Հ. Գ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՄԱԾՈՒԽԻՐ ՀԱՄՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՍՈՒՏՋԱՅՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

ՀԱՅԿ
ՎԱՀԱԳՆԻ

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

И. Г. МАГАКЬЯН

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН 1981

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Հ. Գ. ՄԱՂԱՔՅԱՆ

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

3564

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԱ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ
1981

553 իճդեխս ԳՄԴ 26.325
Մ 20

Տպագրվում է ՀՍՍՀ ԳԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի գիտական խորհրդի որոշմամբ

Պատասխանատու խմբագիր՝ երկրաբանա-հանքաբանական գիտ. դոկտոր Է. Ա. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

Մաղաքյան, Հ. Գ.,
Մ 20 *Օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման պայմանները /Պատ. խմբ. Է. Ա. Խաչատրյան Եր.: ՀՍՍՀ ԳԱ Հրատ., 1981.—214 էջ.*

Աշխատության մեջ քննարկվում են օգտակար հանածոների հանքավայրերի (բացառությամբ կառուստոբիոլիտների) առաջացման պայմանները, որը կարող է օժանդակել նպատակասլաց որոնողահետախուզական աշխատանքների կազմակերպմանը։

Գիրքը նախատեսվում է երկրաբանահետախուզական աշխատանքների մասնակիցների, ինչպես նաև ուսանողների համար։

1904050000
Մ————————79—81
703 (02)—81

553
ԳՄԴ 26.325

© Հայկական ՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1981

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՐԿՐԻ ԺՈՂՈՎՐԴԱԿԱՆ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

Յուրաքանչյուր երկրի համար ընդերքից օգտակար հանածոների արդյունահանման նշանակությունը հսկայական է։ Օգտակար հանածոները արդյունաբերության՝ մետաղագործության, քիմիական, էներգետիկայի և ուրիշ այլ կարևոր ճյուղերի զարգացման հումքային բազան են, իսկ մի շարք օգտակար հանածոներ (ապատիտ, ֆոսֆորիտ, կալիումային և այլ աղեր) անփոխարինելի են գյուղատնտեսության մեջ պարարտանյութերի արտադրության համար։ Առանց չափազանցնելու կարելի է ասել, որ հանքարդյունաբերական և նրա հետ սերտորեն կապված արտադրության այլ ճյուղերի մակարդակը երկրի ազգային հարստության, հզորության ու անկախության հիմնական չափանիշն է։

Վ. Ի. Լենինի կողմից ղեկավարվող ժողկոմխորհի գործունեության առաջին քայլերն ուղղված էին քայքայված լեռնահանքային ձեռնարկությունների և նրանց հետ կապված մետաղագործական ու մետաղամշակման գործարանների և քարածխային հանքահորերի վերականգնմանը։ Վ. Ի. Լենինը բազմիցս նշել է երկաթի ու գունավոր մետաղների, նավթի ու քարածխի ինտենսիվ արտադրության անհրաժեշտությունը, ծանր արդյունաբերության և էներգետիկայի զարգացման կարևոր դերը։ Նա հատուկ ուշադրություն էր դարձնում մետաղագործության զարգացմանը, պողպատի ձուլմանը, պողպատն ու երկաթը համարելով ժամանակակից քաղաքակրթության հիմքն ու ողնաշարը։ Հայտնի է օրինակ, այն հսկայական ուշադրությունը, որը 1918—1919 թթ. Վ. Ի. Լենինի ղեկավարությամբ Պաշտպանության և աշխատանքի խորհուրդը

(ՊԱԽ) նվիրում էր ընդերքի հանքային հարստությունների ուսումնասիրմանն ու յուրացմանը և, մասնավորապես, Կուրսկի մագնիսական անոմալիայի ուսումնասիրմանն ու հետախուզմանը, որտեղ, հետագայում, իսկապես հայտնաբերվեցին երկաթի հարուստ հանքանյութերի աշխարհում խոշորագույն պաշարները:

Կոմունիստական կուսակցությունը մեր ժողովրդի առջև դրել է հանքահումքային բազայի ընդլայնման, բնական նոր ռեսուրսների յուրացման և մեր ընդարձակ երկրի արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության զարգացման վիթխարի խնդիրներ:

Իրոք, հսկայական է երկաթի ու մանգանի հանքանյութերի և քարածխի՝ սև մետալուրգիայի և ծանր արդյունաբերության հիմքի նշանակությունը: Բարձրորակ պողպատների լեգիրման համար անհրաժեշտ են քրոմի, վանադիումի, նիկելի, կոբալտի, մոլիբդենի, վոլֆրամի հավելույթներ, իսկ մեքենաշինության և էներգետիկայի համար՝ հսկայական քանակություններով պղինձ, կապար ու ցինկ: Ինքնաթիռաշինությունը, նավաշինությունը, քաղաքացիական շինարարությունը, այսպես կոչված, թեթև մետաղների՝ ալյումինի, մագնիումի, տիտանի էլ ավելի մեծ պահանջարկ ունեն:

Ներմիջուկային էներգիայի ստացման կարևոր աղբյուրներ են ուրանի և թորիումի ռեսուրսները, իսկ ջերմամիջուկային էներգետիկայի հումք են ծառայում լիթիումի հանքանյութերը: Անընդհատ աճում է ազնիվ մետաղների՝ արծաթի, ոսկու, պլատինի ու նրա խմբի մետաղների դերը և ոչ միայն իբրև ոսկերչական և վալյուտային արժեքներ. նրանք էլ ավելի լայնորեն կիրառվում են ժամանակակից տեխնիկայում (նուրբ սարքաշինություն, էլեկտրոնիկա և այլն): Վերջին երկու տասնամյակների ընթացքում խիստ աճել է հազվագյուտ ու ցրված տարրերի, հատկապես Ta, Nb, Be, Li, Zr, Hf ինչպես նաև Cd, Jn, Ge, Re, Se, Te, Cs, Rb դերը, որոնք նույնպես լայն կիրառում են գտել ժամանակակից տեխնիկայում (հատուկ համաձուլվածքներ, ատոմային տեխնիկա, կիսահաղորդիչներ և այլն):

Առանձին օգտակար հանածոների հանույթի չափերի մասին որոշ պատկերացում են տալիս նրանց ամենամյա արդյունահանման և ձուլման թվերը. պողպատի համաշխարհային ձուլումը այժմ կազմում է շուրջ 600 մլն տոննա (դրա մեկ քառորդը բաժին է ընկնում Սովետական Միությանը, շուրջ $^1/_4$-ը՝ ԱՄՆ-ին, $^1/_6$-ը՝ Ճապոնիային, մնացածը՝ հիմնականում ԳՖՀ-ին, Մեծ Բրիտանիային, Ֆրանսիային, Չինաստանին, Հնդկաստանին և այլ երկրների), ալյումինի ձուլումը՝ շուրջ 11, պղնձինը՝ 5, ցինկինը՝ 4, կապարինը՝ 2 մլն տոննա, իսկ այնպիսի մետաղներինը, ինչպիսիք են Sn, Ni, Ti, Mg՝ մի քանի հարյուր հազարական տոննա: Միայն կապիտալիստական երկրներում ոսկու ամենամյա արդյունահանումը կազմում է շուրջ 1000, արծաթինը՝ շուրջ 6000, պլատինի խմբի մետաղներինը՝ 70 տոննա և այլն:

Զարմանալի չէ, որ շահագործումների այդպիսի մեծ մասշտաբների հետևանքով մի շարք օգտակար հանածոների պաշարները սպառվել են, մանավանդ այն երկրներում, որոնք ունեն համեմատաբար փոքր բնատարածք և հումքային աղբատ ռեսուրսներ (Ճապոնիա, ԳՖՀ, Մեծ Բրիտանիա): Այս երևույթն իր հերթին նոր հանքավայրերի որոնման, միներալային հումքի նոր տեսակների հայտնաբերման (օրինակ, նեֆելինային սիենիտները և ալունիտները իբրև Al-ի հումք, ցանավոր կամ պորֆիրային հանքանյութերը՝ Cu-ի, շեելիտաբեր սկառները՝ W-ի, կարբոնատիտային հանքանյութերը՝ Nb-ի, Ta-ի, հաղվագյուտ հողերի, Zr-ի ստացման հումք և այլն), պահանջվող որակի համատարած իջեցման անհրաժեշտություն է առաջացնում:

Երկրի մասին գիտությունների առջև կյանքը նոր, կարևոր խնդիրներ է դնում: Երկրաբանության բնագավառում առավել ակտուալ են հետևյալ պրոբլեմները. Երկրի կեղևի խորքային մասերի ու վերին թիկնոցի կառուցվածքի ուսումնասիրությունը, որի նպատակն է հանքայնացման աղբյուրների և մակերեսում ելք չունեցող, այսպես կոչված, «կույր» հանքավայրերի հայտնաբերումը, հանքավայրերի որոնման համար երկրաֆիզիկական, երկրաքիմիական, տիեզերական

և այլ մեթոդների լայն կիրառումը, փորձարարական աշխատանքների զարգացումը և մագմա- ու հանքագոյացման երկրաբանական պրոցեսների մոդելացումը, միներալային հումքի նոր տեսակների հայտնաբերումը և հանքանյութերի հարըստացման ու ձուլման տեխնոլոգիայի կատարելագործումը։

ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ (ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈ, ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՅԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐ, ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹ) ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Օգտակար հանածո անվանում են միներալային հանքամիացքը, որն անմիջապես հնարավոր է օգտագործել արդյունաբերության կամ կենցաղի մեջ (օրինակ՝ քարաղը), կամ որից կարելի է ստանալ արդյունաբերության մեջ օգտագործվող մետաղներ կամ միներալներ (օրինակ՝ երկաթի, պղնձի հանքանյութեր, ֆլյուորիտի, ասբեստի և ուրիշ հանքատեսակներ)։

Օգտակար հանածոյի հանքավայր անվանում են երկրագնդի կեղևում միներալային նյութի կուտակումը, որն առաջացել է այս կամ այն երկրաբանական պրոցեսի հետևանքով։ Արդյունաբերական հանքավայրը նույնն է, ըստ որում քանակական և որակական տեսակետներից պիտանի է արդյունաբերության մեջ օգտագործելու համար։

Հանքանյութը միներալային հանքամիացք է, որից տեխնոլոգիապես համախառն եղանակով և շահավետորեն հնարավոր է կորզել մետաղներ կամ նրանց միացությունները։ Վերջերս «հանքանյութ» հասկացությունը ընդլայնվել ու տարածվել է բարիտի, ֆլյուորիտի, ապատիտի, գրաֆիտի, բնածին ծծմբի, պիրիտի, ասբեստի և ուրիշ հանքամիացքների վրա։

Այդ բոլոր հասկացությունները որոշ իմաստով հարաբերական են և փոփոխվում են տեխնոլոգիայի, էկոնոմիկայի պահանջների և կոնդիցիաների (շահագործման համար ընդունելի նվազագույն պարունակություն) փոփոխման հետ միասին։

Այսպես, բնածին պլատինը մինչև XVIII դ. սկիզբն օգտակար հանածո չէր համարվում, իսկ ուրանային հանքանյութերը մինչև XIX դ. վերջը դուրս էին նետվում հանքանյութերի մշակումից գոյացած լցակույտերը։ Ապատիտ-մագնետիտային հանքանյութերով հարուստ Կիրունայի հսկայական կուտակները չէին շահագործվում մինչև Թոմասի կողմից նրանց ձուլման եղանակի հայտնագործումը, որի հետևանքով ստացվում է բարձրորակ պողպատ և ֆոսֆորով հարուստ պարարտանյութ՝ թոմաս-խարամ (շլակ)։ Երկար տարիներ արդյունաբերական կիրառում չէին գտնում նաև պղինձ-մոլիբդենային ցանավոր հանքանյութերը, կալիումային աղերը, վերմիկուլիտը, գլաուկոնիտը, սպոդումենը և լիթիումային փայլարները։

«ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ» ՈՒՍՄՈՒՆՔԻ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՌՈՏ ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հնագետների վերջին հայտնագործություններն Արևելյան Աֆրիկայի շրջաններում, որտեղ գտնվել են հնադարյան մարդու ոսկորներ և նախնադարյան քարե գործիքներ, որոնց հասակը 3 մլն տարի է (ստորին պլեյստոցեն), թույլ են տալիս մարդկային պատմության քարի դարի սկիզբը (պալեոլիթը) 500—800 հազար տարուց տեղափոխել մինչև 3—4 մլն տարի։

«Օգտակար հանածոների հանքավայրեր» ուսմունքի ըստեղծումն ու ձևավորումը սերտորեն կապված է լեռնային գործի և մարդուն անհրաժեշտ օգտակար հանածոների արդյունահանման զարգացման, բազմադարյան որոնումների հետևանքով կուտակված ժողովրդական փորձի հետ։ Արդեն իր ծագման արշալույսին (մ. թ. ա. 3—4 մլն տարուց մինչև 100 հազար տարի) պալեոլիթում (քարի դար), մարդը՝ աշխատանքի ու զենքի պարզունակ գործիքների պատրաստման համար, շինարարական նպատակներով և որպես զարդարանք, լայնորեն օգտագործել է ոչ մետաղական օգտակար հանածոներ, այնպիսի լայն տարածում ունեցող բնական նյութեր, ինչպի-

սիք են քվարցը, խալցեդոնը, կայծքարը, օբսիդիանը, շինարարական քարերն ու կավերը, իսկ ավելի ուշ՝ սաթը, թանկարժեք և կիսաթանկարժեք քարերը (զմրուխտ, փիրուզ, ագատ և այլն)։ Շատ ավելի ուշ՝ 12—25 հազար տարի մ. թ. ա. մարդը սովորել է ճանաչել և ձուլել մետաղային հանքանյութերը, ընդ որում ստացված առաջին մետաղներն էին ոսկին ու պղինձը, իսկ փոքր-ինչ ուշ՝ նաև անագը, ցինկը, կապարը, արծաթը, սնդիկը. սկսեցին օգտագործել պղնձի ու անագի (բրոնզ, բրոնզի դար) և պղնձի ու ցինկի (արույր) համաձուլվածքները։ Բազմաթիվ վկայություններով (լեռնային փորվածքների ու ձուլող վառարանների մնացորդներ, հնագիտական պեղումներ, սեպագրեր և հիերոգլիֆներ և այլն) մետաղների մշակման հնագույն կենտրոններ էին Եգիպտոսը, Ասորեստանը, Բաբելոնը, Հայկական լեռնաշխարհը (բնակեցված խեթերով և ուրարտացիներով), Հնդկաստանը, Չինաստանը, Հունաստանը, Հռոմը, Մեքսիկան (արծաթի մշակումը ացտեկների կողմից), Չիլին (պղնձի մշակումը այմարների և ինկերի կողմից)։ Հնագույն հանքեր հայտնաբերված են նաև Ռուսաստանում և վերագրվում են առասպելական «չուդ» ժողովրդին («չուդյան աշխատանքներ»)։

Մայկոպյան բլուրում (մ. թ. ա. III հազարամյակ) պեղումների ժամանակ գտնված են էնեոլիթի ժամանակի ոսկե թագ և արծաթե անոթ (մ. թ. ա. IV—III հազարամյակ)։ Երևանից ոչ հեռու գտնվող Մեծամորի բլուրում գտնված են մ. թ. ա. III—II հազարամյակների հալոցային վառարանների մնացորդներ, որտեղ ձուլում էին բրոնզ։ Այստեղ հայտնաբերված է նաև անագաքարի հարստանյութ և ձուլածո կաթիլանման ոսկի, իսկ Սևանա լճի ավազանում՝ լճի մակարդակի իջեցումից հետո լճաշեն գյուղի մոտի մերկացած դամբարաններում գտնվել են մ. թ. ա. III—II հազարամյակներում պատրաստված ոսկյա զարդեր, բրոնզից ու օբսիդիանից պատրաստված զենքեր, ագատե ուլունքներ։ Զոդի և Մեծամորի (Հայկ. ՍՍՀ) հանքավայրերում բացահայտված են ոսկի արդյունահանելու նպատակով կատարված, նույն հասակի հնագույն լեռնային աշխատանքների հետքեր։

Մ. թ. ա. IX—VIII դդ. ուրարտական սեպագրերում նըշվում է, որ Ուրարտու պետությունում, սովորական պղնձից բացի, ձուլում էին նաև ավելի բաց գույնի մի համաձուլվածք, որը ստանում էին պղնձին, այսպես կոչված, «սպիտակ հող» ավելացնելով (հավանաբար ցինկի օքսիդացած հանքանյութ, իսկ համաձուլվածքն՝ արույր)։

Հույն պատմիչ Ստրաբոնը (մ. թ. ա. I դ.) դեպի Կոլխիդա արգոնավորդների արշավանքը նկարագրելիս, բերում է ոսկեգեղմի մասին առասպելը. «Սառն երկրում հեղեղները բերում են ոսկի, որը բարբարոսները հավաքում են ծակոտկեն՝ ներսից բրդով պատված, հանքաշերեփներով»։ Ոսկու (ոսկու ցըրոն) կորզման նման մեթոդներին գրքիս հեղինակն ականատես է եղել Տաջիկական ՍՍՀ Զերավշան գետում, որտեղ ջրհեղեղների ժամանակ գետը տիղմի հետ միասին բերում է մանրահատիկ ոսկի (նկ. 1)։

Նկ. 1. Զերավշան գետի ավազներից ցրոնային ոսկի լվացող տաջիկների ընտանիք (ըստ Վ. Ի. Սոբոլևսկու)

Բազմաթիվ տվյալներից ելնելով, արդեն մ. թ. ա. III—II հազարամյակներում սկսվել է երկաթի հանքանյութերի շահագործումը և մարդիկ սովորել էին պողպատ ձուլել։ Պողպա-

տից զենք և աշխատանքային գործիքներ էին պատրաստում հնդիկները, ասորիները, ուրարտացիները, սլավոնները և ուրիշներ, և դա հզոր խթան հանդիսացավ հնագույն ժամանակների քաղաքակրթության զարգացման գործում։

Կարթագենցիները, մինչև մեր թվարկությունը, Պիրենեյան թերակղզում մշակում էին արծաթի, ոսկու և անդիկի հանքանյութեր, իսկ հույները Լաուրիում հանքում մշակում էին կապար-արծաթային հանքանյութեր, որոնց հսկայական թափոնները մինչև այժմ էլ պահպանված են։ Փյունիկացիները Կոռնուելում և Կասիտերիդային կղզիներում մշակում էին անագաքար (կասիտերիտ)։

Միջին Ասիայում, Կարամազար լեռներում, հնագույն լեռնային աշխատանքները կապարի, ցինկի, պղնձի, արծաթի հանքանյութերի մշակումներով վերագրվում են երկու փուլերի՝ մ. թ. ա. IX—VIII դդ. և ավելի ուշ՝ մ. թ. IX—X դդ. (հին հանքեր Կանիգուտ, Անգրեն, Կան-ի-Մանսուր և այլն)։

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին գիտությունը ծագում և զարգանում է լեռնային աշխատանքների բազմադարյան փորձի և փաստացի նյութերի մշակման հիմքի վրա։

Մ. թ. ա. VI—V դդ. հույն փիլիսոփա Թալես Միլետացին գտնում էր, որ բոլոր հանքանյութերի, ողջ կենդանի ու անկենդան բնության նախասկիզբը ջուրն է. նրա համերկրացիներ Հերակլիտը (մ. թ. ա. V դ.) և Զենոնը (մ. թ. ա. III դ.) պնդում էին, որ ամեն ինչի հիմքը կրակն է։ Արիստոտելը և նրա աշակերտ Թեոֆրաստը մ. թ. ա. IV—III դդ. գտնում էին, որ գոյություն ունեն նախասկզբի չորս հիմնական տարրեր՝ կրակ, ջուր, հող, օդ։ Այդ սկզբնատարրերը երկրի ընդերքում ենթարկվելով տարբեր փոփոխությունների, անջատում էին էքսհալացիաներ՝ հրային, որոնք առաջացնում էին քարեր ու հեղուկ, հանդիսանալով մետաղների աղբյուրներ։ Թեոֆրաստը «Քարերի մասին» իր առաջին գրքում նկարագրում է իր ժամանակներում հայտնի 16 միներալային ձևեր, անջատելով նրանց մեջ մետաղներ, քարեր, հողեր։

Պետք է ասել, որ սկզբնատարրեր առանձնացվում էին

նաև մ. թ. ա. X դ. չինական և հնդկական փիլիսոփայության մեջ՝ նրանց դիալեկտիկական միասնությամբ և փոխադարձ անցումներով։

Հետագայում, Եվրոպայի երկրներում գիտական միտքը անկում է ապրում և X—XI դդ. Մերձավոր արևելքում և Միջին Ասիայում արաբների իշխանության ներքո գտնվող երկրներում ինտենսիվորեն շահագործվում էին տարատեսակ հանքանյութեր։

Տաջիկ գիտնական Աբու-Ալի-Իբն-Սինան (Ավիցեննա) միներալները բաժանում էր չորս խմբի՝ քարեր ու հողեր, ծծմբային միներալներ (սուլֆիդներ), մետաղներ, աղեր, իսկ նրա ժամանակակից ուզբեկ Ալ-Բիրունին՝ Խորեզմից, միներալների նկարագրման ժամանակ մտցնում է նրանց տեսակարար կշռի և կարծրության սահմանումները և, որպես ապացույց բերելով բյուրեղների մեջ հեղուկ ներփակումների (բըշտիկների) առկայությունը, Աբու-Ալի-իբն-Սինայի հետ միասին, հիմնավորում է ջրերից միներալների ծագման միտքը։

XVI դ. լեռնային արդյունաբերության կենտրոնը տեղափոխվում է Եվրոպայի սիրտը՝ Սաքսոնիա և Բոհեմիա, որտեղ այդ ժամանակ Հանքային լեռներում ինտենսիվորեն շահագործվում էին կապարի, արծաթի և անագի հանքանյութերը։ Յախիմովի բուժակ Գեորգ Բաուերը (Ագրիկոլան, 1490—1555 թթ.), հիմք ընդունելով սեփական դիտումները հանքերում, առաջարկեց հանքավայրերի առաջին դասակարգումը ըստ հանքամարմինների ձևերի՝ առանձնացնելով երակներ, երակիկներ, շտոկներ, շերտեր։ Նա հանքային երակների ձևավավորման հիմնական պրոցեսն էր համարում «բնական հանքառաջացնող նյութերի քարացումը». մակերեսային ջրերը լեռնային ապարներից տարալվանում էին մետաղները, որոնք նրանց մեջ գտնվում էին ցրված վիճակում և վերանստեցնում ճեղքերում հանքային երակների ձևով։

Ճիշտ հակառակ տեսակետ արտահայտեց հայտնի ֆրանսիացի փիլիսոփա Դեկարտը 1644 թ., որի կարծիքով, մետաղները դուրս են բերված Երկրի խորքային մետաղաբեր զոնա-

Նկ. 2. Իբն–Սինա

ներից՝ հալոցքի ներարկման միջոցով և լուծույթների ու էքս-հալացիաների օգնությամբ։

XV դարից սկսած լեռնային արդյունաբերությունն արագ զարգացում է ապրում Ռուսաստանում՝ շահագործվում են Տուլայի, Լիպեցկի, Խոպյորի և Վիչեգդայի երկաթի հանքավայրերը, քարաղի ու փայլարի հանքավայրերը. մի փոքր ավելի ուշ սկսվում է Օլոնեցկի մարզի՝ անագային, Ուրալի՝ պղնձի ու երկաթի, Ալթայի՝ կապարի ու արծաթի հանքանյութերի շահագործումը։

Պետրոս I-ի օրոք և ամբողջ XVIII դ. ընթացքում Ռուսաստանը երկաթի, պղնձի և կապարի ձուլումով աշխարհում գրավում էր առաջին տեղը։

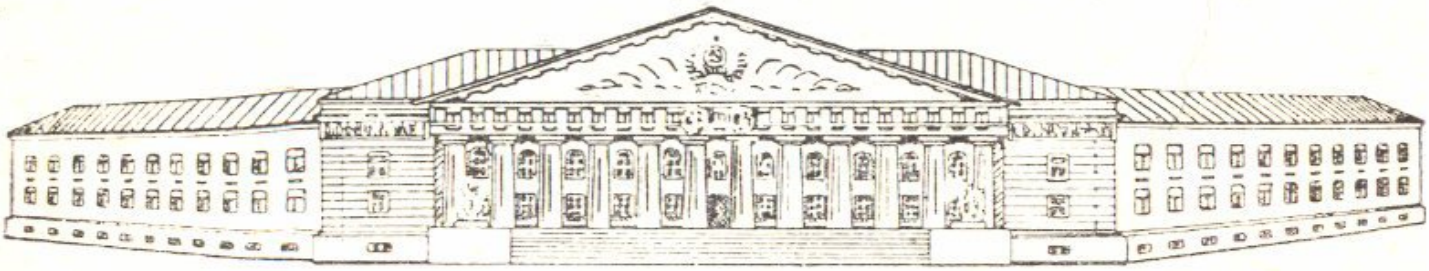
Նկ. 3. Գ. Ագրիկոլա

Հանքերը մասնագետներով ապահովելու նպատակով ստեղծվում են առաջին լեռնային դպրոցները Օլոնեցում (1713 թ.) և Ուրալում (1721 և 1723 թթ.)։ Պետերբուրգում 1773 թ. հիմնվում է կայսրուհի Եկատերինա II-ի անվան բարձրագույն լեռնային դպրոցը (այժմ Գ. Վ. Պլեխանովի անվ. Լենինգրադի լեռնային ինստիտուտ)։ Ռուսաստանում լեռնային գործի վերելքի այսպիսի պայմաններում գործում էր ռուս մեծ գիտնական Մ. Վ. Լոմոնոսովը (1711—1765), որը օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին ժամանակակից գիտության հիմքերը դրեց։ Նրա գրչին են պատկանում հետևյալ հայտնի աշխատանքները. «Երկրի շերտերի մասին», «Խոսք երկրագնդի ցնցումներից մետաղների ծագման մասին», «Մետաղագործության կամ հանքագործության առաջին հիմունքները»։

Այս աշխատությունները լույս են տեսել XVIII դ. կեսե-

րին և հետագայում բազմիցս վերահրատարակվել են, սակայն Ռուսաստանի սահմաններից դուրս նրանք չեն հասկացվել և չեն գնահատվել ըստ արժանվույն։

XVIII դ. վերջում XIX դ. սկզբին սուր պայքար է ծավալվում նեպտունիստների և պլուտոնիստների միջև։



Նկ. 4. Լենինգրադի լեռնային ինստիտուտի շենքի ճակատը

1765 թ. Հանքային լեռների կենտրոնում՝ Ֆրայբերգ քաղաքում (Սաքսոնիա), հիմնվում է Լեռնային ակադեմիա, որտեղ մեծ դեր է կատարում պրոֆ. Աբրահամ Գոտլիբ Վեռները՝ նեպտունիստների դպրոցի ղեկավարը, որը 1791 թ. հրատարակում է «Երակների առաջացման նոր տեսություն» գիրքը։ Ըստ Վեռների, լեռնային բոլոր ապարները, այդ թվում նաև գրանիտներն ու հանքային երակները, առաջացել են Երկրի օվկիանոսի ջրերից՝ նստեցման ճանապարհով։

Մոտավորապես նույն ժամանակ 1788 թ., շոտլանդացի բժիշկ, սիրող երկրաբան Ջեմս Հետտոնը հրատարակեց «Երկրի տեսություն» գիրքը, որտեղ զարգացնելով Դեկարտի տեսակետը, պնդում էր, որ բոլոր լեռնային ապարները և մետաղային հանքավայրերն իրենցից ներկայացնում են ձուլված զանգվածների ներարկումներ և առաջացել են պլուտոնիկ ճանապարհով. Ջեմս Հետտոնին համարում են պլուտոնիստների դպրոցի ղեկավար։

Սակայն նեպտունիստների և պլուտոնիստների այդ միակողմանի, ծայրահեղ տեսակետները այժմ չեն ընդունվում երկրաբանների ճնշող մեծամասնության կողմից։ Շատ ավելի մեծ արժեք ունեն նրանցից մոտավորապես կես դար առաջ շարադրված Լոմոնոսովի մտքերն այն մասին, որ օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման պայմանները բազ-

մաղան են, ուստի առանձնացվում են ինչպես պլուտոնիկ, այնպես էլ նեպտունիկ հանքավայրեր (ժամանակակից տերմիններն են, համապատասխանաբար, էնդոգեն կամ ներծին և էկզոգեն կամ արտածին հանքավայրեր)։

Նկ. 5. Մ. Վ. Լոմոնոսով

Հետագայում օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման տեսությունը զարգանում է Ֆրանսիայում (Դոբրե, Էլի-դը Բոմոն), Գերմանիայում (Ֆոն-Կոտտա), Ռուսաստանում (Կ. Ի. Բոգդանովիչ, Ա. Պ. Կարպինսկի և ուր.), ԱՄՆ-ում (Վ. Էմմոնս, Վ. Լինդգրեն և ուր.), ընդ որում բոլոր նշված գիտնականներն էլ ընդգծում էին օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման պրոցեսների բազմազա-

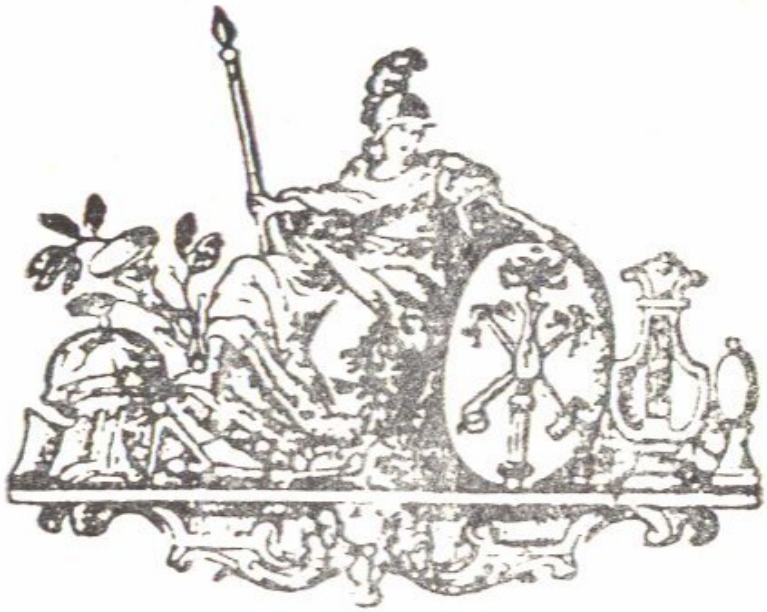
նութ յունը՝ հալոցքներից, գազերից ու յուվենիլ ծագում ունեցող ջրերից, ինչպես նաև մթնոլորտային ջրերից։ Ճիշտ է, հետագայում նորից փորձեր արվեցին նեպտունիկ (Բիշոֆ՝ 1847 թ., Զանդբերգեր՝ 1882 թ., Վան-Հայս՝ 1901 թ.) և պլուտոնիկ (Բելտ՝ 1861 թ., Սպեր՝ 1923 թ.՝ «Հանքային մագմաներ» գրքում) տեսությունների վերականգնման ուղղությամբ, սակայն դրանք մեծ հաջողություն չունեցան։

ПЕРВЫЯ ОСНОВАНІЯ

МЕТАЛЛУРГІИ,

ИЛИ

РУДНЫХЪ ДѢЛЪ.



ВЪ САНКТПЕТЕРБУРГѢ

печатаны при Императорской Академіи Наукъ 1763 года.

Նկ. 6. Մ. Վ. Լոմոնոսովի աշխատության անվանաթերթը

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման ժամանակակից տեսությունը, որի հիմքում դրված են Վ. Մ. Լոմոնոսովի հանճարեղ հայացքները, ստեղծված և զարգացված է բազմազգ ականավոր երկրաբանների մի համաստեղու-

թյան կողմից, որոնց շարքում առաջին հերթին հարկ է նշել Կ. Ի. Բոգդանովիչին, Վ. Ա. Օբրուչևին, Ա. Ն. Զավարիցկուն, Ս. Ս. Սմիռնովին, Վ. Էմմոնսին, Վ. Լինդգրենին, Հ. Շնեյդերհենին և ուրիշների։

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՄԱՍԻՆ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԱԿԻՑ ՄԱԿԱՐԴԱԿԸ ՍՍՀՄ-ՈՒՄ

Ռուսաստանում (և ՍՍՀՄ-ում) առանձնացվում են օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման մասին պատկերացումների զարգացման վեց փուլեր՝ 1) Հնագույն պատմական ժամանակներից մինչև XVII դ. ներառյալ։ 2) Պետրոս Մեծի գործունեության փուլ լեռնային արդյունաբերության կազմավորմամբ՝ 1700 մինչև 1730 թթ.։ 3) Օգտակար հանածոների մասին տեսության հիմունքների ստեղծման լոմոնոսովյան փուլ՝ 1730 մինչև 1775 թթ.։ 4) Առաջին ռուս լեռնային ինժեներների գործունեության փուլ՝ 1775-ից մինչև XIX դ. առաջին կեսը ներառյալ։ 5) Ռուսաստանում կապիտալիզմի զարգացման փուլ՝ XIX դ. երկրորդ կեսից մինչև Հոկտեմբերյան մեծ հեղափոխությունը։ 6) Սովետական ժամանակաշրջան։

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին ժամանակակից գիտության բարձր մակարդակը հիմնվում է այն լավագույնի վրա, որն այդ բնագավառում ձեռք էր բերվել Ռուսաստանում և արտասահմանյան երկրներում։

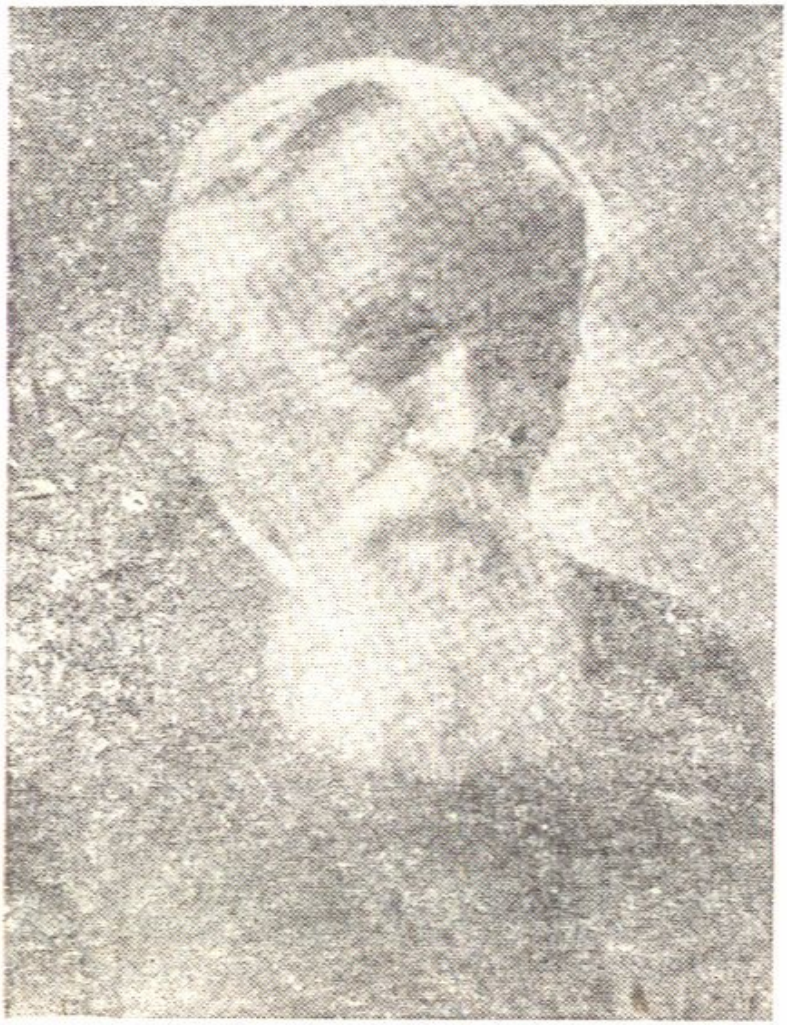
Դեռևս XVIII դ. կեսերին ռուս ականավոր գիտնական Մ. Վ. Լոմոնոսովը արտահայտեց այն միտքը, որ հանքավայրերն առաջանում են գլխավորապես երկրաշարժերի և այդ ժամանակ Երկրագնդի կեղևի ներքին մասերի ձուլման (շփման ժամանակ) հետևանքով, մասամբ նաև մագմատիկ ու մակերեսային ջրերի գործունեության շնորհիվ։ Լոմոնոսովի խոշոր ծառայություններից էր նաև պլուտոնիկ ու նեպտունիկ հանքավայրերի առանձնացման առաջին փորձը։ Հանքային երակների հիդրոթերմալ տեսությունը նույնպես առաջին անգամ պարզորոշ ձևակերպված էր նրա աշխատություններում։

Մյուս խոշոր ռուս գիտնական-երկրաբան ակադ. Ա. Պ. Կարպինսկին, 1883 թ. ընդգծելով օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման բազմազանությունը, գրում է. «Հանքային նյութերի նստեցման պայմանները լինում են տարբեր. օրինակ, հանքային նյութի մի մասը կարող է փոխառնվել հարևան ապարներից, մյուս մասը՝ ներմուծվել դրսից»։

Նկ. 7. Պրոֆ. Կ. Ի. Բոգդանովիչ

1902 թ. Պետերբուրգի լեռնային ինստիտուտում հիմնադրվեց Մետաղային հանքավայրերի ամբիոն, որը գլխավորում էր հայտնի գիտնական Կ. Ի. Բոգդանովիչը։ 1912—1913 թթ. լույս տեսավ նրա «Մետաղային հանքավայրեր»

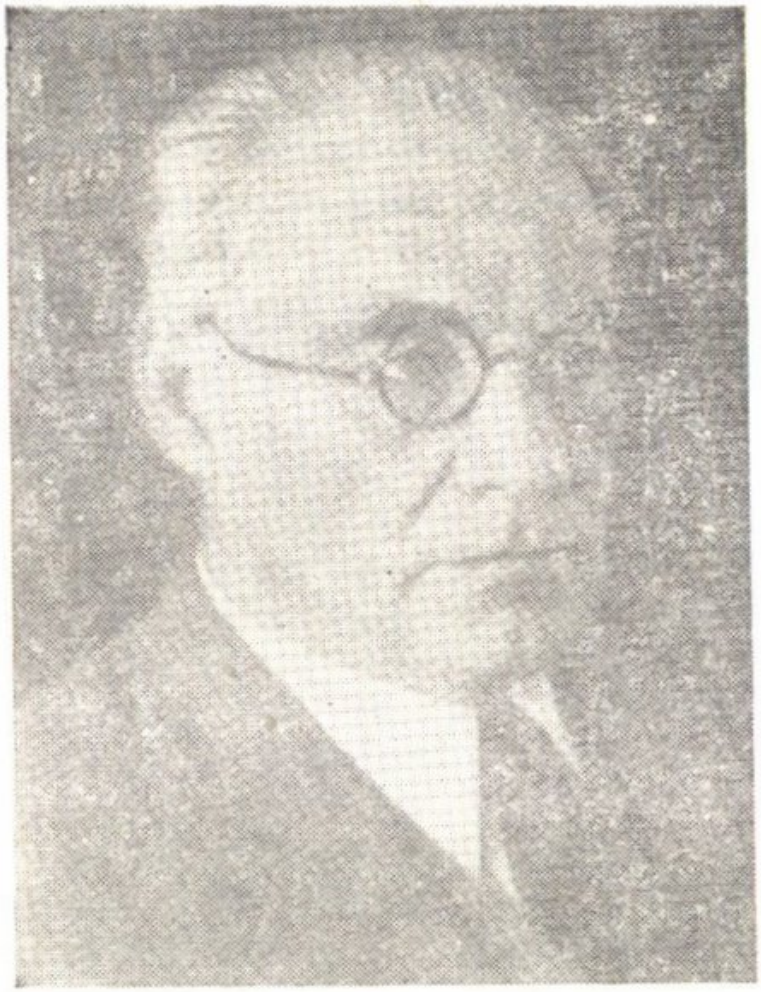
ռուսերեն լեզվով առաջին դասագիրքը։ Նրա հիմքում ընկած էր հանքավայրերի գենետիկ դասակարգումը, որտեղ առանձնացվում էին 9 խմբեր՝ 1) մագմատիկ անջատումներ, 2) կոնտակտ-մետամորֆիկ հանքավայրեր, 3) էպիգենետիկ հանքային կուտակներ ու ցաներ, 4) մետասոմատիկ հանքավայրեր, 5) երակային հանքավայրեր, 6) նստվածքային հանքավայրեր, 7) էլյուվիալ հանքավայրեր, 8) մետամորֆիկ հանքավայրեր և 9) բեկորային հանքավայրեր կամ ցրոններ։



Նկ. 8. Ակադեմիկոս Վ. Ա. Օբրուչև

Լոմոնոսովի, Կարպինսկու և Բոգդանովիչի այդ աշխատությունները հիմք ծառայեցին XX դ. սկզբին ստեղծված օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին ժամանակակից տեսության համար, որը հետագա զարգացում ստացավ Վ. Ա. Օբրուչևի, Ս. Ս. Սմիռնովի, Ա. Ն. Զավարիցկու, Ն. Մ. Ստրա-

խովի, Վ. Ի. Սմիռնովի, Պ. Մ. Տատարինովի, Վ. Լինդգրենի, Վ. Էմմոնսի, Հ. Շնեյդերհենի և ուրիշների աշխատություններում։



Նկ. 9. Ակադեմիկոս Ա. Ն. Զավարիցկի

1928—1929 թթ. ՍՍՀՄ-ում լույս տեսավ Վ. Ա. Օբրուչևի «Մետաղային հանքավայրեր» դասագիրքը՝ գենետիկական դասակարգումով և բազմաթիվ հանքավայրերի նկարագրություններով. այս գրքով են ուսանել սովետական երկրաբանների մի քանի սերունդներ։ Իր մյուս աշխատանքներում Վ. Ա. Օբրուչևն առաջինը մետաղածնային ընդհանրացումներ առաջարկեց ՍՍՀՄ-ի տարածքի զգալի մասի համար։

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին ուսմունքի ժամանակակից տեսության մշակման գործում խոշոր ներդրում կատարեց Ա. Ն. Զավարիցկին։ Նրա «Մագնիտնայա լեռը և նրա երկաթի հանքանյութերի հանքավայրերը» մենա-

գրությունը այժմ էլ կոնտակտային-մետաաոմատիկ պրոցեսի և հանքավայրերի տիպերի նկարագրության դասական օրինակ է։ Հրաքարային հանքանյութերի առաջացման մասին Զավարիցկու հայացքները (հանքանյութերը նա կապում է հին հրաբուխների արմատական մասերի հետ) օժանդակեցին այդ տիպի նոր խոշոր հանքավայրերի հայտնաբերմանը Ուրալում, իսկ նրա յուրօրինակ մտքերը պեգմատիտների առաջացման

Նկ. 10. Ակադեմիկոս Ս. Ս. Սմիռնով

մասին (պեգմատիտները դիտվում են իբրև մագմատիկ լեռնային ապարների և հանքային երակների միջանկյալ առաջացումներ) մեծ ճանաչում են գտել։ Վերջապես, նա մշակել է բուն մագմատիկ հանքավայրերի լայն ընդունելություն գրատած դասակարգումը։

Լայնորեն հայտնի են սովետական երկրաբան-հանքաբանների ղեկավար, ակադ. Ս. Ս. Սմիռնովի աշխատություն-

ները, որոնց մեջ հատուկ տեղ են գրավում մետաղածնության գիտության զարգացման, խաղաղօվկիանոսյան գոտու նկարագրության, անագի մետաղածնության վերաբերյալ հետազոտությունները, Վ. Էմմոնսի ուղղաձիգ զոնալության ու բաթոլիտային կոնցեպցիային, Վ. Լինդգրենի հիդրոթերմալ հանքավայրերի դասակարգմանը վերաբերող քննադատությունները։ Ս. Ս. Սմիռնովը չսահմանափակվեց միայն այդ հնացած կոնցեպցիաների փայլուն քննադատությամբ, այլև առաջարկեց մի շարք նոր հասկացություններ. Էմմոնսի ուղղաձիգ զոնալության տեսության փոխարեն նա հիմնավորեց նոր բաբախումային (պուլսացիոն) տեսությունը՝ հանքային լուծույթների գործունեությունը ոչ միայն տարածության մեջ, այլ նաև ժամանակի ընթացքում՝ հանքայնացման փուլերի առանձնացումով. բաթոլիտային կոնցեպցիայի փոխարեն՝ հանքաբեր օջախների երեք տիպեր (բաթոլիտ, փոքր ինտրուզիաներ, հրաբխային ապարատներ) հասկացությունը՝ այդ տիպերին հատուկ հանքավայրերի շարքերով. Վ. Լինդգրենի հիդրոթերմալ դասակարգման փոխարեն՝ նոր դասակարգման սկզբունքներ, որտեղ հաշվի էր առնվում ոչ միայն ջերմաստիճանը, այլև հանքավայրի ձևավորման խորությունը՝ հանքավայրերը ստորաբաժանելով ըստ հանքային ֆորմացիաների։

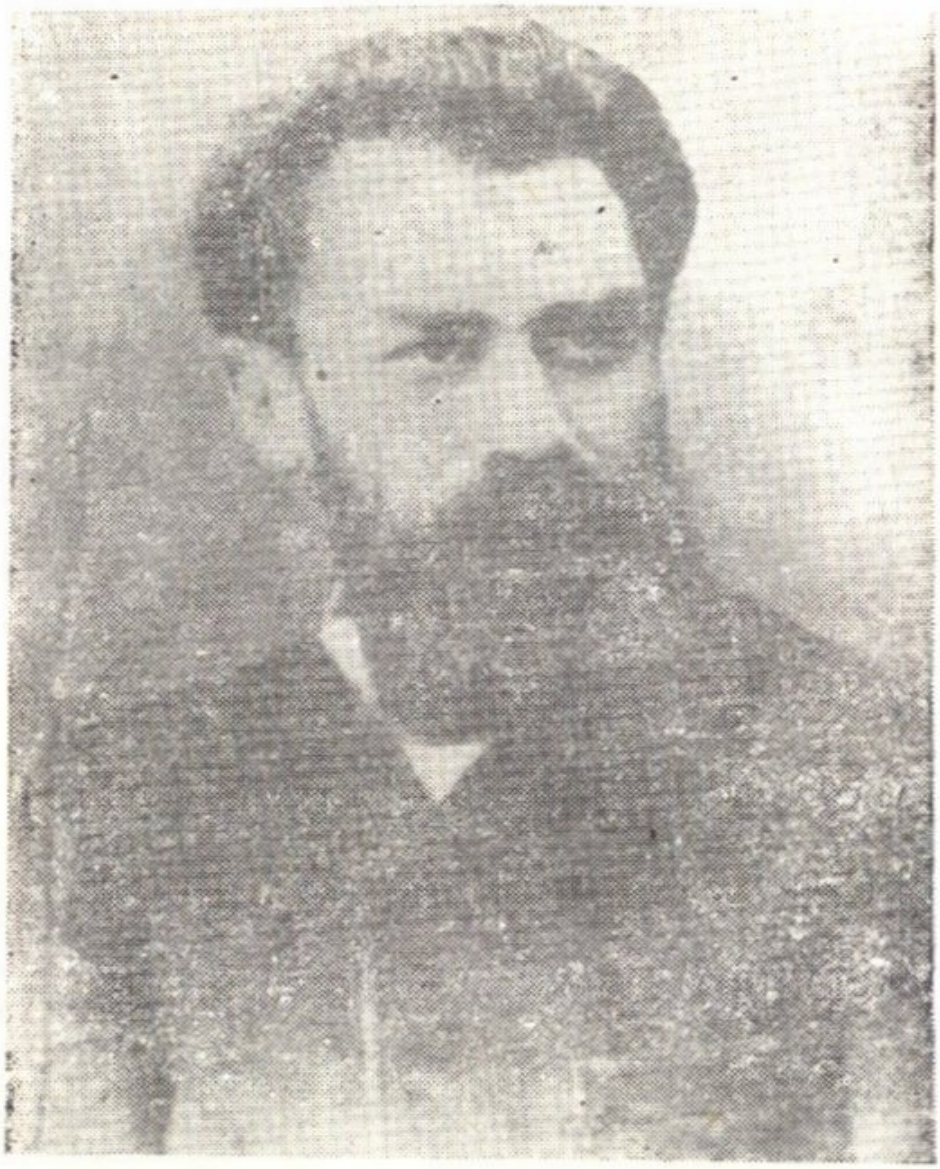
Հետագայում, մետաղածնության վերաբերյալ Ս. Ս. Սմիռնովի մտքերը զարգացրին Յու. Ա. Բիլիբինը և ուրիշներ, իսկ նրա կողմից առաջարկված սկզբունքների հիման վրա մշակվեց ետմագմատիկ հանքավայրերի դասակարգումը (Լենինգրադի լեռնային ինստիտուտի պրոֆեսորներ Պ. Մ. Տատարինովի և Հ. Գ. Մաղաքյանի կողմից)։

Ա. Ե. Ֆերսմանը փայլուն հետազոտություններ է կատարել պեգմատիտային, Վ. Ի. Սմիռնովը՝ հրաքարային, ծարիրանդիկային ու բազմամետաղային, Վ. Ն. Կոտլյարը՝ հրաբխականության հետ կապված հանքավայրերի առաջացման վերաբերյալ։ Պ. Մ. Տատարինովը գլխավորեց ոչմետաղային օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման տեսության մշակումը։

Նկ. 11. ՍՍՀՄ ԳԱ թղթակից անդամ Պ. Մ. Տատարինով

Նստվածքային ծագման հանքավայրերի առաջացման պայմանների հարցերը մշակված են Ա. Դ. Արխանգելսկու, Դ. Վ. Նալիվկինի, Ե. Մ. Ստրախովի, Ն. Մ. Շատսկու, Ա. Գ. Բետեխտինի, Ա. Վ. Կալակովի, Պ. Ի. Ստեպանովի և ուր., իսկ մետամորֆոգեն հանքավայրերինը՝ Ն. Պ. Սեմենենկոյի, Յա. Ն. Բելևցևի, Լ. Ի. Մարտիննենկոյի և ուր. աշխատություններում։

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին տեսության զարգացմանը զուգընթաց մեծ աշխատանքներ էին տարվում նաև երկրակեղևում քիմիական տարրերի միգրացիայի



Նկ. 12. Պրոֆ. Անդրեաս Արծրունի

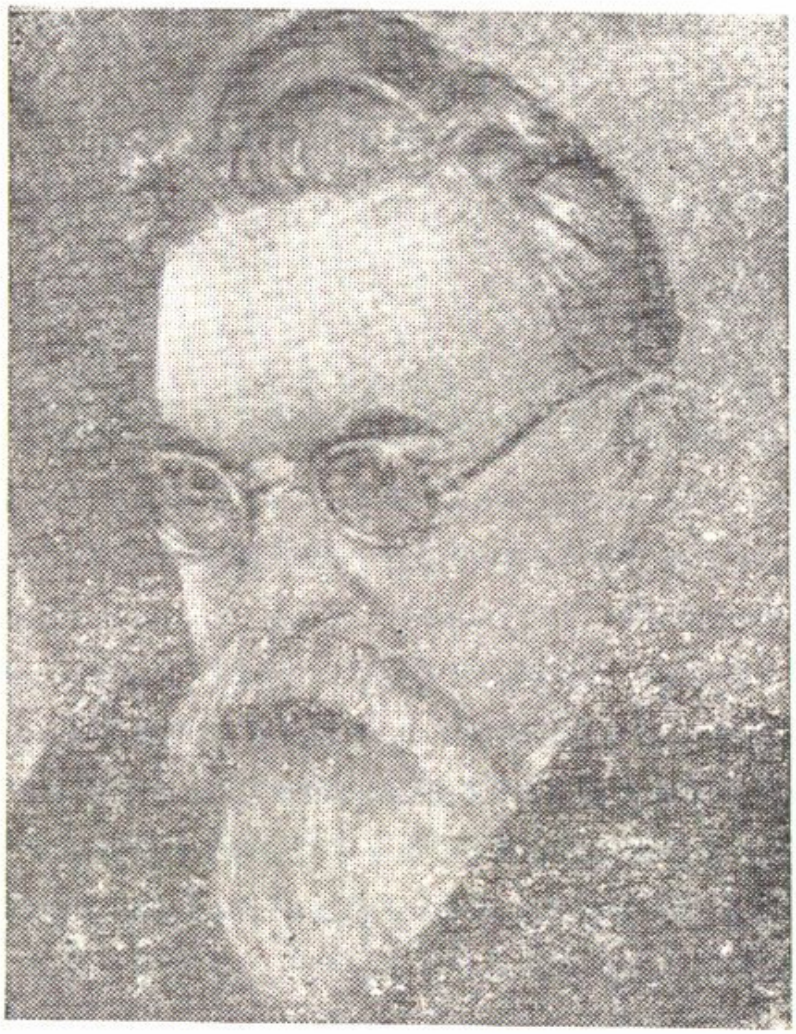
և կոնցենտրացիայի օրինաչափությունների ուսումնասիրման ուղղությամբ։

Ա. Արծրունու, Վ. Ի. Վերնադսկու, Ա. Ե. Ֆերսմանի, Ա. Պ. Վինոգրադովի, Դ. Ի. Շչերբակովի, Ա. Ա. Սաուկովի, Վ. Վ. Շչերբինայի հետազոտությունների հիման վրա ստեղծվեց երկրաքիմիա նոր գիտությունը, որը սերտորեն կապված է օգտակար հանածոների հանքավայրերի ուսումնասիրման հետ։

Առանձնապես պետք է նշել, որ հետախուզական աշխատանքների պահանջներն առաջացրին հանքային դաշտերի կառուցվածքի մանրազնին ուսումնասիրման անհրաժեշտություն՝ հանքայնացման տեղայնացման գործում տեկտոնական

գործոնի վճռական դերի գնահատման համար։ Այդ պրոբլեմները հաջողությամբ մշակել են Վ. Մ. Կրեյտերը, Վ. Ի. Սմիռնովը, Ա. Վ. Կորոլյովը, Ա. Վ. Պեկը, Ֆ. Ի. Վոլֆսոնը և ուրիշ.։

Մանրադիտակի միջոցով հանքանյութերի մանրազնին ուսումնասիրման անհրաժեշտությունը կյանքի կոչեց օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին գիտության նոր ճյուղին՝ մինեռագրաֆիային, որը ՍՍՀՄ-ում զարգացրել են պրոֆեսորներ Ի. Ֆ. Գրիգորևը, Ա. Գ. Բետեխտինը, Ս. Ի. Տալդիկինը և ուրիշներ։ Վերջապես, վերջին տարիներին սկսեցին



Նկ. 13. Ակադեմիկոս Վ. Ի. Վեռնադսկի

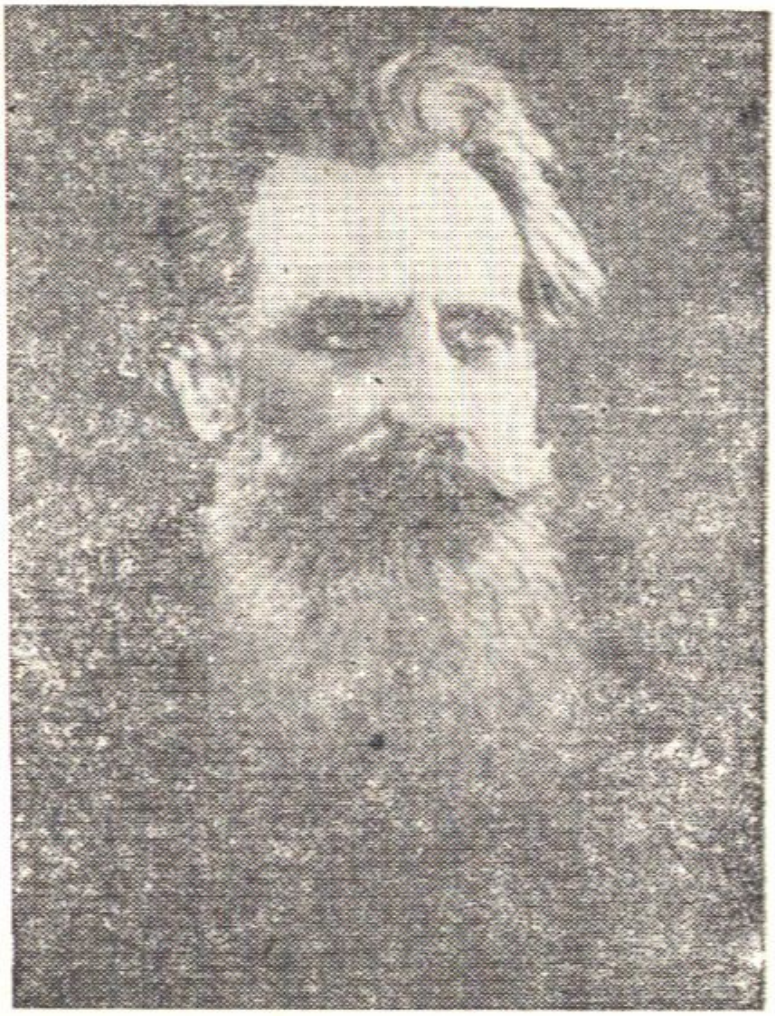
կատարվել փորձարարական աշխատանքներ, որոնք բարձր ջերմաստիճանների և ճնշումների պայմաններում մոդելացնում են հանքավայրերի առաջացման բնական պայմանները (Ն. Ի. Խիտարով, Լ. Ն. Օվչիննիկով, Ի. Ա. Օստրովսկի և ուր.)։

Բնութագրելով օգտակար հանածոների հանքավայրերի տեսության արդի վիճակը ՍՍՀՄ-ում և աշխարհում, պետք է խոստովանել, որ այդ բնագավառում դեռևս գոյություն ունեն մի շարք չլուծված կամ վիճելի հարցեր, սակայն, այդ տեսության դասական հասկացությունների վերաբերյալ հաշվի են առնված հնարավոր բոլոր ուղղումներն ու լրացումները։ Այսպես, հանքավայրերի առաջացման ժամանակակից հիդրոթերմալ տեսությունը հաշվի է առնում հանքավայրերի կապը պլուտոնիկ մագմատիզմի, ինչպես նաև պալեոհրաբխականության հետ, հրաբխանստվածքային հանքավայրերի առկայությունը մագմատիկ (յուվենիլ) ջրերի հետ միասին, նաև մետամորֆիկ, ասուպային ու մնացորդային ջրերի, աղալուծույթների ու նրանցում լուծված տարրերի մեծ դերը, մագմատիկ օջախներից հանված տարրերի կողքին՝ լեռնային ապարներից տարալվացվածների դերը։

Առաջարկվող գրքում հեղինակը մեծ նշանակություն է տալիս փորձարարական հետազոտությունների (հանքային պրոցեսների մոդելացման) հետագա զարգացմանը, հանքային նյութի տարբեր աղբյուրների (այդ թվում նաև ներփակող ապարների) ուսումնասիրմանը, տարբեր տիպերի հանքայնացման ձևավորման խորության և ուղղաձիգ սյունի գնահատմանը, որոշակի երկրաբանական միջավայրին բնորոշ հանքային ֆորմացիաների շարքերի (համալիրների) մշակմանը, մետաղածնային հետազոտությունների ընդլայնմանն ու որոնողահետախուզական աշխատանքների ճիշտ ուղղությանը նպաստող կանխատեսումային-մետաղածնական քարտեզների կազմմանը։

ԵՐԿՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ։ ԵՐԿԲԱԳՆԴԻ ԿԵՂԵՎԻ ՄԻՋԻՆ ԿԱՋՄԸ

1943 թ. սովետական գիտնական, ակադ. Օ. Յու. Շմիդտը առաջարկեց մոլորակների, այդ թվում նաև Երկրի, առաջացման նոր տեսություն՝ Արևի կողմից կլանված միջաստ-



Նկ. 14. Ակադեմիկոս Օ. Յ. Շմիդտ

ղային փոշուց և աստղային նյութից։ Տեսության հիմքերը այսպիսին են՝ «Արեգակը շարժվելով Գալակտիկայում, այսինքն մասնակցելով գալակտիկական պտույտին, գալակտիկայի կենտրոնական հարթությունը հատելիս երկրային նյութի ամպից կլանում է աստղային պինդ նյութի, հնարավոր է նաև՝ գազերի մի մասը։ Այսպիսով, Արեգակի շուրջը առաջանում է մասնիկների հույլ, որը Արեգակի ձգողական ուժի ազդեցության տակ էլիպսաձև շարժվում է նրա շուրջը և իր ուղին գալակտիկայում շարունակում է արդեն Արեգակի հետ միասին։ Այդ պինդ նյութից, հենց այդ հույլից էլ հետագայում առաջացել են մոլորակները։ Այդ նյութի մի մասից կազմված են նաև գիսաստղերը, մյուս մասից՝ այժմ աչքով տեսանելի աստղերը և երկնաքարերը»։ Պետք է խոստովանել, որ չնայած մի շարք վիճելի դրույթների, այս տեսությունն աչքի է

ընկնում կուռ կառուցվածքով, համապատասխանում է տիեզերածնության և աստղաֆիզիկայի տվյալներին և Կանտի—Լապլասի, Ջինսի և ուրիշների տեսությունների համեմատ ունի այն առավելությունը, որ համաձայնեցվում է շարժման քանակի մոմենտի պահպանման օրենքի հետ։

Ելնելով Երկրագնդի ծագման այս տեսակետից և խորքային սեյսմիկ ալիքների անցման բնույթի մասին եղած տվյալներից, Երկրագնդի ընդերքի հեղուկ վիճակի և կեղևի տակ հզոր, կայուն ձուլված շերտի գոյության մասին խոսելու հիմքեր չկան։

Ըստ երևույթին, ռադիոակտիվ տրոհման երևույթներն ի վիճակի են ապահովելու Երկրագնդի կեղևի առանձին տեղամասերի տաքացումն ու ձուլումը՝ տարբեր կազմություն ունեցող մագմայի տեղական օջախների առաջացումով։

Երկրաֆիզիկայի տվյալները հաստատում են այն պատկերացումը, որ Երկրագունդը շերտավորված է տարբեր խտության մի քանի համակենտրոն թաղանթներով։ Տիեզերածնության նախկին տեսություններն այդ շերտավորումը բացատրում էին նախաստեղծ հեղուկ Երկրագնդի սառեցման ժամանակ տեղի ունեցող դիֆերենցումով, իսկ О. Յու. Շմիդտի տեսության համաձայն՝ դա գրավիտացիոն դիֆերենցման արդյունք է, որը կատարվում է քարային մասնիկների և երկնաքարերի (աստղերի) մածուցիկ միջավայրում. քարային մասնիկները բարձրանում են վեր և կազմում Երկրագնդի կեղևը, իսկ երկաթային մասնիկները սուզվում են, կազմելով երկրագնդի հեղուկ միջուկը։ Այդպիսի շերտավորման ընթացքում ռադիոակտիվ տարրերի (U, Th, Ra) մեծ մասը կուտակվում է սիլիկատների մեջ և հարստացնում Երկրի կեղևի վերին շերտերը, որտեղ զարգացած են թթու լեռնային ապարները։ Երկրագնդի կեղևի հնագույն տեղամասերի (Բրազիլական, Ինդոստանյան, Աֆրիկական վահաններ) հանքերում ռադիոակտիվ տարրերի տրոհման հետևանքով առաջացած նյութերի հարաբերակցության հաշվարկը բերում է հանքերի և, հետևաբար, Երկրագնդի կեղևի տարիքի որոշմանը, որը կազմում է 3,5—4 մլրդ տարի։ Երկրագունդը ամբողջությամբ

վերցրած ավելի հին է, քան նրա կեղևը և նրա տարիքը որոշվում է 4,5-ից մինչև 7,6 մլրդ տարի (տարբեր հեղինակների տվյալներով)։

Քանի որ ամենախոր հանքերը հասնում են 4 կմ խորության, իսկ ամենախոր հորատանցքերը չեն գերազանցում 9 կմ, ապա Երկրագնդի ընդերքի կառուցվածքը մեզ ստույգ հայտնի չէ. դրա վերաբերյալ գոյություն ունեն մի շարք տեսակետներ (հիպոթեզներ)։

Լայնորեն հայտնի են երկրաքիմիկոս Վ. Մ. Գոլդշմիդտի և մետաղագործ Տամմանի տեսակետները այն մասին, որ 3500 կմ շառավղով և d=8—10 խտությամբ Երկրագնդի միջուկը, բաղկացած է երկաթից՝ նիկելի խառնուրդով. այդ երկաթային միջուկը շրջափակված է սուլֆիդա-օքսիդային թաղանթով, որի հզորությունը 1700 կմ է, իսկ d=5—6, սա էլ իր հերթին շրջափակված է էկլոգիտային (նռնաքար-պիրօքսենային) թաղանթով, որի հզորությունը 1080 կմ է, իսկ d=3,6—4. ամենաարտաքին սիլիկատային թաղանթը՝ Երկրի կեղևը, ունի ընդամենը 120 կմ հզորություն և 2,8 խտություն։

Այդ ենթադրությունները հիմնված են երկաթային ու քարային երկնաքարերի ուսումնասիրությունների և երկրաֆիզիկայի տվյալների վրա։ Այդ ենթադրությունների մեջ իր արտահայտությունն է գտել Երկրագնդի կառուցվածքի մասին այն պատկերացումը, թե նա մի ձուլված գունդ է, որի մեջ ձուլման հետևանքով տեղի է ունեցել շերտավորում, որպիսին գոյություն ունի մետաղագործական պրոցեսի ժամանակ (չէ՞ որ Տամմանը մետաղագործ էր)՝ կենտրոնական ձուլահատիկը՝ երկաթային միջուկով, շտեյն (սուլֆիդա-օքսիդային թաղանթ) և խարամ (էկլոգիտային և սիլիկատային թաղանթ)։

Շերտավորման առանձին գոտիների սահմանները տրվում են սեյսմիկ ալիքների անցման արագությունների միջոցով ըստ խորության խտության փոփոխությունների մասին երկրաֆիզիկական տվյալների հաշվարկումով։

Բ. Գուտենբերգն ու Կ. Բուլլենը առաձգական ալիքների ուսումնասիրման հիման վրա Երկրագունդը բաժանում են կե-

ղևի, վերին ու ստորին թիկնոցի ու արտաքին ու ներքին միջուկի։

Կեղևի ու թիկնոցի բաժանման սահմանը անցկացվում է Մոխորովիչիչի մակերեսով, որտեղ երկայնակի ալիքների արագությունը փոխվում է թռիչքաձև 6—7 կմ/վրկ մինչև 8 կմ/վրկ։

Բաժանման սահմանները երկրագնդի մեջ կարող են առաջանալ կամ երկրի ընդերքի քիմիական կազմության փոփոխությունների, կամ տվյալ նյութի ֆազային անցումների հետևանքով՝ պինդ և հեղուկ (ֆազային դրության փոփոխության) կամ երկու տարբեր պինդ ֆազաների միջև։

Նստվածքային հաստվածքի տակ երկրի կեղևը երկրաֆիզիկոսների կողմից ստորաբաժանվում է սովորաբար այսպես կոչված «գրանիտային» ու «բազալտային» կամ «գաբրոյի» շերտերի, ընդ որում գոյություն ունեն 2 կարևոր սահմաններ՝ Կոնրադի սահմանը «գրանիտային» ու «բազալտային» շերտերի միջև ու Մոխորովիչիչի սահմանը (սեղմ «Մոխո» կամ «Մ») կեղևի ու թիկնոցի միջև։

Օվկիանոսային շատ մարզերի հատակում Մոխոյի սահմանի խորությունը 10 կմ-ից պակաս է, իսկ մայրցամաքների մեծ մասի համար այն կազմում է 50 կմ-ից ավելի։

Երկրաֆիզիկոս Գուտենբերգի տվյալներով, ըստ խորության խտությունը Երկրագնդի մակերեսից մինչև 60 կմ խորությունը աճում է՝ 2,7-ից մինչև 3,5, 1200 կմ խորությունում կազմում է մինչև 4,75 և 2900 կմ-ից մինչև միջուկը՝ 11 կմ/վրկ։ Այս փոփոխությունները կատարվում են թռիչքաձև՝ տարբեր բաղադրություն ունեցող գոտիների սահմաններում կամ նյութի տարբեր ֆիզիկական վիճակներում (վերջին ենթադրությունը պատկանում է վ. Ն. Լոդոչնիկովին)։

Ըստ վ. Ն. Լոդոչնիկովի (Գայրգչյան), ապարների խտության փոփոխությունն ըստ խորության, որը հաստատված է սեյսմոլոգիայի տվյալներով, դեռևս երկրագնդի պատյանների*

* *В. Н. Лодочников.* Некоторые общие вопросы, связанные с магмой, дающей базальтовые породы. Зап. ВМО, ч. LXVIII, 1939, № 2, стр. 207—223; № 3, стр. 428—442.

նյութական փոփոխության ապացույց չի կարող հանդիսանալ, այլ կարող է բացատրվել վրադիր ապարների բեռնվածության ազդեցության տակ մարմինների խտացմամբ:

Տիեզերական նյութի գլխավոր ադրեգատային վիճակը, ըստ երևույթին, գազագոլորշային է և նման վիճակ կարող է դիտվել Երկրագնդի կենտրոնական մասերում ~ 3 մլն. մթն ճնշման պայմաններում: Նյութի փոփոխությունները կապված են ատոմների միջև ընկած դատարկությունների հետ, սակայն կարելի է ենթադրել նաև իոնների, այսինքն ատոմների էլեկտրոնային թաղանթներից մեկի մեծության փոփոխությունը:

D. S. Kotharu-ն (1938) նշում է, որ սպիտակ գաճաճների նյութը պետք է լինի լրիվ իոնացված վիճակում: Որոշ աստղերի միջին խտությունները (ըստ J. J. Jeans-ի, 1929. Astronomy and Cosmogony) կազմում են. Կրյուգեր 60B-ինը՝ 60 (Արեգակինը՝ 1,41), Սիրիուս B-ինը (արբանյակ)՝ 50000, O_2 էրիդան B-ինը՝ 98000, Ֆան-Մաանենինը՝ 400000: Chandrasekhar-ը (1933) հրապարակել է 36000000 թիվը A. C. $+70^{0}8247$ հոլպերի աստղի համար, որի ջերմաստիճանը մակերևույթում կազմում է $25000^{0} - 45000^{\circ}$C:

Երկրի խավերի ֆիզիկական փոփոխությունների վարկածը (ըստ Լեժանդրի-Լապլասի) քիմիական փոփոխությունների օգտին (ըստ Վիխերտի և ուրիշների) ժխտելու հիմք չկա:

Լոդոչնիկովը ժխտում է նաև պատկերացումը Երկրագնդի երկաթե միջուկի մասին, համարելով, որ ուժեղ ճնշման ենթարկվող զանգվածում պտույտի ընթացքում առաջանում է մագնիսական դաշտ, որը պայմանավորված է Երկրագնդի առանցքի շուրջն անցնող էլեկտրական հոսքերով: Ըստ Լոդոչնիկովի, աստղերն առաջանում են Երկրի հրաբուխներից:

Լ. Վ. Միրզոյանը (1978)* նշում է, որ դասական տիեզերագիտության (Կանտ, Լապլաս, Ջինս) հիմքում ընկած են վարկածային սխեմաները, այն ժամանակ, երբ ավելի բնա-

* Л. В. Мирзоян. Наблюдательный подход к эволюции звезд и галактик. «Вопросы физики и эволюции космоса». Сб., посвященный акад. В. А. Амбарцумяну в связи с 70-летием со дня рождения. АН АрмССР, Ереван, 1978, стр. 197—220.

կան է տիեզերական առաջացումների զարգացման օրինաչափությունները դուրս բերել «էմպիրիկ» ճանապարհով, նրանց վերաբերյալ ֆիզիկական տվյալների հիմքի վրա։ Տիեզերքում մենք դիտում ենք աստղեր ու գալակտիկաներ, որոնք գտնվում են իրենց զարգացման տարբեր փուլերում։

1947 թ. Վ. Հ. Համբարձումյանը հայտնաբերեց նոր տիպի աստղային սիստեմներ՝ աստղասփյուռներ, որոնք անկայուն են, լայնանում ու քայքայվում են մի քանի տասնյակ մլն. տարիների ընթացքում։ Այսպիսով, աստղերը ծնվում են և ներկայումս, այն էլ խմբերով։

Աստղասփյուռների ուսումնասիրությունը լուրջ հիմքեր տվեց ենթադրելու, որ բացի աստղային դիֆուզային (փոշային ու գազային) ու մոլորակային նյութից, տիեզերքում գոյություն ունեն անհայտ բնույթի հոծ մարմիններ, որոնց տրոհումից առաջանում են աստղասփյուռներ։ Այդ պատկերացումը կազմում է նախաստղերի վարկածի հիմքը (Վ. Համբարձումյան, 1954, 1957), որն այժմ հակադրվում է գիտության մեջ իշխող դասական կոնդենսացիոն (խտացման) վարկածին։ Հարկ է նշել, որ ցրված (դիֆուզային) նյութի խտացման ճանապարհով աստղերի առաջացման օգտին չկա ոչ մի ուղղակի ապացույց։

Ինչ վերաբերում է նախաստղերին, ապա նրանք բնութագրվում են փոքր չափերով ու մեծ խտություններով։ Նախաստղերի նյութը գտնվում է այնպիսի վիճակում, որը տարբերվում է աստղերում ու միգամածություններում առկա վիճակից, հավանաբար նաև այն վիճակից, որն ուսումնասիրված է մինչ այսօր տեսական ֆիզիկայի կողմից։

Դիտվող աստղային բռնկումներն անուղղակիորեն հաստատում են նախաստղային գերխիտ նյութի վճռական դերը (էներգիան կենտրոնացած է նախաստղային նյութի թանձրուկներում)։

Գալակտիկաների միջուկներում հավանաբար գոյություն ունեն մեծ խտության հոծ մարմիններ, որոնք նյութի ու էներգիայի աղբյուրներ են (հզոր պայթումներ)։

Տիեզերական առաջացումներում պայթումները (բռնի-

կումները), արտանետվածքները, լայնացումներն ու տրոհումը բնութագրում են ցրման ու մասնատման պրոցեսները նյութի անցումներով ավելի խիտ վիճակներից դեպի սակավ խիտ կամ նոսր վիճակը։

Կարելի է ենթադրել (ըստ Վ. Համբարձումյանի, 1962), որ գալակտիկաների միջուկների ակտիվացման տարբեր դրսևորումներում մենք գործ ունենք նյութի՝ գիտությանն անհայտ ֆունդամենտալ հատկությունների հետ, իսկ հզոր էներգիայի անջատման պրոցեսների դեպքում, հավանաբար, ֆիզիկական հայտնի օրենքների խախտման հետ։

Երկրաբանների անմիջական դիտարկումների համար մատչելի է Երկրագնդի կեղևի սիլիկատային թաղանթի միայն մի քանի կիլոմետրը. լեռնային ապարների հազարավոր քիմիական անալիզների տվյալներով Երկրագնդի կեղևի միջին կազմը (%-ներով) տասնհինգ առավել տարածված տարրերի համար ներկայացված է ստորև ըստ Ա. Ե. Ֆերսմանի հաշվարկների (առաջին հաշվարկները կատարել են Վաշինգտոնը և Կլարկը, այդ պատճառով էլ Ֆերսմանը միջին պարունակությունները առաջարկում է անվանել տարրերի «կլարկներ»)։

O	49,13	F	0,08
Si	26,00	Ba	0,05
Al	7,45	N	0,04
Fe	4,20	Sr	0,035
Ca	3,25	Cr	0,03
Na	2,40	Zr	0,025
K	2,35	V	0,02
Mg	2,35	Ni	0,02
H	1,00	Zn	0,02
Ti	0,61	Cu	0,01
C	0,35		
Cl	0,20		
P	0,12		
S	0,10		
Mn	0,10		
Σ	99,61%		

Այս տասը տարրերի համար, որոնք ըստ տարածման հաջորդում են տասնհինգ տարրերից բաղկացած առաջին խմբին, բաժին է ընկնում Երկրի կեղևի կազմի 0,33%-ը. այսպիսով 25 ամենատարածված տարրերին բաժին է ընկնում Երկրագնդի կեղևի կազմի 99,94%-ը, իսկ մնացած 67 տարրերին՝ միայն 0,06%-ը։

Ընդ որում այդ 0,06%-ի մեջ են մտնում բազմաթիվ շատ կարևոր մետաղներ՝ Co, Mo, W, Sn, Bi, As, Sb, Hg, Pb, Au, Ag, Pt, Pd, U, Th և այլն, որոնց միջին պարունակությունները երկրագնդի կեղևում (կլարկներ) չափվում են տոկոսների հազարերորդ, տասհազարերորդ, հարյուրհազարերորդ մասերով։

Այսպիսով, արժեքավոր մետաղների մեծ մասը երկրագնդի կեղևում գտնվում է արտակարգ ցրված վիճակում, որանց կլարկները բազմակի ցածր են նվազագույն կոնդիցիաներից և, ըստ երևույթին, որպեսզի այդ տարրերը արդյունաբերական հետաքրքրություն ներկայացնեն, նրանց կուտակման համար անհրաժեշտ են բացառիկ պայմաններ։

Ա. Պ. Վինոգրադովը բերում է նոր տվյալներ (1962) լեռնային ապարների գլխավոր տիպերում առանձին քիմիական տարրերի, ինչպես նաև նրանց միջին պարունակությունների վերաբերյալ, կազմությամբ 2 մաս թթու+1 մաս հիմքային ապարների համար։ Այդ թվերը լայն տարածված տարրերի համար բերված են ստորև. նրանք քիչ են տարբերվում Ֆերսմանի թվերից։

O	—47,0
Na	—2,50
Mg	— 1,87
Al	— 8,05
Si	—29,5
K	— 2,50
Ca	— 2,96
Ti	— 0,45
Mn	— 0,1
Fe	— 4,65

Ավելի հազվագյուտ տարրերի միջին պարունակությունները Ա. Պ. Վինոգրադովի կողմից (1962) ներկայացված են հետևյալ աղյուսակում՝

Li —$3{,}2\cdot10^{-3}$	Rb —$1{,}5\cdot10^{-2}$	
Be—$3{,}8\cdot10^{-4}$	Sr —$3{,}4\cdot10^{-2}$	Re— $7\cdot10^{-8}$
B —$1{,}2\cdot10^{-3}$	Y —$2{,}9\cdot10^{-3}$	Au—$4{,}3\cdot10^{-7}$
C —$2{,}3\cdot10^{-3}$	Zr —$1{,}7\cdot10^{-2}$	Hg—$8{,}3\cdot10^{-6}$
F —$6{,}6\cdot10^{-2}$	Nb— $2\cdot10^{-3}$	Pb—$1{,}6\cdot10^{-3}$
P —$9{,}3\cdot10^{-2}$	Mo—$1{,}1\cdot10^{-4}$	Th—$1{,}3\cdot10^{-3}$
S —$4{,}7\cdot10^{-2}$	Ag— $7\cdot10^{-6}$	U —$2{,}5\cdot10^{-4}$
Cl —$1{,}7\cdot10^{-2}$	Cd —$1{,}3\cdot10^{-5}$	
Sc— $1\cdot10^{-3}$	Jn —$2{,}5\cdot10^{-5}$	
V — $9\cdot10^{-3}$	Pd—$1{,}3\cdot10^{-6}$	
Cr —$8{,}3\cdot10^{-3}$	Sn—$2{,}5\cdot10^{-4}$	
Co—$1{,}8\cdot10^{-3}$	Sb— $5\cdot10^{-5}$	
Ni —$5{,}8\cdot10^{-3}$	Te— $1\cdot10^{-7}$	
Cu —$4{,}7\cdot10^{-3}$	Cs—$3{,}7\cdot10^{-4}$	
Zn —$8{,}3\cdot10^{-3}$	Ba—$6{,}5\cdot10^{-2}$	
As —$1{,}7\cdot10^{-4}$	Ce— $7\cdot10^{-3}$	
Se— $5\cdot10^{-6}$	Ta—$2{,}5\cdot10^{-4}$	
	W —$1{,}3\cdot10^{-4}$	

ՊԵՏՐՈԳԵՆ (ՔԱՐԱԾԻՆ) ԵՎ ՄԵՏԱՂԱԳԵՆ (ՄԵՏԱՂԱԾԻՆ) ՏԱՐՐԵՐ

Առանձին տարրերի կուտակումներ առաջացնելու ունակությունը սերտորեն կապված է նրանց միգրացիոն հնարավորության հետ (տեղափոխություններով և հանքավայրեր առաջացնելով), որը կախված է տարրի քիմիական հատկություններից. սրանք էլ իրենց հերթին պայմանավորված են ատոմների կառուցվածքով և էներգետիկայով: Տարրի միգրացիայի ժամանակ նրա վարքագծի վրա մեծ ազդեցություն ունի հատկապես ատոմի էլեկտրոնային թաղանթների և, առաջին հերթին, արտաքին թաղանթի կառուցվածքը, որտեղ կա էլեկտրոնների խզում կամ միացում և, հետևաբար, քիմիական ռեակցիաներն ավելի հեշտ են կատարվում: Այս տեսակետից առանձնացվում են տարրերի երկու մեծ խմբեր՝ քարածին և մետաղածին:

Քարածին տարրերը կազմում են 8 էլեկտրոնանոց արտաքին թաղանթով իոններ և ներկայացված են գլխավորապես սիլիկատներով, կարբոնատներով, սուլֆատներով, քլորիդներով,

որոնք կուտակվում են արտածին պրոցեսների ժամանակ (կրաքարերի, դոլոմիտի, գիպսի և այլ հանքավայրեր)։

Մետաղածին տարրերը կազմում են 18 էլեկտրոնանոց արտաքին թաղանթով իոններ. ներկայացված են գլխավորապես սուլֆիդներով, երբեմն օքսիդներով, բնածին տարրերով, սիլիկատներով և կուտակվում են ներծին պրոցեսների ժամանակ (մետաղների սուլֆիդային կամ օքսիդային հանքանյութերի հանքավայրեր և այլն)։ Մի շարք տարրեր (Fe, Mn, S, մասամբ Ni և Co) գրավում են միջանկյալ դիրք և տալիս են արդյունաբերական կուտակումներ, ինչպես ներծին, այնպես էլ արտածին պրոցեսների հետևանքով։

Երկրաբան Վաշինգտոնը, որն առաջարկել է տարրերի ստորաբաժանումը քարածին և մետաղածին խմբերի, Մենդելեևի աղյուսակը բեկյալ գծով բաժանել է երկու մասի, այդ գծից վեր տեղադրելով քարածին, իսկ վար՝ մետաղածին տարրերը (նկ. 15). այդ բաժանման գծի սահմանում տարրերի մի մասը կազմում է միջանկյալ խումբ։

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ՁՈՒԳԱԿՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԿԱՊԸ ՈՐՈՇԱԿԻ ՏԻՊԻ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՈՒ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՀԵՏ

Քիմիական տարրերը և նրանցից կազմված միներալները բնության մեջ հանդիպում են ոչ թե մեկուսացված ձևով, այլ կազմում են իրար մոտ ու համարյա միաժամանակ և նման երկրաբանական պայմաններում առաջացած և կուտակված տարրերի զուգակցություններ ու միներալների պարագենետիկ խմբեր։

Տարրերի զուգակցություններ հասկացությունը (իզոմորֆ շարքերը) առաջին անգամ առաջադրվել է Ա. Արծրունու կողմից և հետագայում զարգացվել Վ. Ի. Վերնադսկու, Ա. Ե. Ֆերսմանի, Ա. Ն. Զավարիցկու, Ա. Պ. Վինոգրադովի և ուրիշների աշխատություններում։

Միներալների պարագենեզիս (համագոյակցություն) հասկացությունը առաջին անգամ անցյալ դարի սկզբին մտցրել է

ՀՀ շար-քեր / ՀՀ խմբեր	0	1	2	3	4	5	6	7	8		
1		1H 1 1,0080									
2	2He 4,003	3Li 6,940	4Be 9,02	5B 10,82	6C 12,010	7N 14,008	8O 16,000	9F 19,00			
3	10Ne 20,183	11Na 22,997	12Mg 24,32	13Al 26,97	14Si 28,06	15P 30,98	16S 32,06	17Cl 35,457			
4	18Ar 39,944	19K 39,096	20Ca 40,08	21Sc 45,10	22Ti 47,90	23V 50,95	24Cr 52,01	25Mn 54,93	26Fe 53,85	27Co 58,94	28Ni 58,69
5		29Cu 63,57	30Zn 69,38	31Ga 69,72	32Ge 72,60	33As 74,91	34Se 78,96	35Br 79,916			
6	36Kr 83,7	37Rb 85,48	38Sr 87,63	39Y 88,92	40Zr 91,22	41Nb 92,91	42Mo 95,95	43(Tc)	44Ru 101,7	45Rb 102,91	46Pd 106,7
7		47Ag 107,880	48Cd 112,41	49In 114,76	50Sn 118,70	51Sb 121,76	52Te 127,61	53J 126,92			
8	54Xe 131,3	55Cs 132,91	56Ba 137,36	57La 138,92	72Hf 178,6	73Ta 180,88	74W 183,92	75Re 186,31	76Os 190,2	77Ir 193,1	78Pt 195,23
9		79Au 197,2	80Hg 200,61	81Tl 204,39	82Pb 207,21	83Bi 209,00	84Po 210	85(At)			
10	86Rn 222	87(Fr)	88Ra 226,05	89Ac 227	90Th 232,12	91Pa 231	92U 238,17				

58-71 TR հավկաղում հողեր (լանտանիդներ)

90 Th, 91 Pa, 92U, 93Np, 94Pu, 95Am, 96Cm, 97Bk, 98Cf
Ակտինիդներ

Նկ. 15. Տարրերի երկրաքիմիական աղյուսակ (ըստ Վերնադսկու)

ռուս ակադ. Վ. Մ. Սևերգինը, որը դրա տակ հասկանում էր միասին և համարյա միաժամանակ առաջացած, որոշակի երկրաբանական պրոցեսների համար բնորոշ միներալների խումբ: Հետագայում միներալների պարագենեզիս հասկացությունը զարգացրել են Ա. Բրեյտհաուպտը (որը այդ տերմինի տակ հասկանում էր «միներալների համատեղ գտնվելը»), Ա. Գ. Բետեխտինը, Ա. Ե. Ֆերսմանը և ուրիշներ: Ֆերսմանը գրում էր՝ «Պարագենեզիս պետք է անվանենք պայմանների այն համալիրը, որը պայմանավորում է մի շարք միներալների համատեղ գտնվելը, իսկ համալիրի միներալները մենք պետք է միավորենք բնական միներալային ղուգակցություններ անվան տակ»:

Առաջին անգամ Ա. Արծրունին իզոմորֆ շարքերի ձևով առանձնացրեց տարրերի հետևյալ զուգակցությունները՝ H, K, Rb, Cs, Tl, Na, Li. Ag, Cu, Hg, Pb, As, Au. Ta, Nb և այլն:

Հետագայում Վ. Ի. Վերնադսկին և Ա. Ե. Ֆերսմանը նշեցին մակերևույթին (H, C, N, O), թթու մագմաներին (Li, Be, Si, K, Sn, W, Mo, U...), հիմքային մագմաներին (Mg, P, Mn, Ba, Sr,...), ուլտրահիմքային մագմաներին (Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni, Pt խմբի), երակային հանքային առաջացումներին (S, Cu, Zn, Pb, Au, Ag, Hg, Cd, Jn և այլն) բնորոշ տարրերի երկրաքիմիական զուգակցությունները:

Արժանի է հիշատակման Վ. Մ. Գոլդշմիդտի կողմից տարրերի հինգ խմբերի առանձնացումը՝ սիդերոֆիլ (C, Mo, Fe, Ni, Co, Pt խումբ), խալկոֆիլ (Cu, Ag, Zn, Hg, Jn, Pb, Bi, As, Sb, Sn), լիթոֆիլ (Li, H, Na, K, Mg, Ca, Si, W, U, Mn), ատմոֆիլ (H, N, Cl և այլն), բիոֆիլ (C, N, P, S, Cl, Ca, Mg), որոնք համապատասխանաբար երևան են գալիս տարբեր պայմաններում:

Հանրահայտ են տարրերի հետևյալ օրինաչափ տիպական համակցումները՝

Li-Be-B, Mg-Fe-Cr-Ni-Co, Zr-Ti-(Nb, Ta), Mo-W-

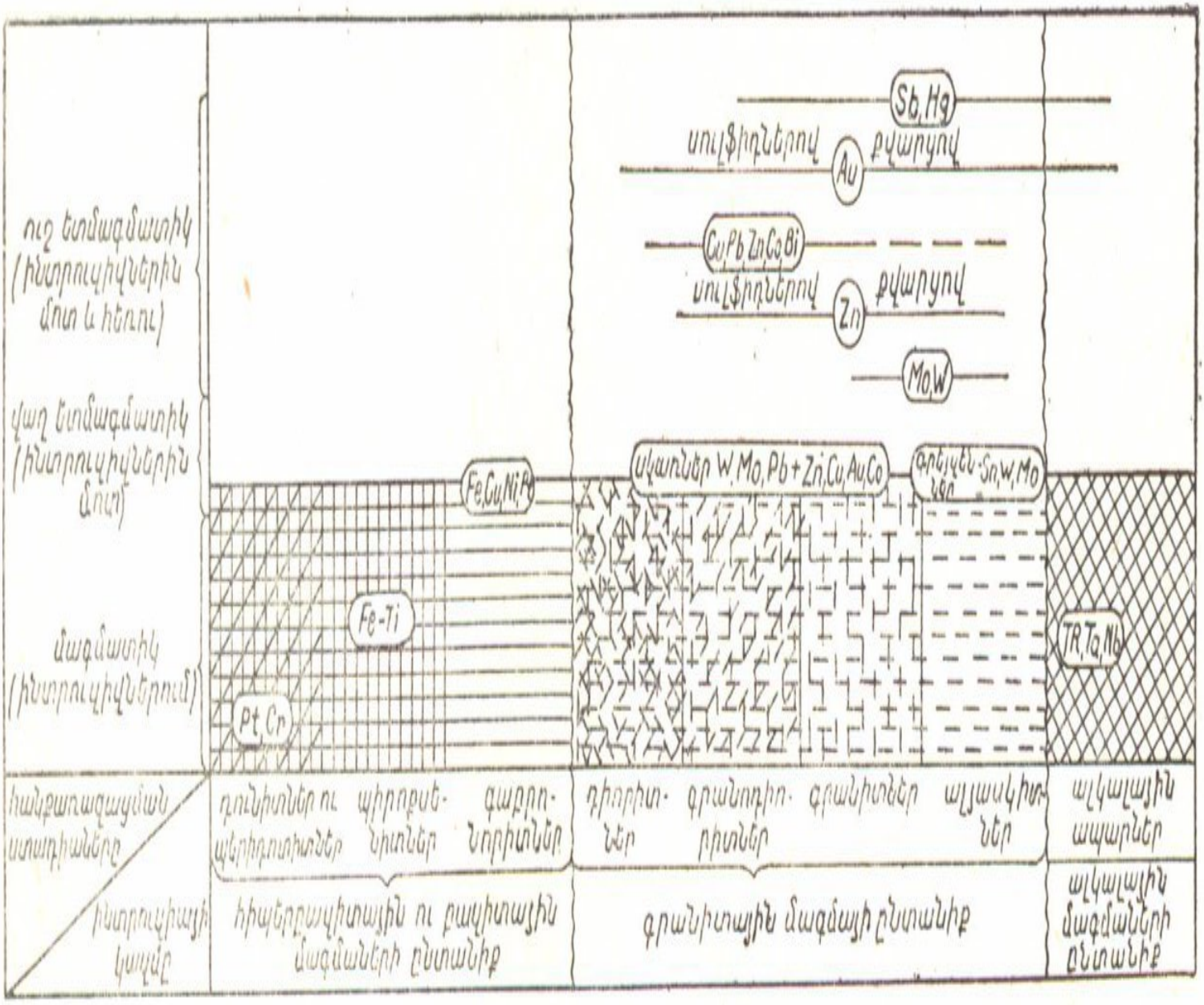
(Sn), Ag-Pb-Co, Cd-Jn, K-Rb-Cs-(Li), Sn-W-Li, Te-Au-Ag-Hg, Hg-As-Sb, Th-TR, U-Ra-(V, As, P) *և այլն:*

Ա. Պ. Վինոգրադովը, առանձնացնելով հազվագյուտ տարրերի տիպական դուգակցություններ, նրանց կապում է տարբեր տիպի լեռնային ապարների հետ. ուլտրահիմքային ապարներում Pt-*ի խումբը* (Pt, Pd, Os, Jr, Rh, Ru), *հիմքային ապարներում՝* V, Sc, Sr, Cd, Pt-*ի խումբը, գրանիտոիդներում՝* Li, Rb, Y, TR, Cs, Be, Ta, Nb, Zr, *ալկալի ապարներում՝* Zr, TR, Ga, Hf, Be, Sr, *կավաածխային թերթաքարերում՝* U, V, Se, TR, *ածուխներում՝* Ge, V, Mo, U, B, Li, Ga, TR, Bi *խմբերը:*

	H																
He	Li	Be	B	C	N	O	F										
Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl										
Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	J
Xe	Cs	Ba	TR	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At
Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	—										

Նկ. 16. Տարրերի երկրաքիմիական աղյուսակ
(ըստ Ա. Ն. Զավարիցկու)

Ա. Ն. Զավարիցկին տարրերի պարբերական աղյուսակը բաժանում է տասը (չհաշված H) *խմբի* (նկ. 16). *1) ազնիվ գազեր* (He-*ից մինչև* Rn,), *2) լեռնային ապարների տարրեր* (Na, K, Ca, Mg, Al, Si *և այլն*), *3) մագմատիկ էմանացիաներ* (B, F, Cl, P, S *և այլն*), *4) երկաթի խումբ* (Fe, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni), *5) հազվագյուտ տարրեր* (Sc, TR, Nb, Ta *և այլն*), *6) ռադիոակտիվ տարրեր* (Ra, Th, U *և այլն*), *7) մետաղային* (Cu, Zn, Pb, Sn, Hg, Au, Ag *և այլն*), *8) մետալոիդային և մետաղածին* (As,



Նկ. 17. Տարբեր կազմի ինտրուզիաների հետ հանքավայրերի կապի սխեմա

Լեռնային ապարներ	Տարրեր	Օգտակար հանածոներ
1	2	3
I. Ուլտրահիմքային — հիմքային		Քրոմիտ, մագնեզիտ, ասբեստ, տալկ, ալմաստ, պլատին և նր. խումբը
1. Դունիտներ, պերիդոտիտներ	Cr, Mg, Pt-ի խումբ	
2. Պիրոքսենիտներ, գաբրո	Fe, Ti, V	Տիտանոմագնետիտ
3. Գաբրո, նորիտներ, պիաբազներ (պլատֆորմնեբրում)	Ni, Cu, Fe, Co, Pt, Pd	Պղինձ-նիկելային սուլֆիդային հանքանյութեր (Co, Pt, Pd խառնուրդով)
II. Ալկալի ապարներ (սիենիտներ, նեֆելինային սիենիտներ)	Al, Fe. P, (Zr, Ti, Nb, Th, F)	Նեֆելինային սիենիտ (Al_2O_3-ով հարուստ), մագնետիտ-ապատիտային հանքանյութեր, ապատիտ, ֆլյուորիտ, ցիրկոն, մոնացիտ, լոպարիտ
III. Ուլտրահիմքային-ալկալի համալիրներ	Nb, Ta, Zr, TR	Կարբոնատիտներ
IV. Թթու գրանիտոիդներ (գրանիտներ և նրանց հետ կապված պեգմատիտներ ու գրեյզեններ)	Sn, W, Mo, Bi, Be, As, Ta, Nb, U, Th, B, F, Li	Բվարցային երակներ ու գրեյզեններ և պեգմատիտներ՝ վոլֆրամիտով, կասիտերիտով, մոլիբդենիտով, բիսմուտինով, արսենոպիրիտով, բերիլով, տանտալոկոլումբիտով, ուրանինիտով, մոնացիտով, սպոդումենով, ցինվալդիտով տոպազով, ֆլյուորիտով
V. Ջափավոր թթվության գրանիտոիդներ		
1. Սկառնային պրոցես	Fe, W, Mo, Cu, Pb—Zn, As, Sn	Սկառնային հանքավայրեր՝ մագնետիտով, շեելիտով, մոլիբդենիտով, խալկոպիրիտով, սֆալերիտով, գալենիտով, արսենոպիրիտով, կասիտերիտով և այլն

1	2	3
2. Հիդրոթերմալ պրոցես	ա) Fe, As, Au,	Ոսկի-արսենոպիրիտային հանքավայրեր
	բ) Zn, Pb, Ag, Cu (Au, Cd, Jn, Ge, Ga)	Բազմամետաղային հանքավայրեր
	գ) Ag, Co, Ni, Bi, U	Հինգտարրանի ֆորմացիայի հանքավայրեր
	դ) Cu, Mo, (Re)	Պղնձա-մոլիբդենային հանքավայրեր
	ե) Sb, Hg, F	Ծարիր-անդիկ-ֆյուզուրիտային հանքավայրեր
	զ) Au, Ag, (Te, Se)	Ոսկի-արծաթի հանքավայրեր՝ տելլուրիդներով կամ սելենիդներով
VI. Հողմահարման կեղևներ		Երկաթախառն լատերիտների հանքավայրեր, նիկելի սիլիկատային հանքանյութի և կոբալտի ասբոլանային հանքանյութ
1. Ուլտրահիմքային և հիմքային ապարներ	Fe, Ni, Co, Cr, Mn	
2. Թթու և ալկալի (հաճախ հիմքային ապարներ)	Al	Լատերիտների արդնահողի հանքավայրեր (բոքսիտներ)
VII. Նստվածքային ծովային առաջացումներ	Fe(Mn, P)	Երկաթի հանքանյութի հանքավայրեր (ավազակավային նստվածքների հետ զուգակցություններ)
	Mn(Fe, P)	Մանգանային հանքանյութի հանքավայրեր (կայծքարային նստվածքների հետ զուգակցություններ)
	Al(Fe)	Բոքսիտներ (կարբոնատային հաստվածքներում)
	P, Ca, F	Ֆոսֆորիտներ (պլատֆորմներում և շելֆի գոնայում)
VIII. Նստվածքային ծովալագունային առաջացումներ	Na, K, Ca, Mg, Cl, S, C, H	Աղերի, գիպսի, ծծմբի, բիտումի հանքավայրեր
	Na, Ca, Mg, B	Բորատների հանքավայրեր

Sb, Bi, Se, Te), 9) պլատինի խումբ, 10) ծանր հալոիդներ (J, Br)։

Բնության մեջ գոյություն ունի նախընտրելի կապ՝ առանձին տարրերի ու նրանց խմբերի և որոշակի կազմության ապարների ու առաջացման պայմանների միջև (նկ. 17)։ Տարրերի (և, հետևաբար, միներալների և հանքավայրերի) զուգակցությունների այդ կապերն, իհարկե, անհրաժեշտ է իմանալ ու հաշվի առնել որոնողական աշխատանքներ կատարելիս և այն տեղամասերի հեռանկարների կանխատեսումային գնահատումների ժամանակ, որոնց երկրաբանական կառուցվածքն ու լեռնային ապարների համալիրը հայտնի են։

Որոշակի լեռնային ապարների հետ տարրերի տիպական զուգակցությունների և օգտակար հանածոների կապը ցուցադրվում է վերը բերված աղյուսակում։

ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ։ ԿՈՆԴԻՑԻԱՆԵՐԸ

Ստորև բերված են մետաղային և ոչմետաղային օգտակար հանածոների հանքավայրերի հանքային և երակային ամենակարևոր միներալների ցուցակը և այդ հանքանյութերի կոնդիցիաները։

Հանքանյութերի կարևորագույն երակային միներալների թվում հարկ է նշել՝ քվարցը, օպալը, խալցեդոնը, դաշտային սպաթը (միկրոկլին, ալբիտ, ադուլյար և այլն), կարբոնատները (կալցիտ, անկերիտ, դոլոմիտ և այլն), բարիտը, գիպսը, անհիդրիդը, ֆլյուորիտը, քլորիտը, փայլարը (ավելի հաճախ սերիցիտը), կաոլինիտը, ցեոլիտները, ապատիտը, տուրմալինը, տոպազը, սկառնների սիլիկատները (նռնաքարեր, պիրոքսեններ, ամֆիբոլներ, էպիդոտ, սկապոլիտ, վոլաստոնիտ և այլն). արժեքավոր մետաղների հանքանյութերում երակային միներալների դերը հաճախ կատարում են պիրիտը, պիրոտինը, մարկազիտը, ապարների բեկորները։

Ոչմետաղային օգտակար հանածոների հանքավայրերում գլխավոր միներալներ են սիլիկատները, կարբոնատները, քլո-

Կարևորագույն հանքային միներալներ*

Մետաղ	Միներալները և նրանց կազմը		Պարունակությունը %-ներով
1	2	3	4
Fe	Մագնետիտ	$FeO \cdot Fe_2O_3 (Fe_3O_4)$	Fe 72,4
	Հեմատիտ	Fe_2O_3	Fe 70,0
	Լիմոնիտ	$HFeO_2 \cdot aq (Fe_2O_3 \cdot nH_2O)$	Fe 48-63
	Սիդերիտ	$FeCO_3$	Fe 48,3
	Իլմենիտ	$FeTiO_3$	Fe 36,8
Cr	Քրոմշպինելիդներ	$(Fe, Mg)(Cr, Al, Fe)_2O_4$	Cr_2O_3 18-62
Mn	Պիրոլյուզիտ	MnO_2	Mn 63,2
	Պսիլոմելան	$mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$	Mn 35-60
	Ռոդոխրոզիտ	$MnCO_3$	Mn 47,8
	Ռոդոնիտ	$MnSiO_3$	Mn մինչև 36
Ti	Ռուտիլ	TiO_2	Ti 60
	Իլմենիտ	$FeTiO_3$	Ti 31,6
V	Ռոսկոելիտ	$KV_2[AlSi_3 \cdot O_{10}][OH]_2$	V 4-16
	Վանադինիտ	$Pb_5[VO_4]_3Cl$	V_2O_5 19,3
	Պատրոնիտ	V_2S_5 [կամ VS_2]	V 28
	Կառնոտիտ	$K_2U_2[VO_4]_2O_4 \cdot 3H_2O$	V_2O_5 20
Ni	Պենտլանդիտ	$[Fe, Ni]_9S_8$	Ni 10-42
	Նիկելին	NiAs	Ni 44
	Գառնիերիտ	$Ni_4[Si_4O_{10}][OH]_4 \cdot 4H_2O$	NiO 15-46
	Անաբերգիտ	$Ni_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	NiO 37,5
Co	Կոբալտին	CoAsS	Co 35,4
	Լինեիտ	Co_3S_4	Co 40-53
	Սմալտին	$CoAs_{2-3}$	Co մինչև 24
	Սֆերոկոբալտիտ	$CoCO_3$	Co 49
	Ասբոլան	$m(Co, Ni)O \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$	Cao 2-32
	Էրիտրին	$Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$	Cao 37,5
Mo	Մոլիբդենիտ	MoS_2	Mo 60
	Ֆերիմոլիբդիտ	$Fe\cdots[MoO_4]_3 \cdot 7H_2O$	Mo 60
W	Վոլֆրամիտ	$(Mn, Fe)WO_4$	W 60
	Շեելիտ	$CaWO_4$	W 64
Sn	Կասիտերիտ	SnO_2	Sn 78,8
	Ստաննին	Cu_2FeSnS_4	Sn 27,5
Bi	Բիսմուտին	Bi_2S_3	Bi 81,2
As	Արսենոպիրիտ	FeAsS	As 46
	Լյոլինգիտ	$FeAs_2$	As 72,8
	Տեննանտիտ	$3Cu_2S \cdot As_2S_3$	As մինչև 20-22
	Էնարգիտ	Cu_3AsS_4	As 19
	Ռեալգար	AsS	As 70
	Աուրիպիգմենտ	As_2S_3	As 61
	Սկորոդիտ	$Fe\cdots[AsO_4] \cdot 2H_2O$	As 27-38

* Միներալների բանաձևերը և մետաղի (կամ օքսիդի) պարունակությունը բերված են Ա. Գ. Բետեխտինի «Միներալոգիա» դասընթացի համաձայն (1950 թ. հրատ.):

1	2	3	4
Sb	Անտիմոնիտ (ստիբնիտ)	Sb_2S_3	Sb 71
Hg	Կինովար	HgS	Hg 86
Cu	Խալկոպիրիտ	$CuFeS_2$	Cn 34,5
	Բոռնիտ	Cu_5FeS_4	Cu 63
	Խալկոզին	Cu_2S	Cu ~80
Pb	Գալենիտ	PbS	Pb 86,6
	Ցերուսիտ	$PbCO_3$	Pb 77,5
Zn	Սֆալերիտ	ZnS	Zn 67
	Սմիթսոնիտ	$ZnCO_3$	Zn 52
Ag	Արգենտիտ	Ag_2S	Ag 87
Al	Դիասպոր	$HAlO_2$ (կամ $Al_2O_3 \cdot H_2O$)	Al_2O_3 85
	Հիդրարգիլիտ	$Al[OH]_3$ (կամ $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$)	Al_2O_3 65
	Ալունիտ	$KAl_3[SO_4]_2[OH]_6$	Al_2O_3 37
	Նեֆելին	$Na[AlSiO_4]$	Al_2O_3 34
Mg	Մագնեզիտ	$MgCO_3$	Mg 28,7
	Դոլոմիտ	$CaMg[CO_3]_2$	Mg 13,1
Au	Բնածին ոսկի	Au	Au մինչև 100
	Կալավերիտ	$AuTe_2$	Au 39
Pt	Բնածին պլատին (պոլիքսեն)	Pt	Pt 80–88
	Սպերրիլիտ	$PtAs_2$	Pt 52–56
U	Ուրանինիտ և ուրանային խեժ (նաստուրան)	UO_2 (UO_3 և Pb խառնուրդով)	U 50–65
	Տորբեռնիտ	$CuU_2[PO_4]_2O_4 \cdot 12H_2O$	UO_3 52
	Ցեյներիտ	$CuU_2[AsO_4]_2O_4 \cdot 12H_2O$	UO_3 52
	Օտունիտ	$CaU_2[PO_4]_2O_4 \cdot 8H_2O$	UO_3 62
	Կառնոտիտ	$K_2U_2[VO_4]_2O_4 \cdot 3H_2O$	UO_3 63,4
Th	Թորիանիտ	ThO_2	ThO_2 մինչև 93
	Թորիտ	$ThSiO_4$	ThO_2 մինչև 81
	Մոնացիտ	$(Ce, La...)PO_4$	ThO_2 5–10 մինչև 31
Ta-Nb	Տանտալոկոլումբիտ	$(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$	Ta_2O_5 կամ Nb_2O_5 մինչև 85-86
	Լոպարիտ	$(Na, Ce, Ca)(Nb, Ti...)_2O_6$	Nb_2O_5 մինչև 12
	Կոլպիտ	$(Na, Ca, Ce)(Nb, Ti...)_2O_6$ (F, OH)	Ta_2O_5 մինչև 1 Nb_2O_5 մինչև 56
Be	Բերիլ	$Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$	BeO 14 (Be~5)
	Հելվին	$Mn_8[BeSiO_4]_6S_2$	BeO~13,6
Li	Սպոդումեն	$LiAl[Si_2O_6]$	Li_2O 8
	Լեպիդոլիտ	$KLi_2Al[Si_4O_{10}][F, OH]_2$	Li_2O մինչև 5,9

րիդները, քվարցը, բարիտը, ֆլյուորիտը, ասբեստը, տալկը, փայլարը, ծծումբը, գրաֆիտը, ալմաստը։

Հանքային (կամ ընդհանրապես արժեքավոր) և երակային միներալների քանակական հարաբերակցությունից կախված տարբերում են՝ հոծ հանքանյութեր, որոնք գլխավորապես կազմված են հանքային կամ արժեքավոր միներալներից և ցանավոր հանքանյութեր, որտեղ գերակշռում են երակային միներալները՝ նրանց մեջ ցրված արժեքավոր միներալների ցանով։ Ցանավոր հանքանյութերը սովորաբար օգտագործվում են հարստացումից հետո և, հետևաբար, առանձնապես կարևոր է նրանց տեքստուրաների ու ստրուկտուրաների, հանքահատիկների չափերի ու նրանց հարաճման բնույթի ուսումնասիրությունը։

Կազմությամբ տարբերվում են. **պարզ** հանքանյութեր, որոնք շահագործվում են մեկ մետաղի կամ միներալի ստացման համար (երկաթ, քրոմ, մանգան, ասբեստ, դրաֆիտ, ծծումբ), և **կոմպլեքսային** հանքանյութեր, որոնք մշակվում են մի քանի մետաղների կամ միներալների միաժամանակյա **կորզման** նպատակով (բազմամետաղային Pb—Zn—Ag, Cu—Ni—Co—Pt հանքանյութեր, Sb—Hg—ֆլյուորիտային հանքանյութեր, պեգմատիտներ՝ մուսկովիտով, դաշտային սպաթով, քվարցով ու հազվագյուտ մետաղներով և այլն)։ Պետք է նշել, որ որոշ շատ արժեքավոր, այսպես կոչված, ցրված մետաղներ կորզվում են զուգընթացաբար և սովորաբար ինքնուրույն հանքավայրեր չեն կազմում (Cd, Ge, Ga, Jn, Se, Te, Re և այլն)։

Առաջացման պայմաններով միներալները ստորաբաժանվում են՝ երկրագնդի ներքին էներգիայով պայմանավորված ներծին պրոցեսների հետևանքով առաջացած հիպոգեն և արտաքին պրոցեսների (հողմահարում, նստվածքառաջացում) հետևանքով առաջացած հիպերգեն միներալների։ Այս հասկացությունները չի կարելի շփոթել առաջնային և երկրորդային միներալներ տերմինների հետ, քանի որ, օրինակ, հիպերգեն նստվածքային հեմատիտը իրենից ներկայացնում է առաջնային միներալ։

Առանձին մետաղների և ոչմետաղային հումքի որոշ տեսակների համար գոյություն ունեն նրանց շահագործման տեսակետից ընդունելի նվազագույն (մինիմալ) պարունակություններ (կոնդիցիաներ), որոնք բերվում են ստորև՝

Fe—*սովորաբար 25—30%, երբեմն նվազում է մինչև 15%*

Mn—*սովորաբար 20—25%, երբեմն նվազում է մինչև 10—12%*

Cr_2O_3—*32%, ցանավոր հանքանյութերի համար՝ 12%*

Ni—*սիլիկատային հանքանյութերի համար՝ 0,6%, սուլֆիդների համար՝ 0,3%*

Co—*0,05%*

Mo—*0,04% (նույնիսկ 0,01% կոմպլեքսային հանքանյութերի համար)*

WO_3—*0,2—0,3%*

Sn—*0,1—0,2%*

Bi—*0,1—0,2%*

As—*2%*

Sb—*1,5—2%*

Hg—*0,1%*

Au, Pt—*ցրոնների համար՝ 0,1—0,5 գր/տոննա, արմատական համար՝ 1—2 գր/տոննա*

Al_2O_3—*30% (նեֆելինային սիենիտների համար՝ 20—22%)*

Cu—*0,3—0,5%*

Zn—*2—3%*

Pb—*1%*

U_3O_8—*0,05—0,1%*

Ասբեստ—1%

Փայլար—0,5%

Գրաֆիտ—2%

Ծծումբ—8%

Վերապահումով պետք է նշել, որ բերված կոնդիցիաները հաստատուն մեծություններ չեն և փոփոխվում են ընդհանուր տնտեսական իրավիճակի (կոնյունկտուրայի), նոր տեխնիկական մշակումների փոփոխման հետ միասին և զգալիորեն

կախված են հանքավայրի մասշտաբից ու տիպից, հանքանյութերի կազմությունից, նրանց շահագործման, հարստացման և ձուլման հեշտությունից։

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ ԵՎ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՍԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ

Օգտակար հանածոների կուտակումներ՝ հանքավայրեր առաջանում են ներծին, արտածին և մետամորֆածին պրոցեսների ժամանակ տարրերի միգրացիայի հետևանքով և դասակարգվում են ըստ նրանց առաջացման երկրաբանական պրոցեսների։

Ներծին (մագմածին) հանքավայրերը կապված են երկրագնդի կեղևի վերին հորիզոններում մագմատիկ ապարների ներդրման և սառեցման հետ, որոնք իրենց հերթին կապված են բաթոլիտների, փոքր ինտրուզիաների ու հրաբուխների արմատական մասերի խորքային օջախների հետ։

Մագման հալոցք է, կազմված սիլիկատներից, օքսիդներից, սուլֆիդներից ու գազանման միացություններից, որտեղ հիմնական դերը խաղում են ջրի գոլորշիները։

Մագմայի բյուրեղացման ժամանակ անմիջականորեն հալոցքից կամ նրանից անջատված մնացորդային հանքային հալոցքից առանձնանում են մի շարք արժեքավոր միներալներ, որոնց կուտակումները կազմում են **բուն մագմատիկ հանքավայրեր** *(քրոմիտ, տիտանոմագնետիտ, նիկելի ու պղընձի սուլֆիդներ, պլատինի ու պալլադիումի միներալներ, ալմաստ, ցիրկոն, մոնացիտ, լոպարիտ և այլն)։*

Ուլտրահիմքային-ալկալի մագմատիկ բարդ համալիրների զարգացման առանձնահատուկ պայմաններում, իբրև նրանց դիֆերենցման վերջնական արդյունք, առաջանում են **կարբոնատիտային հանքավայրեր** *(նիոբիումի, ցիրկոնիումի, հազվագյուտ հողերի և այլնի կուտակումներով)՝ մասամբ հալոց-*

քից, մասամբ էլ ածխաթթվով հարուստ գազաջրային լուծույթներից։

Մագմատիկ, սովորաբար գրանիտոիդային կազմության, ապարների սառեցման ավելի ուշ փուլերում առաջանում են մնացորդային ամենաթթու հալոցքները, որոնք հարստացած են ցնդողներով ու հազվագյուտ մետաղներով և առաջացնում են պեգմատիտային հանքավայրեր։ Մագմայում ջրերի գոլորշիների և մյուս ցնդող միացությունների լուծելիությունը սահմանափակ է, որի հետևանքով էլ, երբ բյուրեղացման ընթացքում մագման հասնում է հագեցման, գազային միացությունների մեծ մասը դուրս է գալիս մագմատիկ օջախից՝ իր հետ բերելով մի շարք ծանր մետաղներ (շարժունակ ցնդող միացությունների ձևով և այն հերթականությամբ, որը համապատասխանում է այդ միացություններով մագմայի հագեցման աստիճանին)։

Գազերի սառեցման ու կոնդենսացման ժամանակ առաջացող գազային միացությունների և գերտաք լուծույթների հետ է կապված *ետմագմատիկ*՝ էքսհալացիոն, սկառնային (կոնտակտ-մետասոմատիկ) և հիդրոթերմալ հանքավայրերի մի ընդարձակ շարք։

Լեռնային ապարների ու դենետիկական տարբեր տիպերի օգտակար հանածոների հանքավայրերի հողմահարման հետ է կապված արտածին պրոցեսների ժամանակ առաջացած արտածին հանքավայրերի ընդարձակ շարքը. այդ շարքում տարբերում են հողմահարման և ճտվածքային հանքավայրեր։

Իրենց հերթին հողմահարման հանքավայրերը ստորաբաժանվում են հետևյալ խմբերի՝ էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոնգեր, մնացորդային (որոնք առաջացել են տեղում դժվարալույծ նյութերի կուտակումից) և ինֆիլտրացիոն (սրանք առաջանում են մակերևութային ջրերից դյուրալույծ հողմահարման նյութերի նստեցումից). ճտվածքային հանքավայրեր, որոնք առաջանում են ջրային հոսանքների շարժման ուղղությամբ կամ լճային ու ծովային ավազաններում մեխանիկական նյութի ու հողմահարման հետևանքով առաջացած լուծված նյութի նստեցման հաշվին և իրենց հերթին ստորաբաժանվում են՝

մեխանիկական նստվածքների (կավեր, ավազներ, գլաքարեր, ալյուվիալ ցրոններ), քիմիական նստվածքների իրական լուծույթներից (աղեր, գիպս), քիմիական նստվածքների կոլոիդալ լուծույթներից (Fe, Mn, Al հանքանյութերի հանքավայրեր), կենսաքիմիական նստվածքների (ածուխ, նավթ). վերջին խումբը մեր գրքում չի քննարկվում։

Լեռնային ապարների և հանքավայրերի (հիմնականում նստվածքային ծագման) մետամորֆիզմի պրոցեսում առաջանում են մետամորֆածին հանքավայրեր, որոնց մեջ տարբերում են մետամորֆացված և մետամորֆիկ հանքավայրեր:

Մետամորֆացված հանքավայրերը բնութագրվում են նրանով, որ թեև նրանց մեջ տեղի են ունենում հումքի որակի ու հանքանյութերի միներալային կազմի էական փոփոխություններ, այնուամենայնիվ, օգտակար հանածոյի բնույթը ու նրա կիրառման բնագավառները պահպանվում են (օրինակներ՝ Կրիվոյ Ռոգի, ԿՄԱ-ի և երկաթի այլ հանքավայրերի հանքանյութերը, Ղազախական ՍՍՀ-ի, Հնդկաստանի, Բրազիլիայի և այլն Mn-ի հանքավայրերը, Վիտվատերսրանդի Au-U-ի հանքանյութերը)։

Մետամորֆիկ հանքավայրերը մասամբ վերստին առաջանում են մետամորֆիզմի պրոցեսում ի հաշիվ այն լեռնային ապարների, որոնք մինչ այդ արժեք չէին ներկայացնում, կամ էլ նրանց մեջ տեղի են ունենում այնպիսի էական փոփոխություններ, որ փոխվում է օգտակար հանածոյի բնույթը ու նա ստանում է կիրառման այլ բնագավառներ (օրինակ՝ Կուրեյկայի ու Մերձապովյան մարզի գրաֆիտային հանքավայրերը, կիանիտային թերթաքարերը, ծածկող թերթաքարերը, մարմարները, նաժդակը և այլն)։

Հանքավայրերի դասակարգման հիմնական սկզբունք ընդունելով հանքառաջացնող երկրաբանական պրոցեսները, նրանց դասակարգումը ընդհանուր տեսքով կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

Ա. Ներծին (մագմածին) հանքավայրեր

Բուն մագմատիկ

Կարբոնատիտային

Պեգմատիտային

Ետմագմատիկ

1. Սկառնային (կոնտակտ-մետասոմատիկ)
2. Էքսհալացիոն (և էքսհալացիոն-նստվածքային)
3. Հիդրոթերմալ՝ բարձր, միջին և ցածր ջերմաստիճանների

Բ. Արտածին հանքավայրեր

Հողմահարման հանքավայրեր

1. Էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոններ
2. Մնացորդային
3. Ինֆիլտրացիոն

Նստվածքային հանքավայրեր

1. Մեխանիկական նստվածքային
2. Քիմիական նստվածքային իրական լուծույթներից
3. Քիմիական նստվածքային կոլոիդալ լուծույթներից
4. Կենսաքիմիական նստվածքային
5. Կառստոբիոլիտներ

Գ. Մետամորֆածին հանքավայրեր

Մետամորֆացված

Մետամորֆիկ

Հետագայում, այդ դասակարգման առանձին բաժինները մանրամասն մշակվեցին, ընդ որում շատ վեճեր և ուղղումներ եղան մագմածին և, մանավանդ, ետմագմատիկ հանքավայրերի խմբում:

Երկար տարիներ արտասահմանյան երկրներում և մեզ մոտ ամենից լայն տարածված էր Վ. Լինդգրենի գենետիկական դասակարգումը (առաջարկված 1911 թ.), երբ ետմագմատիկ հանքավայրերում ըստ ջերմաստիճանի և ճնշման առանձնացվում էին հետևյալ խմբերը՝ սուբլիմացման արգա-

սիքներ, պիրոմետաստոմատիկ հանքավայրեր և հիդրոթերմալ (հիպոթերմալ, մեզոթերմալ և էպիթերմալ) հանքավայրեր։

Ետմագմատիկ հանքավայրերի դասակարգման այդ պարզությունը ապահովեց նրա լայն տարածումն ու ճանաչումը։

Նկ. 18. Վ. Լինդգրեն

Սակայն, «հիպո», «մեզո» և «էպիթերմալ» տերմինները դարձան, համապատասխանաբար, «բարձր», «միջին» և «ցածը» ջերմաստիճանային տերմինների լրիվ հոմանիշներ, թեև Լինդգրենի մոտ այդ տերմինների տակ հասկացվում էին ոչ միայն ջերմաստիճանը, այլ նաև խորությունը (մեծ, միջին և փոքր) և նրան համապատասխանող ճնշումը հանքանստեցման ժամանակ։

Դրա հետևանքով, հանքավայրերը որոշակի դասերի ստորաբաժանելիս, առաջացան մի շարք թյուրիմացություններ՝ էպիթերմալ, մերձմակերեսային ոսկի-արծաթային հանքավայրերի հանքանյութերը շատ ավելի խորքային՝ կապար-

ցինկային ու ծարիրային հանքանյութերի հետ հայտնվեցին միևնույն խմբում. այնպիսի բարձրջերմաստիճանային հանքավայրեր, ինչպիսիք են Չիլիի պղինձ-տուրմալինայինը, Ճապոնիայի պղինձ-անագայինը, Հարավային Բոլիվիայի անագ-վոլֆրամ-բիսմուտայինը հայտնվեցին հիպոթերմալ խմբի մեջ, թեև նրանք առաջացել են փոքր խորություններում։ Պղընձի ու բազմամետաղային հրաքարային հանքավայրերը մտցված են մեզոթերմալ խմբի մեջ, թեև նրանք իրենցից ներկայացնում են միջինջերմաստիճանային, սակայն փոքր խորությունների առաջացումներ։

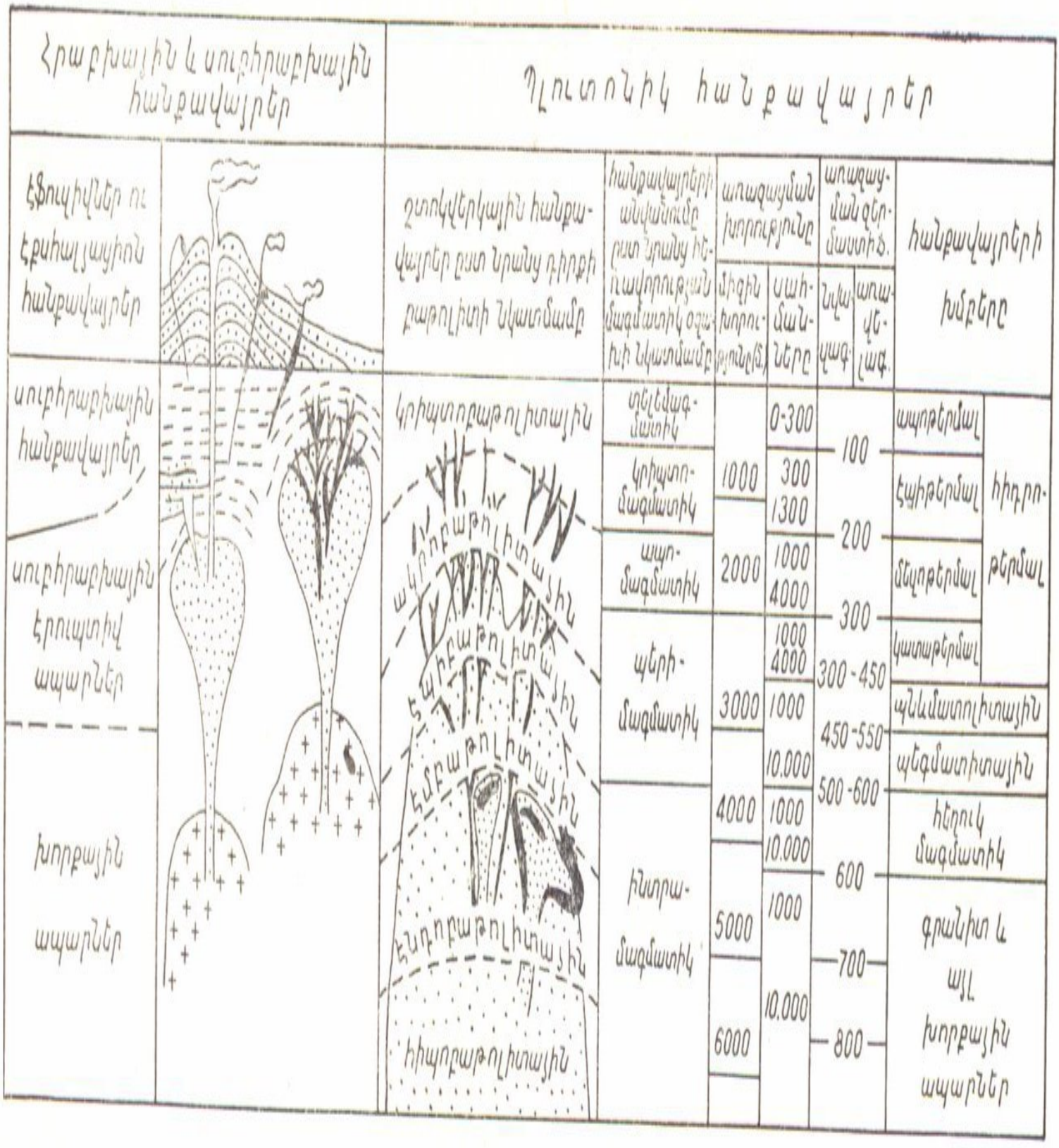
Վ. Լինդգրենի աշակերտներ Լ. Գրեյտոնը և Ա. Բադինգտոնը փորձեցին բարելավել նրա դասակարգումը՝ տելեթերմալ ու լեպտոթերմալ (Գրեյտոն) և քսենոթերմալ (Բադինգտոն) հանքավայրերի լրացուցիչ խմբեր մտցնելով, սակայն դա բարդացրեց տերմինաբանությունը և համարյա չօգնեց վիճակի բարելավմանը*։

Շատ ավելի ուշ (1941 թ.), համարյա միաժամանակ, առաջարկվեցին ընդհանուր առմամբ իրար շատ նման Պ. Նիգլիի և Հ. Շնեյդերհենի դասակարգումները. նրանց հիմքում ընկած էր ներծին պրոցեսի սովորական բաժանումը հինգ՝ հեղուկ մագմատիկական, պեգմատիտային, պնևմատոլիտային, հիդրոթերմալ և էքսհալացիոն փուլերի (նկ. 19)։ Այնուհետև, ըստ մագմատիկ օջախի (որը համարվում է ակտիվորեն գործող մայր օջախ) տեղադրման առանձնացվում են հրաբխային, սուբհրաբխային, պլուտոնիկ և խորքային-պլուտոնիկ հանքավայրերի խմբեր։

Հ. Շնեյդերհենը առանձնացնում է պնևմատոլիտային հանքավայրերի մի ընդարձակ խումբ (կոնտակտ-մետասոմատիկ հանքավայրեր՝ Sn, W, Mo-ի հանքավայրերի գերակշռող մասը, Au, Bi, գունավոր մետաղների հանքավայրերի մի մասը), իսկ հիդրոթերմալ հանքավայրերի խմբում՝ ըստ

---

* Տելեթերմալ հանքավայրերը ցածրջերմաստիճանային միջին խորությունների են, լեպտոթերմալը՝ միջինջերմաստիճանային և փոքր խորությունների, իսկ քսենոթերմալը՝ բարձրջերմաստիճանային և փոքր խորությունների։



Նկ. 19. Մագմածին հանքավայրերի սխեմատիկ առաջաբաժանումն ու նշանակումները (ըստ Հ. Շենյուհեեի)

գլխավոր մետաղների, առանձնացնում են հանքային ֆորմացիաների 8 զուգակցություններ՝ 1) Au և Au-Ag, 2) ծծմբապղնձահրաքարային, 3) Pb-Ag-Zn, 4) Ag-Co-Ni-Bi-U, 5) Sn-Ag-W-Bi, 6) Sb-Hg, 7) Fe-Mn-Mg օքսիդներ, 8) հանքազուրկ։ Սրանցից մի քանիսը ենթաբաժանված են պլուտոնիկ ու սուբհրաբխային ֆորմացիաների (ընդամենը առանձնացված է 65 հանքային ֆորմացիա, ընդ որում մի ֆորմացիայի մեջ հաճախ ընդգրկված են առաջացման տարբեր պայմաններ ու ջերմաստիճաններ ունեցող կատա-, մեզո- և էպիթերմալ հանքավայրեր)։

Հ. Շնեյդերհենի հիդրոթերմալ ֆորմացիաների բազմազանությունը երևում է թեկուզ նրանից, որ նրա մոտ նույն ֆորմացիայի մեջ ընդգրկված են հանքավայրերի այնպիսի տարբեր տեսակներ, ինչպիսիք են Ուրալի պղնձահրաքարային հանքավայրերը, ԱՄՆ-ի, Չիլիի, ՍՍՀՄ-ի պղնձա-մոլիբդենային հանքանյութերը, Բյուտի պղնձա-մկնդեղային հանքավայրը, Միչիգանի բնածին պղնձի հանքավայրը (ըստ հատկանիշի՝ գլխավոր մետաղը պղինձն է)։ Նույն ֆորմացիայում են ընդգրկված այնպիսի տարբեր առաջացումներ, ինչպիսիք են Ֆրայբերգի, Սուլլիվանի, Բրոկենհիլի ու Տրիստեյտի հանքավայրերը (ըստ հատկանիշի՝ գլխավոր մետաղներն են կապարն ու ցինկը)։

Պարզ է, որ այդպիսի դասակարգումը որոնողահետախուզական պրակտիկ աշխատանքներին զեկավար ուղղություն տալ չի կարող, և թեև այն հաշվի է առնում հանքավայրերի առաջացման խորությունը (դրանում է նրա առավելությունը Վ. Լինդգրենի դասակարգման համեմատությամբ), սակայն շատ բարդ է և համարյա անկիրառելի։

Այն սկզբունքները, որոնք պետք է դրվեին ետմագմատիկ հանքավայրերի գենետիկական դասակարգման հիմքում, նըշվել են Ս. Ս. Սմիռնովի կողմից և ելնում են հանքավայրի առաջացման խորությունը, պրոցեսի ջերմաստիճանը, ինչպես նաև հանքանյութերի քիմիկա-միներալային առանձնահատկությունները (հանքային ֆորմացիաները) հաշվի առնելու անհրաժեշտությունից։

Ինչպես նշում էր Ս. Ս. Սմիռնովը, լուծույթների հիմնական բաժինների ձևավորումը ավելի շուտ տեղի է ունենում հանքաբեր մագմատիկ համալիրի խորքային, արմատային մասերում, ընդ որում «հանքային լուծույթները, որոնք ձևավորվում են սկզբնական մագմատիկ «ավազանի» խորքային մասերում, կարող են բարձրանալ տարբեր զոնաներ և այստեղ ու հիմնականում միայն այստեղ, թողնել իրենց օգտակար բեռի գլխավոր մասը»*:

Ելնելով այդ սկզբունքներից և հաշվի առնելով Վ. Լինդգրենի և Պ. Նիգլի—Հ. Շնեյդերհենի դասակարգումների ոացիոնալ կորիզը, Լենինգրադի լեռնային ինստիտուտի օգտակար հանածոների հանքավայրերի ամբիոնի պրոֆեսորներ Պ. Մ. Տատարինովը և Հ. Գ. Մաղաքյանը 1949 թ. առաջարկեցին ետմագմատիկ հանքավայրերի դասակարգման իրենց տարբերակը, հաշվի առնելով հանքավայրերի առաջացման խորությունն ու ջերմաստիճանը և ստորաբաժանելով նրանց հանքային ֆորմացիաների**: Նրանք առանձնացնում են՝ էքսհալացիոն (մակերեսային և ստորջրյա տիպեր), սկառնային և հիդրոթերմալ հանքավայրեր, վերջիններս առաջացման խորությամբ ստորաբաժանվում են չափավոր (մասամբ ղդալի) ու փոքր խորություններ հանքավայրերի և նրանցից յուրաքանչյուրում անջատվում են բարձրջերմաստիճանային, միջինջերմաստիճանային ու ցածրջերմաստիճանային տիպեր՝ իրենց առանձին հանքային ֆորմացիաներով. ընդ որում հանքային ֆորմացիաները մեր կողմից առանձնացվում են ոչ թե ըստ գլխավոր մետաղի կամ մետաղների խմբի (ինչպես դա արված է Շնեյդերհենի մոտ), այլ առաջացման երկրաբանական և գենետիկական պայմանների ամբողջությամբ, հանքային կազմի ընդհանրությամբ և, վերջապես տնտեսական նման նշանակությամբ:

Իհարկե, մեր կողմից առաջադրված դասակարգման մեջ

---

* *С. С. Смирнов.* О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений. Зап. ВМО, ч. 76, вып. I, 1947.

** *П. М. Татаринов, И. Г. Магакьян.* Опыт классификации постмагматических месторождений. аЗп. ВМО, ч, 78, № 3, 1949.

կան թույլ կողմեր՝ անբավարար են մշակված խորության չափանիշները, որոշ չափով պայմանական են նաև ջերմաստիճանների սահմանումները, հաշվի չեն առնված հանքային լուծույթների կոնցենտրացիան և կազմը։ Այդ բոլոր թերություններով հանդերձ, մեր դասակարգումը պարզ ու հարմար է օգտագործման տեսակետից, իսկ «Օգտակար հանածոներ» դասընթացի դասավանդման փորձն ու հանքավայրերի գաշտային ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին այդ դասակարգման ընդունելիությունն ուսանողների ուսուցման և որոնողական-հետախուզական աշխատանքներին ճիշտ ուղղություն տալու գործում։

Վերջերս ակադ. Վ. Ի. Սմիռնովը իր մտքերն արտահայտեց հիդրոթերմալ հանքավայրերի դասակարգման վերաբերյալ։ Իր գրքի առաջին հրատարակության մեջ (1965) նա առանձնացրեց հանքավայրերի 5 խումբ՝ 1) պրեյզենային, 2) էնդոթերմալ (քվարցային, սուլֆիդային ու կարբոնատային ենթախմբերի ստորաբաժանումով), 3) տելեթերմալ, 4) հրաքարային, 5) սուբհրաբխային։ Հետագայում (1976 թ., գրքի 3-րդ հրատ.), ալբիտ-պրեյզենային և հրաքարային հանքավայրերը ինքնուրույն խմբերի մեջ առանձնացնելուց հետո, հիդրոթերմալ խմբում մնացին ընդամենը 3 տիպեր՝ պլուտոնածին, հրաբխածին և ամագմածին (կամ տելեթերմալ, շերտաձև)։ Պլուտոնածին հանքավայրերի շարքում առանձնացվում են քվարցային, սուլֆիդային և կարբոնատային պարագենեզիսների հանքավայրեր։ Առաջարկված դասակարգումը պարզ ու հարմար է օգտագործման տեսակետից, հիմնված է երկրաբանական հատկանիշների փաստական հետազոտությունների վրա, սակայն, ինչպես և մյուս դասակարգումները, զուրկ չէ թերություններից։

Մասնավորապես, շատ տարաբնույթ են ստացվում պլուտոնածին հանքավայրերի քվարցային, սուլֆիդային և կարբոնատային պարագենեզիսների խմբերը, որոնց մեջ ըստ առաջացման ջերմաստիճանների և խորությունների ընդգրկվում են իրարից խիստ տարբերվող հանքավայրեր։ Խայտաբղետ են նաև հրաբխածին ֆորմացիաները, որոնք այդ խմբում

միավորում են առաջացման պայմաններով իրարից տարբերվող այնպիսի հանքավայրեր, ինչպիսիք են Կրիպլ-Կրիկի Au-Ag (Կոլորադո նահանգ), Պոտոզիի և Լալագուայի Sn-W-Bi-Ag (Բոլիվիա), Միչիգանի քնածին Cu (ԱՄՆ, Միչիգանի նահանգ), Բրադենի Cu-տուրմալինային (Չիլի) հանքավայրերը և այլն։

Անկախ նրանից, թե որ դասակարգումը մենք կընդունենք, ներփակող ապարների համեմատ ըստ հանքավայրերի ձևավորման ժամանակի տարբերում են սինգենետիկ հանքավայրեր, որոնք առաջացել են ներփակող ապարների հետ միաժամանակ (բոլոր նստվածքային, ինչպես նաև վաղմագմատիկ հանքավայրերը) և էպիգենետիկ հանքավայրեր, որոնք առաջացել են ներփակող ապարներից ուշ (բոլոր հիդրոթերմալ, ուշմագմատիկ, սկառնային, ինֆիլտրացիոն և այլ տիպերի հանքավայրերը)։

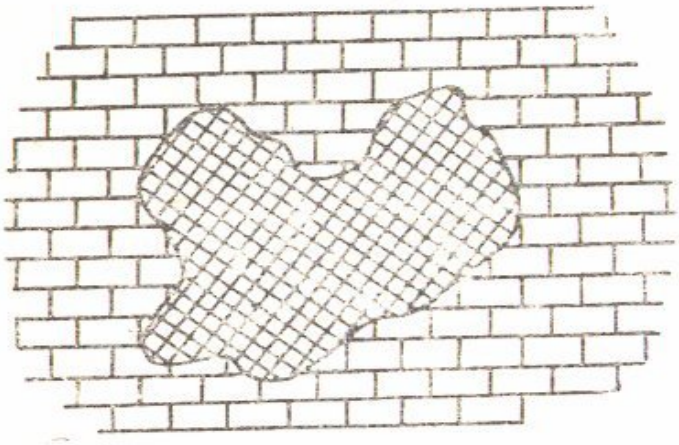
Նախքան հանքավայրերի գենետիկական տարբեր տիպերի սիստեմատիկ նկարագրմանն անցնելը, անհրաժեշտ է քննարկել ևս երկու հարց, որոնք ընդհանուր են հանքավայրերի գենետիկական բոլոր տիպերի համար՝ հանքամարմինների մորֆոլոգիան և հանքանյութերի տեքստուրաներն ու ստրուկտուրաները։

ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱՆ

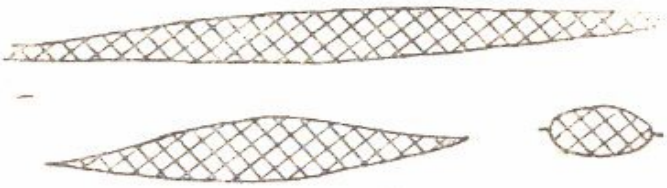
Հանքավայրերի հանքային մարմինների ձևերի ուսումնասիրությունն առաջին հերթին ունի կարևոր կիրառական նշանակություն, քանի որ այն կանխորոշում է որոնողահետախուզական և շահագործման աշխատանքների մեթոդիկան ու ուղղությունը։ Դրանից բացի, հանքային մարմինների ձևերի ուսումնասիրությունը հաճախ հեշտացնում է հանքավայրի առաջացման պայմանների (գենետիկական տիպի) բացահայտումը, քանի որ հանքավայրերի որոշակի տեսակների համար տիպական են որոշակի ձևերի հանքային մարմիններ։ Օրինակ, հիդրոթերմալ հանքավայրերի համար տիպական են

երակային ձևերը, նստվածքայինների համար՝ շերտավոր ձևերը և այլն։ Վերապահումով նշենք, որ միայն հանքային մարմինների ձևերով հանքավայրի ծագումը որոշելն, իհարկե, վտանգավոր է, ուրեմն անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև երկրաբանական պայմանների ողջ համալիրը։ Այսպես, հանքային մարմինների երակային ձևերը կարող են պատկանել նաև ուշ մագմատիկ, լիկվացիոն, կարբոնատիտային, ինֆիլտրացիոն տիպի հանքավայրերին, իսկ շերտայինը ու շերտաձևը՝ վաղմագմատիկ, լիկվացիոն, հիդրոթերմալ (որոշակի շերտերի ընտրովի տեղակալման դեպքում), սկառնային, հրաքարային, հրաբխա-նստվածքային, մնացորդային և ուրիշ այլ հանքավայրերին։

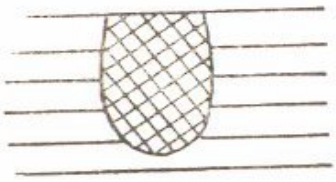
Տարածության մեջ երեք չափումներով հանքային մարմիններն ունեն՝ իզոմետրիկ, սյունաձև, սալաձև, ինչպես նաև նրանց միջև անցումային և բարդ ձևեր։



Նկ. 20. Շտոկ (հատակագիծ)



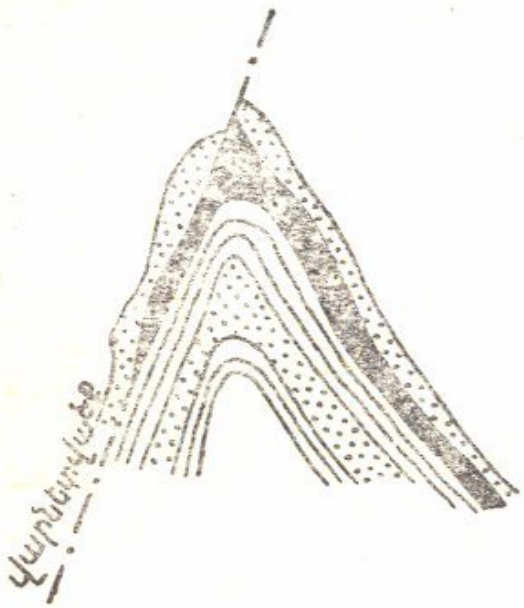
Նկ. 21. Ոսպնյակ և ոսպ (հատակագիծ)



Նկ. 22. Պարկ (կտրվածք)

Երեք ուղղությամբ հավասարաչափ զարգացած իզոմետրիկ մարմիններին են վերագրվում շտոկը և բունը (նկ. 20), որոնք իրարից տարբերվում են չափերով։ Շտոկը ունի հարյուրավոր մետր, իսկ բունը՝ մի քանի մետր տրամագիծ. որոշ չափով սեղմված, սալաձև մարմինները, համապատասխանաբար, կոչվում են կուտակ, ոսպնյակ կամ ոսպ (նկ. 21), իզոմետրիկ ձևերին մոտենում են՝ պարկը և գրպանը (նկ. 22)։

Սյունաձև մարմինների շարքին դասվում են սյուները, խողովակները, թամբաձև երակները, որոնք ձգված են մի ուղղությամբ, իսկ մյուս երկու ուղղություններով կարճ են (նկ. 23)։ Սալաձև մարմիններին, որոնք լավ են զարգացած երկու ուղղություններով, դասվում են երակներն ու շերտերը։



Նկ. 23. Ոսկի-բվարցային թամբաձև երակ, բարդացված խզումով (Բենդիգո, Ավստրալիա)

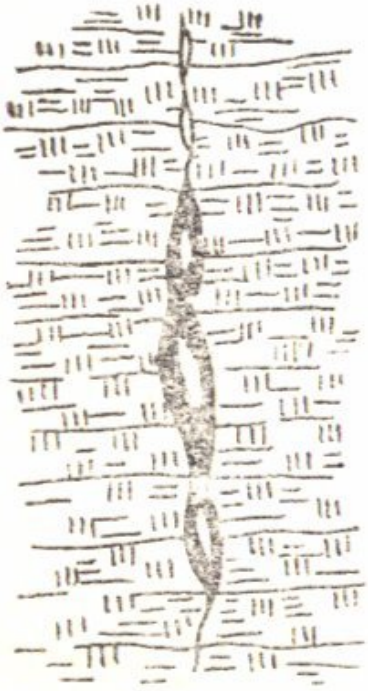
Նկ. 24. Հաճախային երակի սխեմատիկ կտրվածք

Երակը լեռնային ապարների ճեղքը լցնող միներալային զանգված է։ Շերտը՝ սալաձև, սովորաբար, նստվածքային ծագում ունեցող մարմին է, որը այլ կազմության ապարներից առանձնացված է շերտավորման հարթություններով։

Երակների մեջ, ուղղաձիգ ուղղությամբ տեղադրվածներից բացի տարբերում են պատկած ու կախված կողեր և զալբանդներ՝ երակը սահմանափակող կողի ապարներ (նկ. 24)։ Երակների մեջ, սովորականներից բացի, առանձնացնում են սպիանման (նկ. 25, հաղվադեպ փոքր փքվածքներով), խցային (նկ. 26, խոշոր փքվածքներով, սովորաբար կրաքարերում), համրիչաձև (փքվածքների և սեղմված տեղամասերի հերթագայությամբ, նկ. 27)։

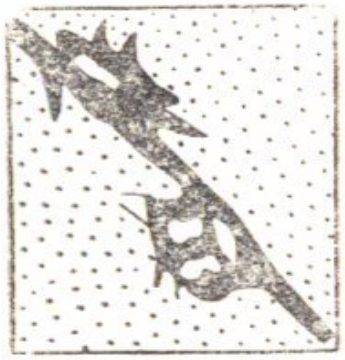
Երակները վերջանում են տարբեր ձևերով՝ աստիճանաբար բարակելով (սեպաձև) կամ ճյուղավորվելով, տրոհվելով մի շարք փոքր երակների կամ անթափանց ապարների էկրանի տակ կուտակ առաջացնելով։ Բոլոր հանքամարմինների,

ինչպես և լեռնային ապարների համար, չափվում են նրանց տեղադրման տարրերը՝ տարածումը, անկումը և անկման անկյունը. հանքային ոսպնյակների ու երակների համար կիրառական (հետախուզական, թեք հանքահորերի զետեղման համար) նշանակություն ունեն նաև հանքային մարմինների հակումը և գլորումը (սուզումը)։



Նկ. 25. Սպիաճման եռակ

Հակում. հաճախ ոսպնյակաձև հանքային մարմինները խորքում տեղաշարժվում են անկման հարթությունում՝ անկման ուղղու-



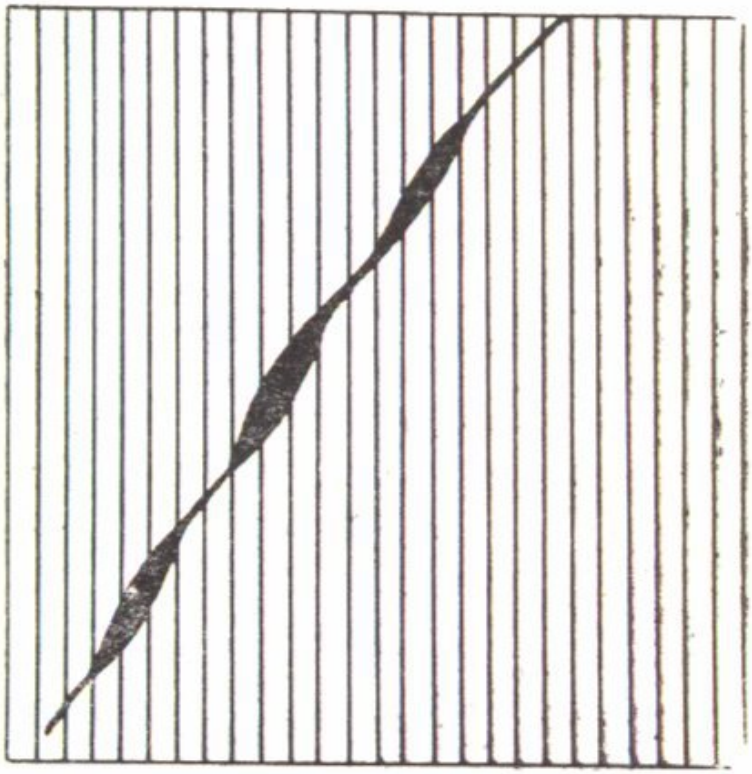
Նկ. 26. Եզային եռակ

թյունից այս կամ այն կողմ շեղվելով. հակման անկյունը կազմվում է անկման հարթությունում հանքային մարմնի առանցքի ամենամեծ երկարաձգվածության ուղղության և նրա տարածման գծի հատման միջոցով (նկ. 28)։

Գլորումը (սուզումը) այն անկյունն է, որը կազմված է անկման հարթությունում հանքամարմնի առանցքի և հորիզոնական հարթությունում նրա պրոեկցիայի միջև (նկ. 29)։

Բարդ ձևերից կարելի է նշել հետևյալները՝ շտոկվերկ. լեռնային ապարի տեղամաս, ներթափանցված հնարավոր բոլոր ուղղություններն ունեցող և ցանց կազմող հանքային մարմնը երակիկներով. ընդհանուր ձևը իզոմետրիկ է, շտոկաձև (նկ. 30)։ Թերթավորման զոնա. հաճախ թերթավորմանը ենթակա, փոխադարձաբար զուգահեռ բարակ երակիկների սերիա (նկ. 31)։ Ցանցավոր զոնա. իրար հատող երակիկների մի

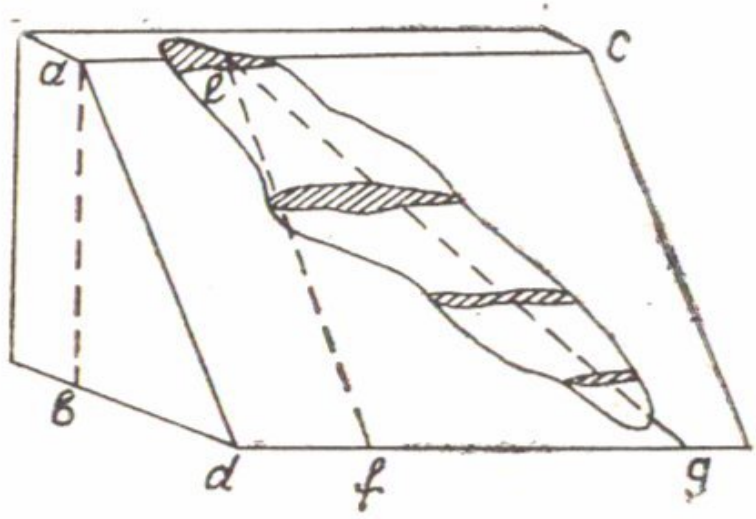
քանի սիստեմ (նկ. 32)։ Սանդուղքաձև երակներ. իրար փոխադարձաբար զուգահեռ երակիկների սիստեմ, որոնք տեղադրված են մեկը մյուսի վրա՝ սանդուղքի սանդղիկների ձևով (նկ. 33)։ «Ձիու պոչ». ճյուղավորվող վերջավորություններով երակներ, որոնք իսկապես նմանվում են ձիու պոչի (նկ. 34)։



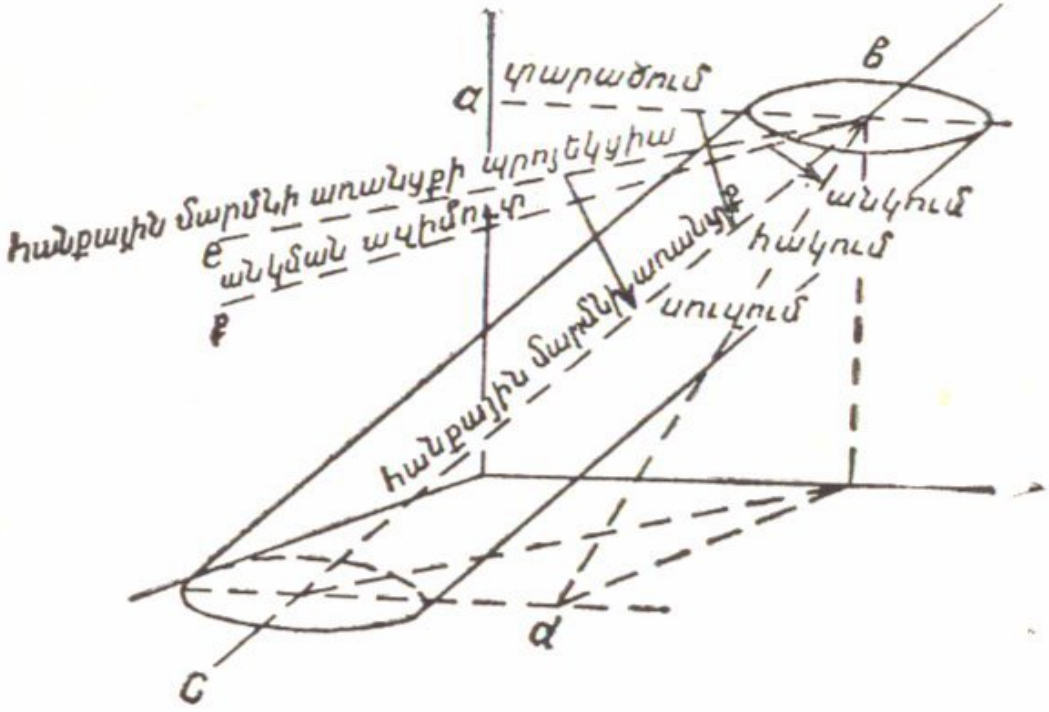
Նկ. 27. Համրիչաձև երակ (ըստ Վ. Ի. Սմիռնովի)

Երակներում օգտակար հանածոն հաճախ բաշխված է չափազանց անհավասարաչափ՝ արժեքավոր մետաղները կազմում են փոքր, շատ հարուստ տեղամասեր, որոնց անվանում են հանքային սյուներ (թփեր, բոնանցներ, դրպաններ, բներ)։ Այդ հարուստ կուտակումների առաջացման պատճառները տարբեր են և առայժմ անբավարար են ուսումնասիրված. հնարավոր պատճառներից մի քանիսը բերված են ստորև՝ 1) ճեղքերի հակադիր պատերի շարժման ժամանակ խոռոչների առաջացում. 2) տարբեր ուղղություններ ունեցող ճեղքերի հատում. 3) էկրանավորող անթափանց ապարների կողմից լուծույթների ամբարտակում. 4) կարբոնատային և բիտումային կողային ապարների ազդեցություն. 5) ճեղքերի տարածման ու անկման տեղերի փոփոխություններ (խոտորում). 6) մակերևույթին մոտ բրեկչիացած ապարներում կամ մակերևույ-

թին մոտ լուծույթների կազմի փոփոխության հետևանքով ջերմաստիճանի և ճնշման արագ անկում. 7) ներհանքային տեղաշարժեր և կրկնվող հանքայնացում։

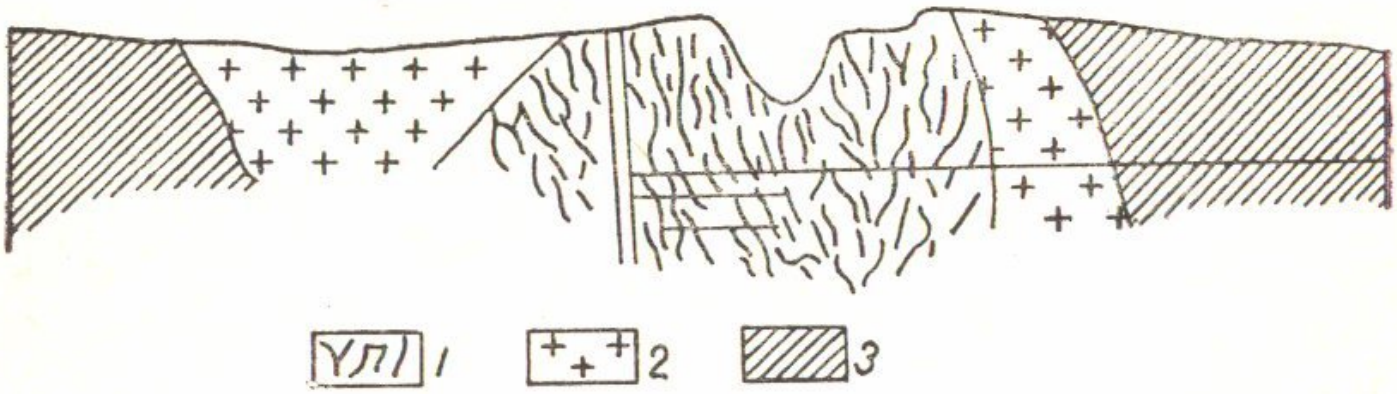


Նկ. 28. Ոսպնյականման հակում ունեցող հանքային մարմնի սխեմատիկ պատկերը



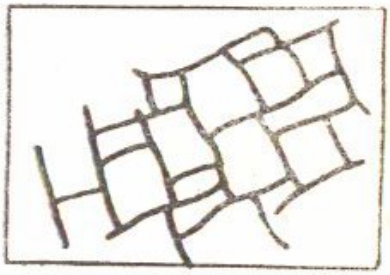
Նկ. 29. Հանքային մարմնի տարածումը, անկումը, հակումը, սուզումը լուսաբանող սխեմա

Հանքային այուները կիրառական մեծ նշանակություն ունեն առանձնապես ոսկու և արծաթի, երբեմն նաև անագի ու պղնձի, կապարի և ցինկի հանքավայրերի շահագործման ժամանակ. մի շարք դեպքերում մետաղների հիմնական քանակը



Նկ. 30. Ալտենբերգի անագային շտոկվերկները
1—գվիտեր. 2—գրանիտ-պորֆիր. 3—ներդրված ապարներ.

Նկ. 31. Թերթավորված երակ (սխեմա)



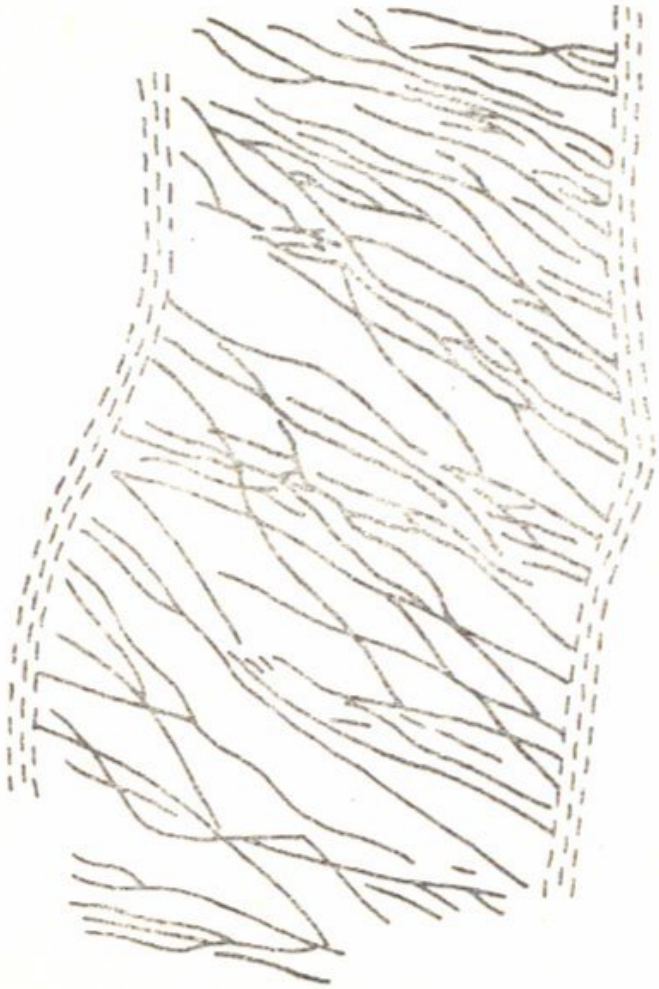
Նկ. 32. Վանդակաձև երակ (սխեմա)

ստանում են հենց այդ հանքային սյուներից, այն դեպքում, երբ երակի մնացած մասերն աղքատ են։

Հարկ է նշել, որ որոշակի հանքավայրի կամ երակների զուգահեռ սերիայի համար հանքային սյուների տեղաբաշխման օրինաչափությունները (սյուների միջև եղած հատվածները, նրանց հակումը) պահպանվում են, որը թույլ է տալիս նախօրոք կանխատեսել նրանց տեղադրման վայրերը և համապատասխան ուղղություն տալ հետախուզական աշխատանքներին։

ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՏԵՔՍՏՈՒՐԱՆԵՐԸ ԵՎ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆԵՐԸ

Տեքստուրա ասելով հասկանում ենք հանքանյութի կառուցվածքը, որը պայմանավորված է կազմությամբ ու ստրուկտուրայով, չափերով ու ձևերով տարբերվող հանքանյութ կազմող հանքային ագրեգատների զուգակցման եղանակով. օրինակ, բրեկչիային տեքստուրա՝ նոնաքարային



Նկ. 33. Սանդուղքային երակներ

Նկ. 34. «Ջիու պոչի» ձևի երակների սխեմա

սկառնի բեկորներ՝ ցեմենտացված կարբոնատներով ու սուլֆիդներով։

Ստրուկտուրա ասելով հասկացվում է հանքային ագրեգատի կառուցվածքը, որը պայմանավորված է տվյալ ագրեգատը կազմող բյուրեղային հատիկների ձևերի, չափերի և միակցությունների եղանակով։ Պետք է նկատի ունենալ, որ անգլերեն լեզվով հրատարակվող գրականության մեջ այդ տերմինների նշանակությունը ռուսերենի հետ համեմատած ճիշտ հակառակն է («texture» նշանակում է ստրուկտուրա, իսկ «structure»՝ տեքստուրա)։

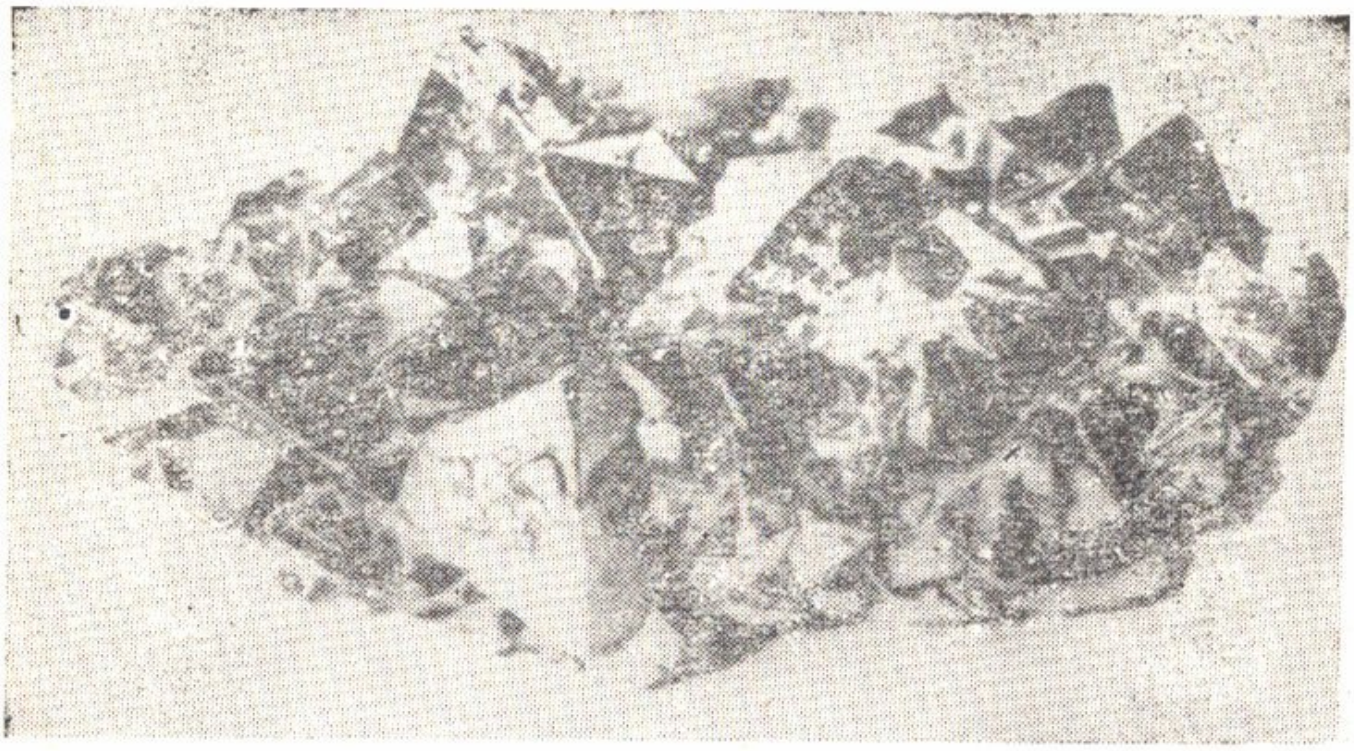
Հանքանյութերի տեքստուրաներն ու ստրուկտուրաները ուսումնասիրվում են մակրոսկոպիկ և միկրոսկոպիկ եղանակներով, սակայն տեքստուրաները մեծ մասամբ հետազոտվում են շտուֆներում (ցանկալի է լավ հղկված), իսկ ստրուկտուրաները՝ մանրադիտակի միջոցով։

Հանքանյութի կառուցվածքը (տեքստուրան) պայմանավորված է նրա առաջացման երկրաբանական պայմաններով (սեդրեգացիա, մետասոմատոզ, ներարկում, ճեղքերում լուծույթների շրջանառություն և այլն)։

Այսպես, բուն մագմատիկ հանքավայրերի համար բնորոշ են հոծ, պտավոր, նոդուլյար (նկ. 37), գոլավոր ու բրեկչիանման, պեգմատիտային հանքավայրերի համար՝ պեգմատիտային ու պեգմատոիդային, սկառնային հանքավայրերի համար՝ հոծ, պտավոր ու մնացորդային տեքստուրաները։ Բազմազան են հիդրոթերմալ հանքավայրերի տեքստուրանները՝ գոլավոր (նկ. 39), սանրաձև, կրուստիֆիկացիոն, կոկարդային, դրուզային (նկ. 35, 36), ժեոդային, բրեկչիային, բրեկչիանման, կոլոմորֆ, ցանավոր (նկ. 38), հոծ և այլն։

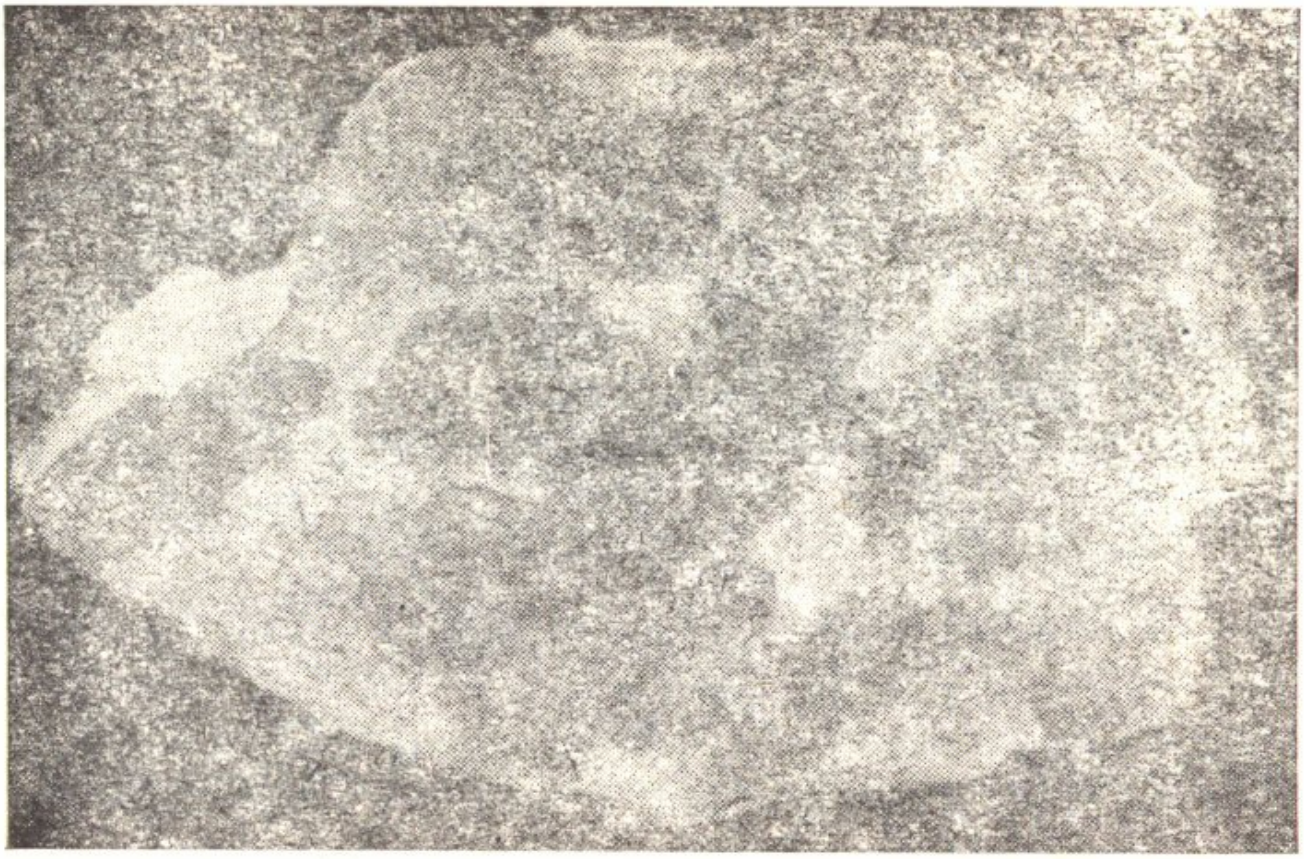
Հողմահարման հանքավայրերի հանքանյութերի համար բնորոշ են ծակոտկեն, խոռոչային, բջջային, կեղևային, օխրային, փոշիաձև, իսկ ինֆիլտրացիոն ու հրաքարային որոշ հանքանյութերի համար՝ կոլոմորֆ (նկ. 40), կոնկրեցիոն, դրուզային, ժեոդային տեքստուրաները։

Նստվածքային ծագում ունեցող հանքանյութերի համար բնորոշ են շերտավոր, կոնկրեցիոն, կոնգլոմերատային, օր-



Նկ. 35. Բյուրեղաբույլային (դրուզային) տեքստուրա
(պիրիտի բյուրեղներ, Մեծ ձոր)

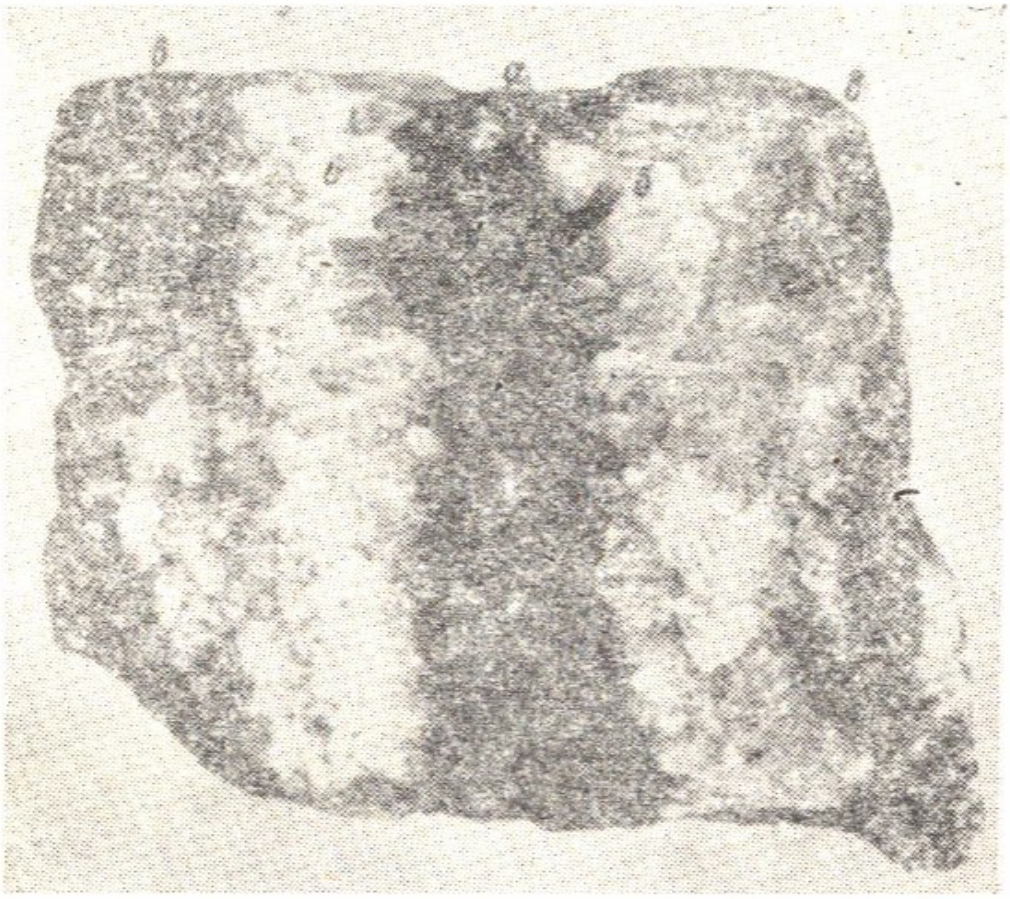
Նկ. 36. Բյուրեղաբույլային (դրուզային) տեքստուրա
(Էնարգիտի բյուրեղներ, Մեծ ձոր)



Նկ. 37. Նորմալյար տեքստուրա (բռոմիտ, Շուրժա)

Նկ. 38. Յաճավոր տեքստուրա (լոլինգիտ, Փյանջ-խոկ)

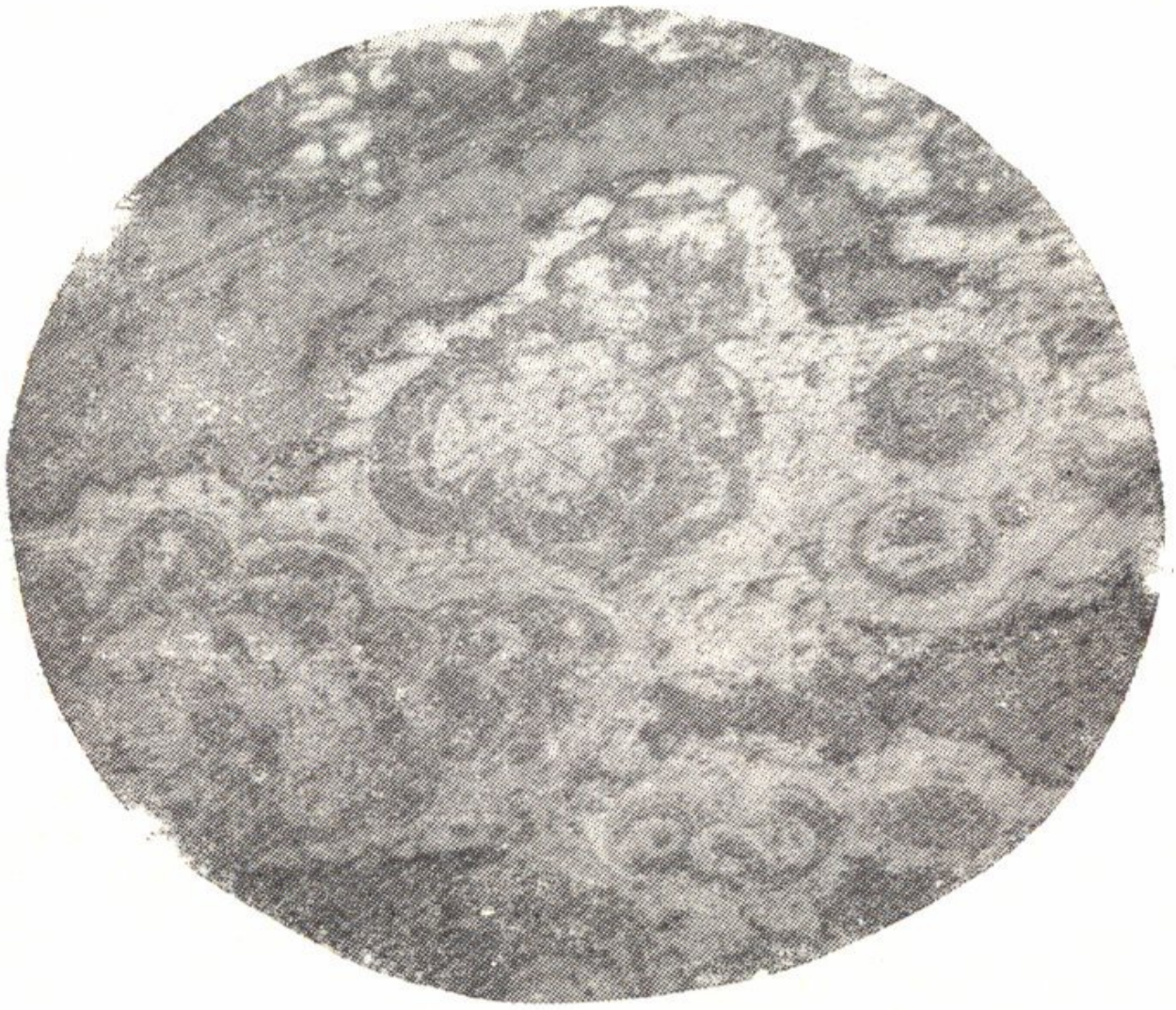
գանաձին, իսկ մետամորֆաձին հանքավայրերի համար՝ թերթավոր, բրեկչիանման, ծալազարդային (նկ. 41) տեքստուրաները։



Նկ. 39. Զոլավոր տեքստուրա
(բազմամետաղային հանքավայր)

Քանի որ հանքանյութի տեքստուրայի ավյալ զարդանքարը սովորաբար բնորոշ է հանքանյութերի որոշակի գենետիկական տիպերին, ապա տեքստուրաների ուսումնասիրությունը հեշտացնում է հանքավայրի գենետիկական տիպի սահմանումը։ Հանքային տարբեր ագրեգատների միջև հատակային փոխհարաբերությունները օգնում են վերականգնել հանքային պրոցեսի ընթացքը և նշել նրանում հանքայնացման առանձին փուլերն ու ստադիանները. վերջապես, հանքանյութերի փորձանյութարկման մեթոդիկայի և հանքհարըստացման եղանակների որոշման համար (օրինակ, ձեռքով կատարվող տեսակավորման համար) նույնպես անհրաժեշտ է տեքստուրաների ուսումնասիրությունը։

Հանքանյութերի ստրուկտուրաների ուսումնասիրությունը որոշում է միներալների առաջացման հերթականությունն ու պայմանները, ինչպես նաև նրանց հարաճումների բնույթը,



Նկ. 40. Կոլոմորֆ տեքստուրա
(սֆալերիտ ու գիպս, Ալավերդի)

որը կարևոր է հարստացման ռացիոնալ եղանակ ընտրելու գործում։

Ա. Գ. Բետեխտինը հանքանյութերի ստրուկտուրաների մեջ առանձնացնում է հետևյալ գլխավոր խմբերը՝

ա) Հալոցքներից կամ լուծույթներից նստած հատիկավոր ստրուկտուրաներ (ալոտրիոմորֆ, պանիդիոմորֆ, հիպիդիոմորֆ, պորֆիրանման, պոյկիլիտային)։

բ) Կոռոզիոն ստրուկտուրաներ՝ խածատման (նկ. 42) մեքականման, կմախքաձև, խածատման մնացորդների (նկ. 43)։

գ) Պինդ լուծույթների տրոհման ստրուկտուրաներ՝ էմուլ-

սիոն, թիթեղաձև (նկ. 44), վանդակաձև, մերականման, հատիկավոր։

դ) Նստվածքային ծագման հանքանյութերի ստրուկտուրաներ՝ բեկորային, օոլիտային (նկ. 45)։

ե) Վերաբյուրեղացման ստրուկտուրաներ՝ գրանոբլաստիկ, պորֆիրաբլաստիկ։

Նկ. 41. Մալազարդային տեքստուրա
(Երկաթային ֆլարցիտ, Կրիվոյ Ռոգ)

Հանքանյութերի տեքստուրաների և ստրուկտուրաների մանրազնին ուսումնասիրությունը միներագրաֆիա առարկայի խնդիրն է։

Ա. ՆԵՐԾԻՆ (ՄԱԳՄԱԾԻՆ) ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

ԲՈՒՆ ՄԱԳՄԱՏԻԿ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Այս տիպի հանքավայրերը առաջանում են մագմատիկ փուլում հալոցքից, կամ որպես մագմայից վաղ բյուրեղ-

ների անջատումներ՝ վաղմագմատիկ հանքավայրեր (սեգրեգացիոն, պրոտոմագմատիկ), կամ որպես ցնդողներով հարուստ մնացորդային հանքային մագմաների անջատումներ՝ ուշմագմատիկ հանքավայրեր (հիստերոմագմատիկ, ֆուզիվ), կամ էլ, վերջապես, մագմայի տրոհման (լիկվացիայի) հետեվանքով բաժանվելով սիլիկատային ու սուլֆիդային մասերի (լիկվացիոն հանքավայրեր)։

Նկ. 42. Խածատման ստրուկտուրա
(բոռնիտը խածատված է խալկոպիրիտով, Ագարակ)

Բուն մագմատիկ հանքավայրերն առաջանում են շատ բարձր ջերմաստիճանների՝ 700—1500°C պայմաններում և սովորաբար, որոշ բացառությամբ, մեծ խորություններում։ Փոքր խորություններում առաջացել են միայն մի քանի հանքավայրեր՝ բնածին երկաթի կուտակումներ Գրենլանդիայի բազալտներում, լիկվացիոն տիպի պղինձ-նիկելային սուլֆիդային որոշ հանքավայրեր (Նորիլսկի խումբ), մագնետիտի ցան և շլիրներ մի շարք շրջանների պորֆիրիտներում ու դիաբազներում։

Ակադ. Ա. Ն. Զավարիցկին առաջարկում է բուն մագմատիկ հանքավայրերի հետևյալ դասակարգումը, որն ընդունված է մեր կողմից՝ ա) սեգրեգացիոն (վաղմագմատիկ) հանքավայրեր, բ) հիստերոմագմատիկ (ուշմագմատիկ) հանքավայրեր և գ) լիկվացիոն հանքավայրեր։

Վաղմագմատիկ հանհավայրերը ներկայացված են արժեքավոր միներալների ամենից վաղ անջատումներով, որոնք ցրված են մայր ապարներում ցանի կամ մանր շլիրների ձևով. վերջիններն աստիճանաբար անցնում են ներփակող ապարի։

Նկ. 43. Խածատումից առաջացած մնացորդների ստրուկտուրա (վոլֆրամիտի մնացորդները խածատված են շեելիտով, Կոբուտի)

Ուլտրահիմքային-հիմքային ապարների հետ կապված են քրոմիտի վաղմագմատիկ (սեգրեգացիոն) հանքավայրերը (Բուշվելդ, Կլյուչևսկոյե և այլն), պլատինի և օսմիումային իռիդիումի (Ուրալի հանքավայրերի մի մասը), ալմաստի (ՀԱՀ-ն Քիմբերլեյ, Հնդկաստանի, Բրազիլիայի, ՍՍՀՄ-ի)

հանքավայրերը. թթու և ալկալի ապարների հետ են կապված լոպարիտի (ՍՍՀՄ) հանքավայրերը, մոնացիտի ու ցիրկոնի կուտակումները (Հնդկաստան, Բրազիլիա, Ավստրալիա, Կորեա և այլն)։

Վաղմագմատիկ հանքավայրերի մասշտաբը սովորաբար մեծ չէ, հանքանյութերն աղքատ են (բներ, ցան), ուստի այդ տիպը գլխավորապես արդյունաբերական նշանակություն ունի միայն այնպիսի արժեքավոր օգտակար հանածոների համար, ինչպիսիք են պլատինի խմբի մետաղներն ու ալմաստը։ Բայց և այնպես հայտնի են այդ տիպի շատ խոշոր երկու հանքավայրեր, որոնք պայմանավորված են գրավիտացիոն դիֆերենցումով ուլտրահիմքային զանգվածում (Բուշվելդ) քրոմիտի (նկ. 46) և ալկալի զանգվածում (ՍՍՀՄ) լոպարիտի վաղ

Նկ. 44. Պինդ լուծույթների տրոհման (խալկոպիրիտի բիթեղներ բոռնիտի դաշտում) բիթեղային ստրուկտուրա

քյուրեղների սուզմամբ և ինտրուզիվի հատակում առաջացնում են առաջին դեպքում՝ քրոմիտային և երկրորդում՝ լոպարիտային հանքանյութերի շերտաձև մարմիններ։

Վաղմագմատիկ հանքավայրերի արդյունաբերական դերը գնահատելիս պետք է հաշվի առնել, որ այդ տիպի արմատա-

կան հանքավայրերի (ցանի, բների) քայքայման հետևանքով արժեքավոր կայուն միներալները կուտակվում են ալյուվիալ և ծովային ցրոններում։ Ալմաստի ու պլատինի արդյունահանման գլխավոր մասը և թորիումի (մոնացիտից) ու ցիրկոնի համարյա ամբողջ արդյունահանումը կատարվում է այդպիսի ցրոններից։

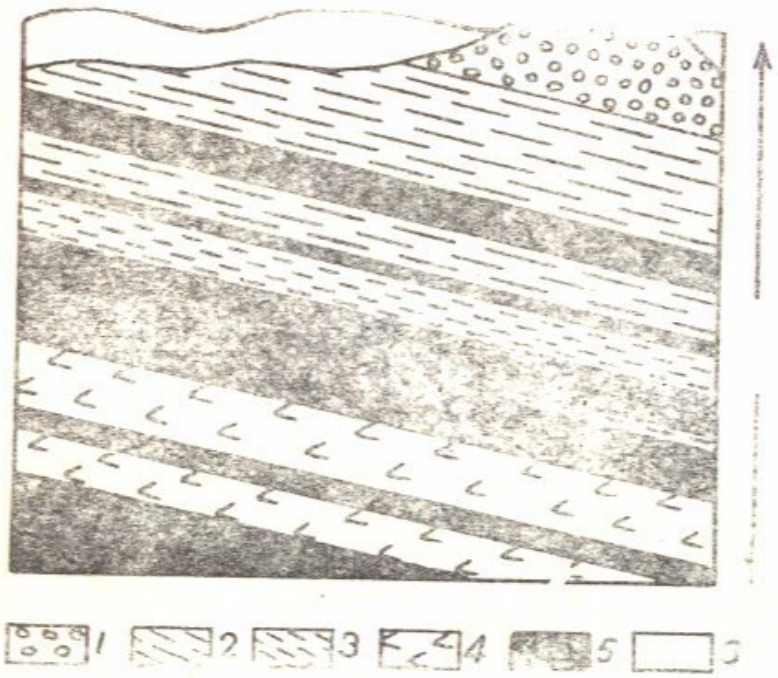
Ուլմագմատիկ հանքավայրեր առաջանում են մագմայի սառեցման ավելի ուշ փուլերում, ցնդողներով հարստացած մնացորդային հանքային մագմաներից. ցնդողները օժանդակում են հանքային մագմաների բյուրեղացման ջերմաստիճանի անկմանը և նպաստում նրանց ներդրմանը արդեն սառած սիլիկատային զանգվածների մեջ։

Նկ. 45. Օլիտային ստրուկտուրա
(լիմոնիտային հանքանյութ, Կերչ)

Հանքամարմիններն այստեղ դայկաձև (նկ. 47), երակաձև, ոսպնյակաձև են, ընդ որում, հոծ, հարուստ հանքանյութերը բավականաչափ կտրուկ սահմանազատված են ավելի վաղ սառած ներփակող ապարներից։

Հանքավայրերը կապված են ուլտրահիմքային-հիմքային մագմաների (քրոմիտ, տիտանոմագնետիտ, պլատինի խմբի մետաղներ) և ավելի հազվադեպ՝ թթու և ալկալի մագմաների (մագնետիտ, ապատիտ) հետ։ Հանքամարմինների չափերը երբեմն շատ մեծ են (տարածումը մինչև մի քանի կմ, հզորությունը՝ տասնյակներից մինչև հարյուրավոր մետրեր, խորությունը՝ 1—2 կմ)։

ՍՍՀՄ-ի քրոմիտի առավել խոշոր (Կեմպիրսայի խումբ, Սարանա և այլն), Թուրքիայի ու Բալկանների նույնատիպ, Խիբինների նեֆելին-ապատիտային, Հյուսիսային Շվեդիայի ապատիտ-մագնետիտային (Կիրունա և այլն), Ուրալի տիտանոմագնետիտային (Կուսինսկոյե, Կաչկանար լեռ և այլն), Նիժնի Տագիլի պլատինի հանքավայրերը հիսերոմագմատիկ (ուշմագմատիկ) հանքավայրերի տիպիկ օրինակներ են։ Այս տիպը արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունի քրոմիտի, տիտանոմագնետիտի, ապատիտի, պլատինի խմբի մետաղների համար։



Նկ. 46. Քրոմիտի շերտաձև կուտակներ Հարավային Աֆրիկայի Բուշվելդի համալիրում (ըստ Կուպֆերբյուրգերի և ուրիշ.) 1—անորտոզիտ. 2—գաբրո. 3—բրոնզիտ. 4—պիրոքսենիտ. 5—քրոմիտ. 6—բերվածք.

Լիկվացիոն հանքավայրերը առաջանում են սուլֆիդներ պարունակող հիմքային մագմայից լիկվացիայի (տրոհման) հետևանքով երկու՝ սիլիկատային ու սուլֆիդային մասերի բաժանվելով. հետագայում սիլիկատային և սուլֆիդային մա-

սերը բյուրեղանում են առանձին-առանձին, սկզբում սիլիկատայինը, իսկ փոքր-ինչ ուշ՝ սուլֆիդայինը։ Լիկվացիան ըստ կրսվում է ~1500°C (ու մի փոքր ավելի ցածր) ջերմաստիճանների պայմաններում և նրա առաջին փուլում սուլֆիդները առանձնանում են սիլիկատային հալոցքում մանր գնդիկների (կաթիլների) ձևով։

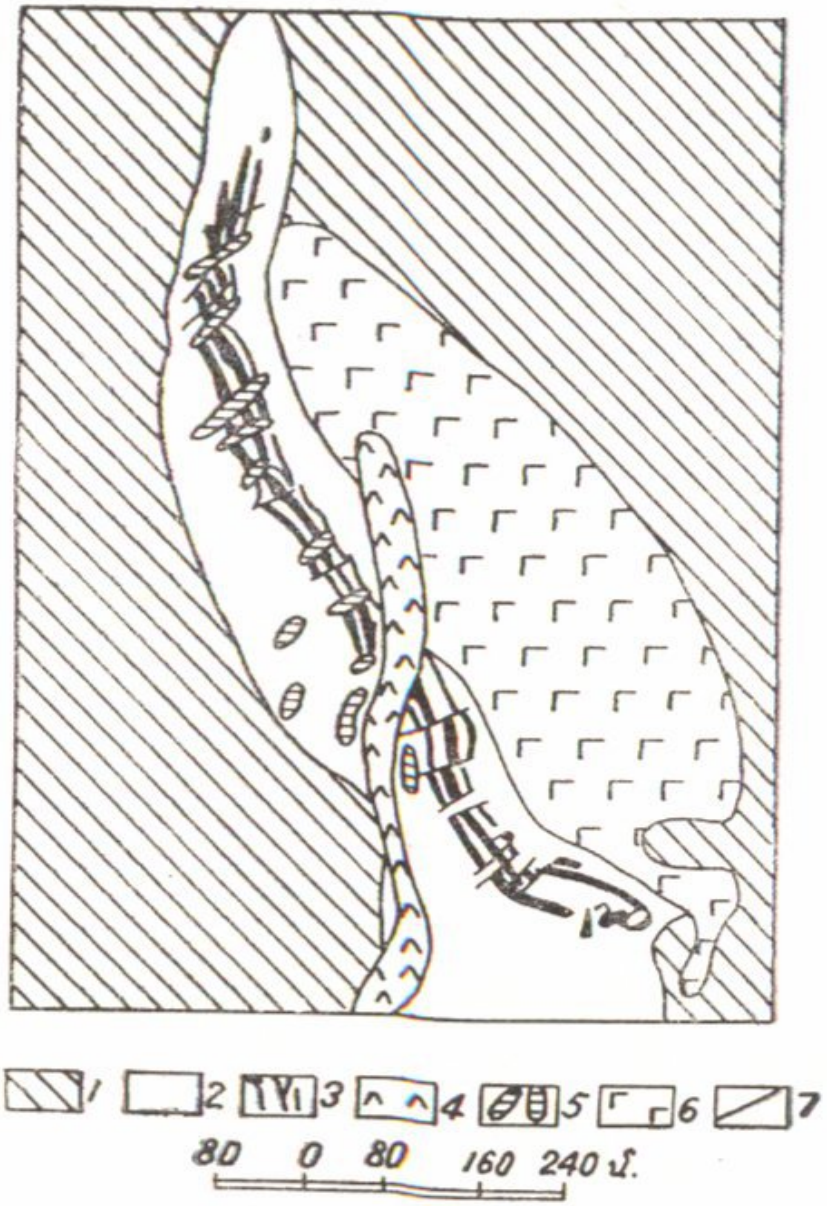
Եթե տրոհումից հետո կատարվի սիլիկատային մագմայի արագ սառեցում, ապա կառաջանա սուլֆիդային հանքանյութերի ցանավոր հանքավայր. եթե, ընդհակառակը, սիլիկատային մագմայի բյուրեղացումը ուշանում է, ապա սուլֆիդային գնդիկները հասցնում են սուզվել ու կազմել խիտ ցանավոր կամ հոծ հանքանյութերի մերձհատակային կուտակումներ (նկ. 48). վերջապես, եթե սիլիկատային մագման բյուրեղացել է ու նրա զանգվածներում առաջացել են ճեղքեր, ապա դեռ չսառած սուլֆիդային մագման դուրս է մղվում այդ ճեղքերով, առաջացնելով սուլֆիդային հարուստ հանքանյութերի երակաձև մարմիններ։

Այսպիսով, լիկվացիոն հանքավայրերի շարքում հանքամարմինների ձևով կարելի է առանձնացնել երեք տիպ՝ ցանավոր հանքանյութեր, հատակային կուտակումներ և երակաձև մարմիններ։

Լիկվացիոն հանքավայրերն իրենց ծագումով կապված են գաբրո-պիրոքսենիտների ու պերիդոտիտների, օլիվինային դիաբազների, նորիտների, քվարցային դիորիտների (իբրև հիմքային մագմայի ամենաթթու ածանցյալների) հետ և սովորաբար տեղադրված են վահանների ու նրանց պլատֆորմների սահմաններում, հաճախ կապված են շերտավորված (տեկտոնապես հանգիստ պայմաններում) հիմքային ապարների լակոլիտների ու սիլլերի հետ։

Հանքանյութերում սուլֆիդներից գլխավոր դերը կատարում են պիրոտինը, պենտլանդիտը և խալկոպիրիտը, որոնց հետ հանդես են գալիս պիրիտը (հաճախ Co-աբեր), կոբալտի ու նիկելի արսենիդները, մագնետիտը, պլատինի խմբի մետաղները՝ սպերիլիտը—$PtAs_2$, կուպերիտը—PtS, ստիբիոպալլադինիտը—Pd_3Sb, պալլադիումային պլատինը (Pt,

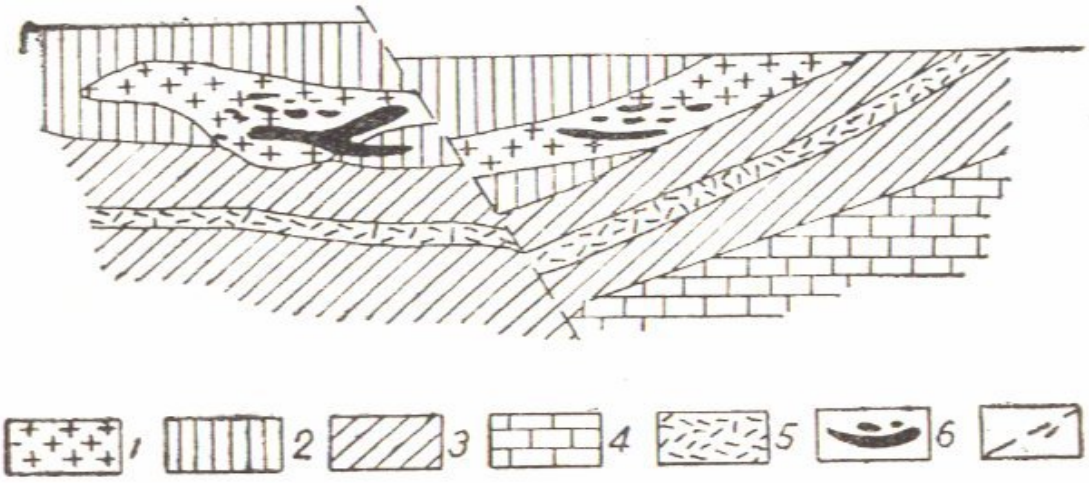
Pd) և այլն։ Լիկվացիոն հանքավայրերի շարքում կարելի է նշել պղինձ-նիկելային (Pt և Pd խառնուրդով) սուլֆիդային



Նկ. 47. Սարանայի Բոմիտի հանքավայրը
1—բերթաֆարեր ու էվարցիտներ (ստորին պալեոզոյ). 2—սերպենտինացված պերիդոտիտներ. 3—հանքային մարմիններ. 4—գաբրո-դիաբազներ. 5—պորֆիրիտների ու դիաբազների դայկաներ. 6—գաբրո. 7—վարնետվածքների գծեր.

հանքանյութերի այնպիսի խոշոր կուտակումներ, ինչպիսիք են Սյոդբերին Կանադայում, Ռուստենբուրգը ՀԱՀ-ում, Նորիլսկը, Պեչենգան ու Մոնչեգորսկը ՍՍՀՄ-ում։ Այս տիպը արդյունա-

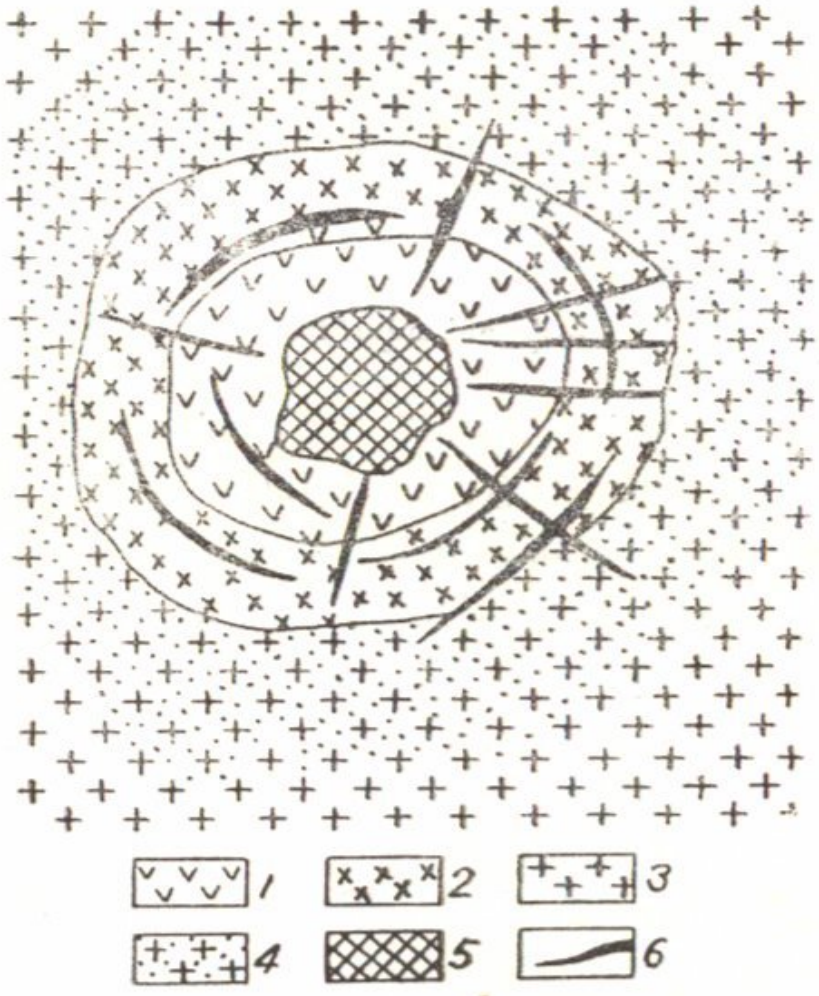
բերական մեծ նշանակություն ունի նիկելի (համաշխարհային արդյունահանման $^2/_3$ մասը), պլատինի ու պալլադիումի (արդյունահանման 50%-ից ավելին) և որոշ չափով նաև գումընթացաբար կորզվող Cu, Co, Se-ի և այլնի համար։



Նկ. 48. Նորիլսկի հանքավայրի երկրաբանական կտրվածքը
1—գաբրո-դիաբազների ինտրուզիա. 2—ծածկի լավաներ. 3—պերմո-կարբոնի ավազաքար-թերթաքարային ածխաբեր շերտախումբ. 4—սիլուրի նստվածքներ. 5—տիտանային պիրոխսենով դիաբազ. 6—սուլֆիդային հանքանյութեր. 7—վարհետվածքներ.

Լիկվացիոն հանքավայրերի համար մեծ նշանակություն ունեն FeS-Ni_3S_2, Fe-Cu-S, Fe-Ni-Cu-S (FeS-Ni_3S_2-Cu_2S սիստեմի վիճակի դիագրամը), սուլֆիդներ-սիլիկատներ (Դ. Պ. Գրիգորևի փորձերը), FeS-FeO-SiO_2 (Յա. Օլշանսկի) սիստեմների ուսումնասիրման փորձարարական աշխատանքները։ Այդ ուսումնասիրությունները հաստատում են ծծումբ պարունակող հիմքային կազմության մագմայի տրոհումը (լիկվացիան) սիլիկատային ու սուլֆիդային մասերի։ Տիտանային ու ապատիտային հանքավայրերում հանքայնացումը մոդելացնող փորձերը (Ռ. Ֆիշեր) օքսիդներ-սիլիկատներ-ֆոսֆատներ սիստեմների վրա հաստատեցին $Fe_x O_y$-$Ca_5F(PO_4)_3$-$Na_2O \cdot 2{,}7SiO_2$ սիստեմում հեղուկների անխառնելիությունը, որը սկսվում է «ֆոսֆատ-սիլիկատ» կողմում ու տարածվում է երկաթի ամենաբարձր օքսիդների ուղղությամբ։ Փորձերը հաստատեցին նաև, որ իլմենիտն ու քրոմիտը դրսևորվում են երկաթի ամենաբարձր օքսիդների նման։

Բունմագմատիկ հանքավայրերը սերտորեն զուգակցվում են որոշակի ինտրուզիվ՝ հիպերբազիտային (քրոմիտի, ինչպես նաև տիտանոմագնետիտի ու պլատինի հանքավայրերը), գաբրոանորտոզիտային (տիտանոմագնետիտի հանքավայրերը), բազալտոիդային ու տրապային մագնեզիումով հարուստացած ֆացիաներում (պղինձ-նիկելային ու պլատին-պալլադիումային լիկվացիոն հանքավայրերը), գաբրո-պիրոքսենիտ-դունիտային (քրոմիտի, տիտանի, պլատինի հանքավայրերը), ուլտրահիմքային-ալկալային (ապատիտային, լոպարիտային, մասամբ պլատինի հանքավայրերը) ֆորմացիաների հետ:



Նկ. 49. Կարբոնատիտային հանքավայրի կառուցվածքի ընդհանուր սխեման (ըստ Վ. Ի. Սմիռնովի). 1—ալկալային ապարներ. 2—ուլտրահիմքային ապարներ. 3—գնեյսներ. 4—ֆենիտներ. 5—կարբոնատիտների շտոկ. 6—կարբոնատիտների երակներ.

Այս խմբի հանքավայրերը ուսումնասիրվել, մշակվել և որպես առանձին տիպ առանձնացվել են միայն վերջերս և դա ունի իր բացատրությունը. նրանք իրենցից ներկայացնում են բնության արտակարգ և համեմատաբար հազվագյուտ երևույթ. այդ տիպի ամենախոշոր հանքավայրերը գտնվում են Աֆրիկայի մայր ցամաքի, Բրազիլիայի ու Սիբիրի դժվարանցանելի շրջաններում, իսկ կարբոնատիտների հիմնական օգտակար հանածոները (նիոբիում, ցիրկոնիում, հազվագյուտ հողեր) ժամանակակից տեխնիկայում լայն կիրառում են գտել միայն վերջին տասնամյակներում:

Կարբոնատիտային հանքավայրերը կապված են ուլտրահիմքային-ալկալի զանգվածների հետ, որոնք առաջացնում են համակենտրոն-զոնալ և օղակավոր ինտրուզիվներ. վերջինները հարում են վահաններում—պլատֆորմներում զարգացած գերխորքային խզումներին, որոնք իրենց հերթին, հավանաբար, հասնում են թիկնոցին, որտեղից և բարձրանում է ուլտրահիմքային-ալկալի կազմության մագման:

Այդ ինտրուզիվ համալիրների զարգացումն ըստ ժամանակի սկսվում է ուլտրահիմքային (դունիտներ, պերիդոտիտներ), ապա ուլտրահիմքային-ալկալի և ալկալի ապարների ներդրմամբ և ավարտվում կարբոնատիտների առաջացմամբ. տարածականորեն այդ զարգացումը սովորաբար տեղի է ունենում կենտրոնամետ ձևով, այնպես որ ամենաուշ կարբոնատիտները տեղադրվում են համալիրի կենտրոնական մասում (նկ. 49): Ավելի հազվադեպ զարգացումն ընթանում է կենտրոնախույս ձևով և այդ դեպքում կարբոնատիտները գտնվում են համակենտրոն-զոնալ ինտրուզիվ համալիրի եզրում (նկ. 50):

Ձևով կարբոնատիտների մարմինները կազմում են շտոկներ (մինչև 8 կմ տրամագծով) ու դայկաներ (մինչև 10 մ հզորությամբ ու մինչև 1—2 կմ տարածմամբ) հաճախ ներփակող ապարների հետ կտրուկ կոնտակտներով:

Շատ դեպքերում ներփակող գրանիտա-գնեյսներում կամ թերթաքարերում տեղի ունի ֆենիտացում (ալկալի մետասո-

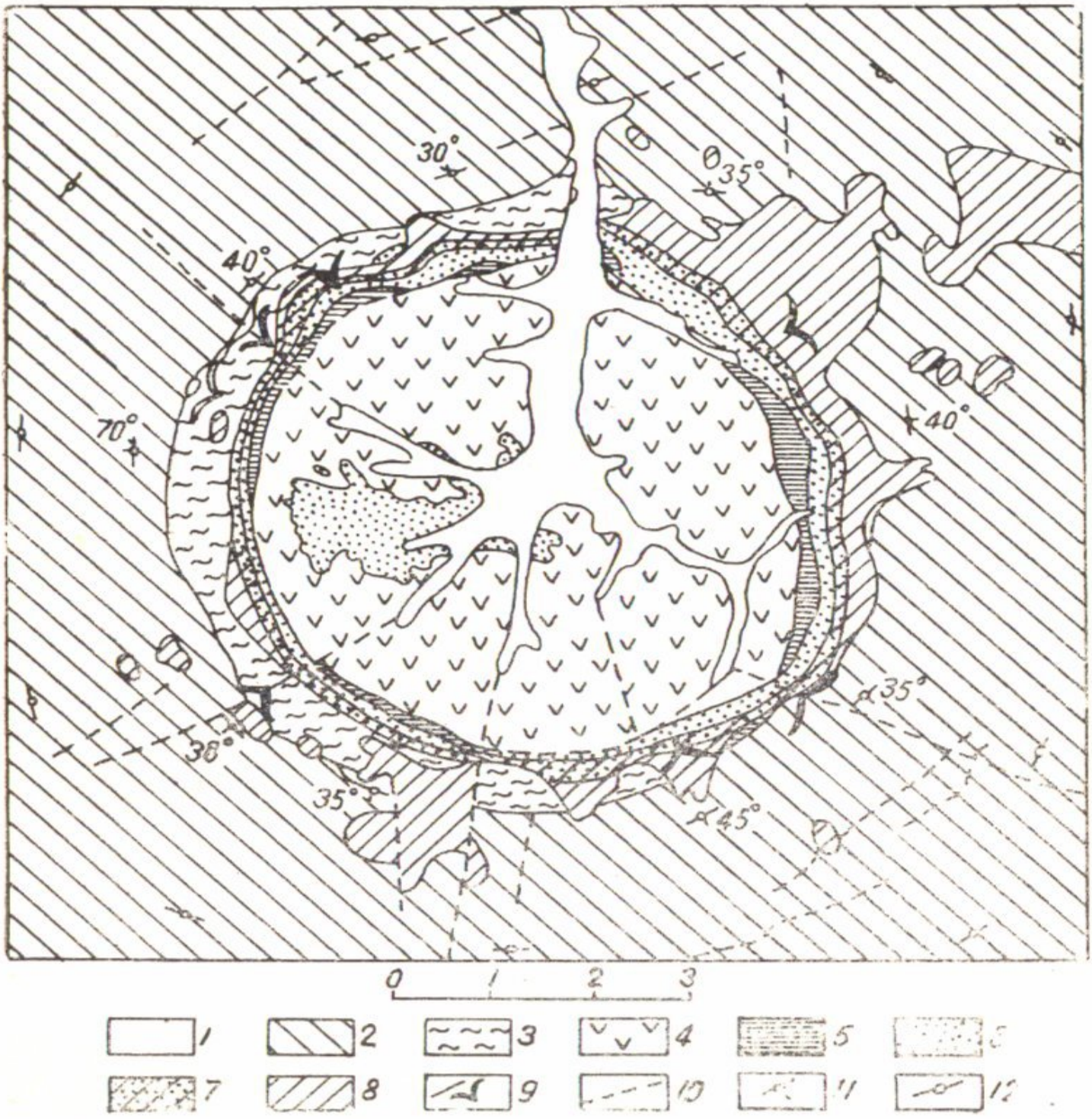
մատոզ, երբ գրանիտային ապարների միներալները տեղակալվում են ալբիտով, կալիում-նատրիումային դաշտային սպաթով, նեֆելինով, ալկալի պիրոքսենով ու ամֆիբոլներով)։

Կարբոնատիտային հանքանյութերը 80—99%-ով բաղկացած են ներծին կարբոնատների կուտակումներից (կալցիտ, դոլոմիտ, ավելի հազվադեպ անկերիտ, մանգանաբեր սիդերիտ). բացի կարբոնատներից զգալի դեր են խաղում ապատիտը ու ֆլոգոպիտը, իսկ ակցեսոր միներալների ձևով առկա են ավելի հազվագյուտ միներալներ՝ բադելեիտը ZrO_2. *պիրոքլորը* $(Na, Ca, Ce)_2 (Nb, Ti, Ta)_2O_6 (O, OH, F)$, *պերովսկիտը* $CaTiO_3$, *կնոպիտը* $(Ca, Ce) (Ti,Fe)O_3$, *դիդանալիտը* $(Ca, Ce, Na)(Ti, Fe, Nb)O_3$, *փարիզիտը* $Ca(Ce, La)_2(CO_3)_3F_2$, *բաստնեզիտը* $(Ca, La)\cdot(CO_3)F$, *ֆլյուորիտը, բարիտը*, Cu, Pb, Zn-ի *սուլֆիդները և այլն (ընդամենը~150 միներալներ)*։

Կարբոնատիտային հանքավայրերն ունեն նիոբիումի, ցիրկոնիումի, հազվագյուտ հողերի հսկայական ռեսուրսներ և տանտալի, երկաթի, տիտանի, ֆլոգոպիտի, ապատիտի, ֆլյուորիտի, պղնձի, կապարի ու ցինկի հանքանյութերի զգալի պաշարներ։ Կարբոնատիտային տիպի խոշոր հանքավայրերից անհրաժեշտ է նշել Բրազիլիայի (Բարեյրու-դի-Արաշա, Պոկոս-դի-Կալդաս և այլն), Աֆրիկայի (Լուէշա, Պալաբորա), Կանադայի (Օկա), ԱՄՆ-ի (Մաունթին-Պաս), ՍՍՀՄ-ի (Կովդոր, Կոնդեր, Ինագլի և այլն) մի շարք հանքավայրերը։

Կարբոնատիտների ծագման վերաբերյալ գոյություն ունեն երկու հիմնական տեսակետներ՝ 1) *մագմատիկ տեսակետը*, որը կարբոնատիտները դիտում է իբրև մագմատիկ հալոցքի բյուրեղացման արդյունք և 2) *հիդրոթերմալ տեսակետը*, որի համաձայն կարբոնատիտները ձևավորվել են որպես տիպիկ եռմագմատիկ հիդրոթերմալ հանքավայրեր՝ դատարկություններում նյութի նստեցման պրոցեսի լայն զարգացման և մետասոմատոզի հետևանքով։

Մագմատիկ տեսակետը հիմնվում է կարբոնատիտներում շրջապատի ապարների քսենոլիտների առկայության, կարբո-



Նկ. 50. Կոնդերի իճտուզիայի սխեմատիկ երկրաբանական քարտեզը (ըստ Ա. Միլտոյի, Ա. Նյաճովի, Գ. Անդրեևի). 1—չորրորդական նստվածքներ. 2—օմնինյան շերտախմբի ալեւրոլիտներ ու արգիլիտներ (ոիֆեյան համալիր). 3—էնինյան շերտախմբի ավազաքարերի հաշվին առաջացած կոնտակտային գենյսներ (ոիֆեյան համալիր). 4—դունիտներ. 5—պերիդոտիտներ, 6—կոսվիտներ ու բիոտիտ-պիրոքսենային ապարներ. 7—գաբրո-դիորիտների ու մելանոկրատ մոնցոնիտների տիպի հիբրիդային ապարներ. 8—դիորիտներ ու մոնցոնիտներ. 9—կարբոնատիտներ. 10—խզումային խախտումներ. 11—ապարների բեֆ տեղադրում. 12—ապարների հորիզոնական տեղադրում.

նատիտների ապատիտում հրաբխային ապակու հայտնաբերման, կարբոնատիտային լավաների (Աֆրիկայի Օլդոնիո և Նալիանգո ժամանակակից հրաբուխներ) արտավիժման փաստերի, Շվեդիայի Ալնո հանքավայրում մագմատիկ հալոցքից առաջացած կարբոնատիտային դայկաների ներդրման վրա։ Կարբոնատիտային մնացորդային մագմատիկ հալոցքը կապվում է խորքային պերիդոտիտային մագմայի դիֆերենցման հետ։

Հիդրոթերմալ տեսակետի համաձայն CO_2-ով հագեցված գաղաջրային լուծույթները ուլտրահիմքային ալկալի մագմայի օջախի վերին մասերում անջատվում են մագմայից, ազդում շրջապատի սիլիկատային ապարների վրա, առաջացնելով մետասոմատիկ տեղակալում։ Որոշ հանքավայրերի հիդրոթերմալ ծագման օգտին են խոսում կարբոնատիտների աստիճանական անցումը դեպի տեղակալվող ապարները, կարբոնատիտային երակիկներով ներթափանցված չտեղակալված ապարների մնացորդները, մարմինների անկանոն ձևերը, բազմաստադիականությունը և ընտրովի տեղակալման բնույթը։

Հավանաբար իրավացի է Վ. Ի. Սմիռնովը, ենթադրելով, որ խորքային կարբոնատիտները ձևավորվել են հիմնականում մագմատիկ հալոցքներից, իսկ վերին հորիզոններում կատարվում է հալոցքի եռում ու նրանից գաղաջրային ֆազի անջատում։ Նա նպատակահարմար է գտնում հետագայում կարբոնատիտային խմբի հանքավայրերը ստորաբաժանել երեք ենթատիպերի՝ մագմատիկ, հիդրոթերմալ և խառն (վերջինում կարբոնատիտային նյութի առաջին բաժինները, հավանաբար, իրենցից ներկայացնում էին սառած հալոցք, իսկ ավելի ուշ բաժինները, որոնք վրադրված են նրա վրա, առաջացել են հետագա գաղաջրային գործոնների ազդեցության հետևանքով, В. И. Смирнов, 1976)։

Սակայն, պետք է նկատի ունենալ, որ կարբոնատիտների առաջացման ժամանակ արտակարգ դեր է խաղում ածխաթթուն. դա էապես տարբերում է կարբոնատիտային հանքավայրերի ձևավորման պայմանները եռմագմատիկ գաղաջրային սովորական հանքառաջացման պրոցեսների պայմաններից։

Կարբոնատիտային հանքավայրերի երկրաբանական հասակը տարբեր է՝ մինչքեմբրիից մինչև մեզո-կայնոզոյ, թեև նրանք բոլորն էլ տեղադրված են մինչքեմբրյան պլատֆորմների սահմաններում ու հսկվում են խոշոր տեկտոնական խզումներով, կապված ակտիվացման պրոցեսների հետ: Կարբոնատիտային հանքավայրերը վերին շերտերում իրենցից ներկայացնում են մերձմակերեսային առաջացումներ, բայց տարածվում են դեպի զգալի խորությունները (նկ. 51). կարբոնատիտների զարգացման ուղղաձիգ ինտերվալը, ելնելով էրոզիոն կտրվածքից, 10 կմ-ից ոչ պակաս է և համապատասխանում է նրանց առաջացման ժամանակ իշխող ճնշումներին՝ տատանվելով ցածրից մինչև շատ բարձրը: Կարբոնատիտների առաջացումը կատարվել է ջերմաստիճանների լայն ինտերվալում. այն ինտրուզիվների համար, որոնց հետ նրանք կապված են՝ 1350—1100°C-ից (ուլտրաբազիտներ) մինչև 1100—630°C-ն (ալկալի ապարներ) ու 750—620°C-ը (նեֆելինային սիենիտներ), իսկ բուն կարբոնատիտների համար, ջերմաչափային ու պինդ լուծույթների որոշման տվյալների համաձայն, 630—520°C-ից մինչև 300—200°C:

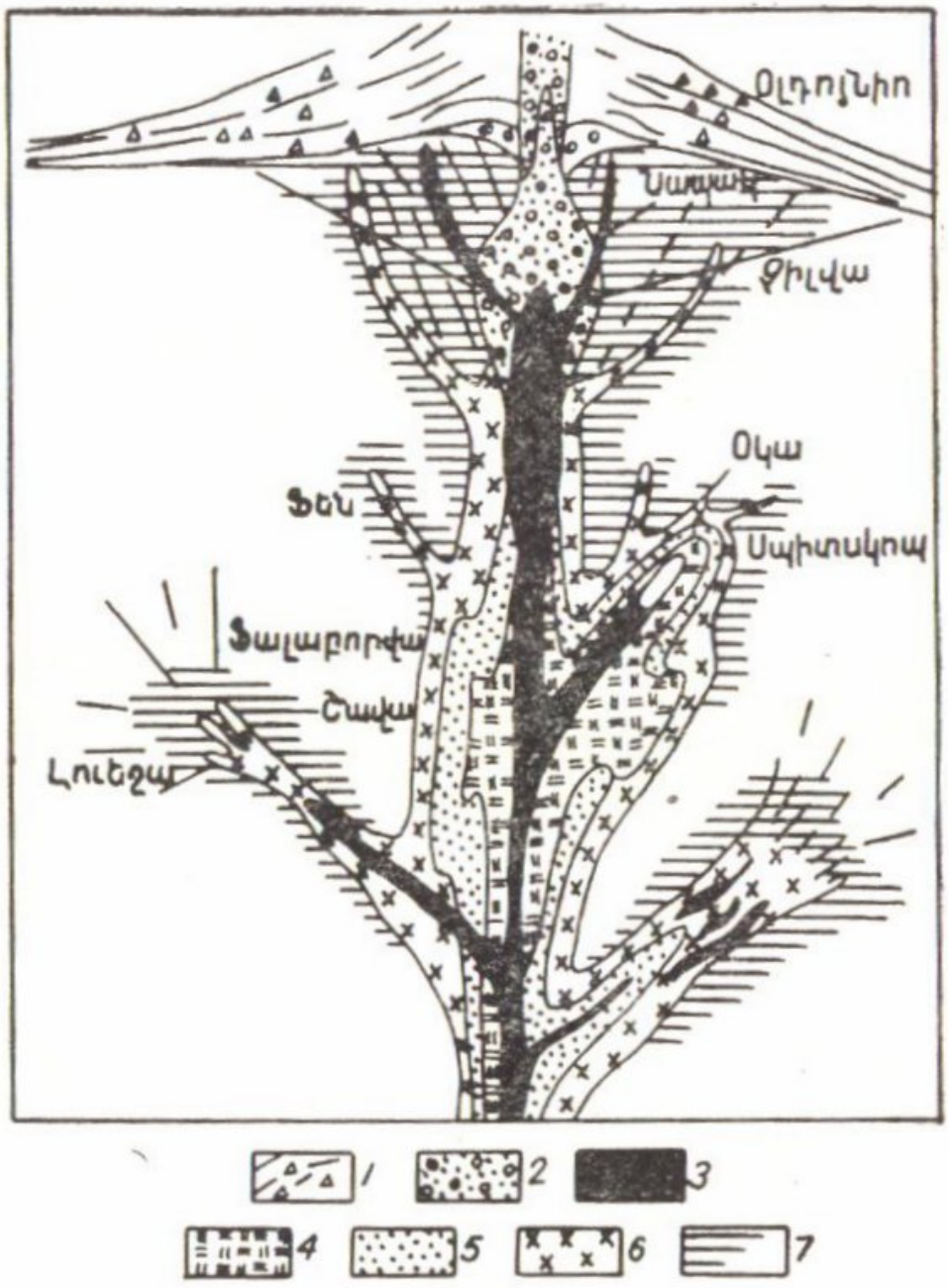
Ճնշումների ու ջերմաստիճանների ռեժիմի լայն փոփոխություններով կարբոնատիտներն իրենց առաջացման պայմաններով խիստ տարբերվում են ներծին հանքավայրերի մյուս խմբերից:

ՊԵԳՄԱՏԻՏԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Պեգմատիտային հանքավայրերն առաջանում են ցնդողներով (միներալիզատորներով) հարուստ մնացորդային սիլիկատային մագմաների առանձնացման հետևանքով: Նրանք հիմնականում կապված են գրանիտա-գրանոդիորիտային կազմության մագմաների, երբեմն ալկալի ու նեֆելինային սիենիտների և հազվադեպ հիմքային-ուլտրահիմքային մագմաների հետ: Մնացորդային սիլիկատային մագման մեկուսանում է ինտրուզիվ զանգվածների գմբեթային մասերում, որոնց սառչելուց հետո, երակաձև մարմինների ձևով ներդրվում է ին-

տրուզիվ զմբեթների ճեղքերի մեջ, կամ հեռանում է նրանցից դեպի ներփակող ապարները, տարածվելով մի քանի կմ։

Պեգմատիտներն իրենց կազմով համապատասխանում են մայր մագմային (գրանիտային պեգմատիտները, օրինակ, բաղկացած են ալկալի սպաթից, քվարցից, մուսկովիտից, նեֆելինային սիենիտների պեգմատիտները՝ ալկալի սպաթից, նեֆելինից, ալկալի ամֆիբոլներից կամ պիրոքսեններից և



Նկ. 51. Կարբոնատիտների ուղղաձիգ զոնալության ամփոփիչ սխեման (ըստ Ա. Մուրի). 1—լանջերի հրաբխածիններ. 2—խառնաբեկորային հրաբխածիններ. 3—կարբոնատիտներ. 4—հիպերբազիտներ. 5—իոլիտներ, 6—նեֆելինային սիենիտներ. 7—ֆենիտացման տեղամասեր.

այլն), մայր ապարներից տարբերվելով բյուրեղների մեծ չափերով և հազվագյուտ միներալների բարձր դերով։

Պեգմատիտներն առաջանում են ջերմաստիճանների 800—50°C սահմաններում և, սովորաբար, մեծ խորություններում, ճնշման (P) մեծ արժեքների դեպքում։

Ամենից շատ տարածված ու լավ ուսումնասիրված են և տնտեսական մեծ նշանակություն ունեն գրանիտային պեգմատիտները, որոնք մանրազնին ուսումնասիրված և նկարագրված են ակադ. Ա. Ե. Ֆերսմանի մենագրության մեջ։ Գրանիտային պեգմատիտային հալոցքները հարուստ են SiO_2, Al_2O_3, K, Na-ով ու ցնդողներով՝ H_2O, Cl, F, B, CO_2 և այլն. նրանց համար բնորոշ է Be, Li, Zr, Ta, Nb, Th, U, TR-ի, ավելի հազվադեպ՝ Sn, W, Mo, Ti-ի կուտակումը։

Պեգմատիտի ձևավորման սկզբնական փուլը մագմատիկական է (հալոցքից), որից հետո վրա է հասնում գազաջրային (հոսանուտային) փուլը. այդ տեսակետից պեգմատիտներն իրենցից ներկայացնում են այնպիսի առաջացումներ, որոնք բուն մագմատիկից անցնում են ետմագմատիկի։

Պեգմատիտների առաջացման պրոցեսի վերաբերյալ գոյություն ունեն երեք տեսակետներ.

1. Ակադ. Ա. Ե. Ֆերսմանի էվոլյուցիոն տեսակետը, ըստ որի պեգմատիտը դիտվում է որպես ֆիզիկաքիմիական մի փակ սիստեմ, պայմանավորված մագմայում ջրի գոլորշիների և ուրիշ ցնդողների անսահմանափակ լուծելիությամբ (փորձարարական աշխատանքներով սա ժխտված է)։

Ըստ Ֆերսմանի, պեգմատիտն առաջանում է որպես միասնական էրուպտիվ գործողության արդյունք՝ մնացորդային սիլիկատային մագմայի ներդրմամբ, որը սառեցման և բյուրեղացման ժամանակ հաջորդաբար անցնում է մագմատիկ և գազաջրային փուլերը հետևյալ սխեմայով՝

Էպիպեգմատիտային ֆազ B 800—700°C—առաջանում է պեգմատիտի մանրահատիկ ապլիտային եզր՝ նռնաքարի և մագնետիտի ցանով։

Պեգմատիտային ֆազ C 700—600°C—կալիումային դաշտային սպաթի (74%) և քվարցի (26%) էվտեկտիկայի բյուրեղացում՝ սեպագիր գրանիտի (հրեական քար) ձևով. նստում են բիոտիտը, տանտալոկոլումբիտը, մոնացիտը, օրտիտը, սամարսկիտը, ուրանինիտը։

Պեգմատոիդային ֆազ D—E 600—500°C—հոսանուտից՝ կալիումային դաշտային սպաթի, քվարցի (ինչպես նաև ռաուխ-տոպազի և մորիոնի), մուսկովիտի, տուրմալինի (շեռլի), տոպազի, բերիլի խոշոր բյուրեղների գոյացում. 600°C-ից ցածր՝ α-քվարցը անցնում է պրիզմատիկ հաբիտուսի β-քվարցի։

Գերկրիտիկական ֆազ F—G 500—400°C—կալիումային դաշտային սպաթը անցնում է ալբիտի, առաջանում են սպոդումեն, լեպիդոլիտ, տուրմալին (ռուբելիտ), տոպազ, մոնացիտ, կոլումբիտ։ t ~ 400°C առաջանում են ֆոսֆոսիդերիտ, տրիպլիտ, ամբլիգոնիտ, ապատիտ։

Դրանով պեգմատիտի ձևավորումը հիմնականում ավարտվում է։

Հիդրոթերմալ ֆազեր. H 400—300°C—առաջանում են ժիլբերտիտ, կրիոլիտ, ֆլյուորիտ. Y 300—200°C—սուլֆիդների նստեցում. K 100—50°C—առաջանում են կարբոնատներ և ցեոլիտներ։

Չնայած բազմաթիվ թերություններին, Ֆերսմանի տեսակետը լայնորեն տարածված է և ունի շատ կողմնակիցներ։

2. ԱՄՆ-ի մի խումբ երկրաբանների (Շելլեր, Լանդես, Հեյս) տեսակետը, որը ՍՍՀՄ-ում հետագայում զարգացրել է ակադ. Դ. Ս. Կորժինսկին։

Այդ տեսակետի համաձայն, պեգմատիտների մեջ պետք է տարբերել պարզ պեգմատիտներ (քվարց-դաշտասպաթային), որոնք առաջանում են ֆիզիկաքիմիական փակ սիստեմի պայմաններում և բարդ պեգմատիտներ (հազվագյուտ մետաղային միներալներով և բարդ կազմությամբ), որոնք առաջանում են բաց սիստեմի պայմաններում. երբ պարզ պեգմատիտի առաջացումից հետո մագմատիկական օջախից բարձրանում են հազվագյուտ մետաղներ դուրս բերող հոսանուտ-

ներ, կատարվում է դաշտային սպաթի վերամշակում, որի հետևանքով առաջանում են մուսկովիտ, տուրմալին, բերիլ և այլ հազվագյուտ մետաղային միներալներ։ Պեգմատիտներում տեղակալման պրոցեսների լայն զարգացումը (որն ընդունում էր նաև Ա. Ե. Ֆերսմանը) և ավելի ուշ առաջացած միներալների հարումը այն ճեղքերին (ուղիներին), որոնց երկայնքով խորքային օջախից կատարվում է նյութի ներմուծումը, հաստատում են այդ տեսակետը։

3. 1947 թ. ակադ. Ա. Ն. Զավարիցկու կողմից առաջին անգամ արտահայտված և հետագայում պրոֆ. Վ. Դ. Նիկիտինի կողմից զարգացված տեսակետը։

Այս տեսակետի համաձայն պեգմատիտները դիտվում են որպես հրային լեռնային ապարների և հանքային երակների միջև միջին դիրք գրավող առաջացումներ. հատուկ պեգմատիտային մագմայի առկայությունը բացառվում է։

Պեգմատիտն առաջանում է ցնդողներ, դաշտային սպաթների ու քվարցի բաղադրամասեր և մետաղներ պարունակող մնացորդային գազային լուծույթի գործունեության հետևանքով։ Առաջին փուլում մնացորդային լուծույթի ազդեցության հետևանքով կատարվում է գրանիտի և ապլիտային դայկաների մանրահատիկ ապարների վերաբյուրեղացում և անցում խոշորահատիկ պեգմատիտային ապարի, երկրորդ փուլում՝ տեղակալում և հազվագյուտ միներալների առաջացում։

Որպես այդ տեսակետի հիմնավորում բերվում են գրանիտի կամ ապլիտի աստիճանական անցումները պեգմատիտային ապարի, տեղակալման պրոցեսների լայն զարգացումը, շատ դեպքերում այն ուղիների բացակայությունը, որոնցով կարող էր ներթրվել պեգմատիտային հալոցքը։

Ինչպես իրավացիորեն նշում է պրոֆ. Պ. Մ. Տատարինովը, այդ տեսակետը որոշ չափով ընդունելի է գրանիտային զանգվածների մեջ տեղադրված պեգմատիտների համար, սակայն այն շատ դժվար է կիրառել գրանիտային զանգվածներից մի քանի կիլոմետր հեռավորության վրա գտնվող պեգմատիտների համար։

Պեգմատիտային մարմինների ձևերը բազմազան են՝ դայկաձև ու սյունաձև, շտոկներ, բարակ ներարկումներ (lit par lit), անկանոն մարմիններ, որոնք նմանվում են «հրեղեն լեղուների», «ցայտերի» և այլն։

Պեգմատիտային մարմինների չափերը տատանվում են լայն սահմաններում՝ փոքրերից մինչև շատ հզորները (տասնյակ ու հարյուրավոր մետրեր) և տարածված են մինչև մի քանի կիլոմետր։

Պեգմատիտների համար բնորոշ են խոռոչները (դատարկությունները) ու նկուղները՝ նրանց պատերի վրա աճած-ղարգացած լավ ձևավորված բյուրեղներով։ Պեգմատիտների համար բնորոշ են նաև շատ խոշոր, հաճախ հսկայական չափերի հասնող բյուրեղներ։ Այսպես, Նորվեգիայի պեգմատիտներում հանդիպել են միկրոկլինի ու օրտոկլազի մինչև 100 տոննա քաշ ունեցող բյուրեղներ, իսկ Իլմենյան լեռներում կա մի քարհանք, որը սեղավորված է ամազոնիտի մեկ բյուրեղում։ ԱՄՆ-ի պեգմատիտներում հայտնի են բերիլի մինչև 18 տոննա և սպոդումենի մինչև 100 տոննա քաշով բյուրեղներ։ ՍՍՀՄ-ի պեգմատիտներում հանդիպում են մուսկովիտի ու բիոտիտի (մինչև 5—7 քառ. մ), մորիոնի (Վոլինում) մինչև 6—10 տոննա, տոպազի մինչև 60 կգ քաշ ունեցող բյուրեղներ։

Ըստ Ա. Ե. Ֆերսմանի, գրանիտային պեգմատիտների մեջ պետք է տարբերել մաքուր գծի և խաչաձևման գծի պեգմատիտներ (վերջինները ներաբաժանվում են հիբրիդային ու սիլիկատերծների)։

Մաքուր գծի պեգմատիտները բյուրեղանում են իրենց կազմին մոտ ապարներում, իսկ խաչաձևման գծի պեգմատիտները՝ գրանիտային հալոցքից տարբերվող ապարներում. հիբրիդային պեգմատիտները սառում են ամֆիբոլիտներում ու կավային թերթաքարերում, իսկ սիլիկատերծները՝ ուլտրահիմքային ու կարբոնատային ապարներում։

Հիբրիդային պեգմատիտները կողի ապարներից յուրացնում են Al_2O_3, Fe, Mg, որի հետևանքով էլ սկզբում հալոցքից բյուրեղանում են անդալուզիտը, սիլլիմանիտը, ամֆիբոլնե-

րը, պիրոքսենները, սֆենը, իսկ դրանից հետո միայն առաջանում է սովորական պեգմատիտային ապարը։

Սիլիկազերծ պեգմատիտներում, որոնք սառել են ուլտրահիմքային ապարներում, կատարվում է SiO_2 և K-ի զգալի դուրս բերում դեպի կողի ապարները. Si և K-ի պակասության դեպքում հալոցքից միկրոկլինի փոխարեն բյուրեղանում է սկզբում պլագիոկլազը, իսկ առաջացած արգնահողի (Al_2O_3) ավելցուկի հետևանքով բյուրեղանում է կորունդը՝ առաջանում են պլագիոկլազիտներ ու կորունդային պլագիոկլազիտներ։

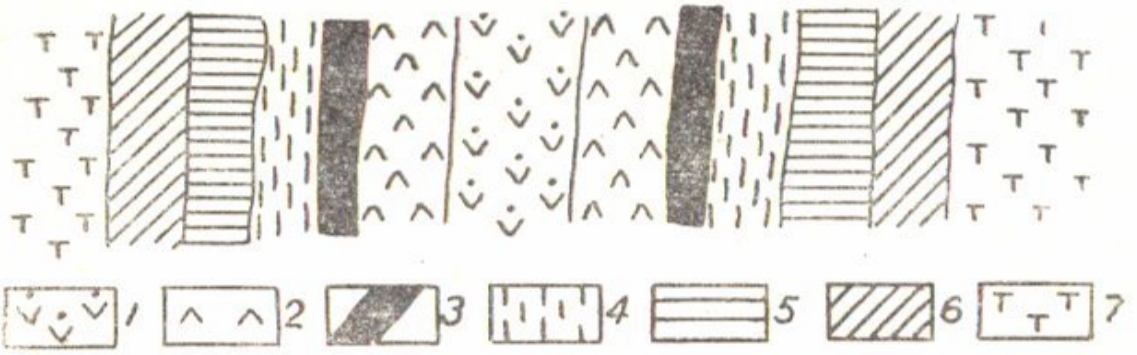
Հալոցքից SiO_2 և K-ի մեծ քանակությունների դուրս բերման դեպքում պլագիոկլազի փոխարեն առաջանում է փխրուն քլորիտոիդ՝ մարգարիտը, իսկ մարգարիտից ու կորունդից կազմված ապարը անվանել են մարունդիտ։

Պեգմատիտների զալբանդներում ուլտրահիմքային ապարը Si ու K-ի դուրս բերման հետևանքով վերամշակվում է բիոտիտի կամ ֆլոգոպիտի, որոնք հետագայում փոխվում են, համապատասխանաբար, վերմիկուլիտի ու քլորիտի։ Այդ եզրի հզորությունը սովորաբար մի քանի տասնյակ սմ է. հենց այստեղ էլ ցնդողների դուրս բերման հաշվին առաջանում են բերիլը (զմրուխտ), տուրմալինը, ապատիտը, ֆլյուորիտը։ Փոքր-ինչ հետու առաջանում են, սկզբում ակտինոլիտային, հետո նաև տալկային ու սերպենտինիտային զոնաները. վերջինս աստիճանաբար անցնում է թարմ ուլտրահիմքային ապարի (նկ. 52)։

Կարբոնատային ապարներում գրանիտային պեգմատիտի հալոցքը բյուրեղանում է թթու պլագիոկլազիտի կամ սկապոլիտային ապարի ձևով։

Մաքուր գծի գրանիտային պեգմատիտները արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունեն։ Նրանց հետ են կապված կալիումային դաշտասպաթի ու քվարցի (Ուկրաինական ՍՍՀ, Շվեդիա, Նորվեգիա և այլն), մուսկովիտի (Մամա, Կարելիա, Հնդկաստան, Կանադա), լիթիումի (Անդրբայկալ, ԱՄՆ, Կանադա և այլն), տանտալի ու նիոբիումի (Բրազիլիա, ԱՄՆ, Նիգերիա), ուրանի ու թորիումի (Մալգաշյան Հանրապետություն, Նորվեգիա), անագի (Կալբա, Թուրքեստանյան

լեռնաշղթա, Արևելյան Սայաններ), մոլիբդենի (Կանադա), տուրմալինի-բերիլի-տոպազի (Ուրալ, Անդրբայկալ, Բրազիլիա), մոնացիտի (Հնդկաստան, Բրազիլիա), պիեզոքվարցի (Վոլին, Բրազիլիա) և այլ հանքավայրերը։



Նկ. 52. Կոռունդային պլագիոկլազիտի երակի սխեմատիկ լայնակի կտրվածքը.
1—ապլիտ. 2—կոռունդային պլագիոկլազիտ. 3—շպինել-մագնետիտային ապար. 4—վերմիկուլիտային կամ ֆլոգոպիտային ապար. 5—ակտինոլիտային ապար. 6—տալկացած սերպենտինիտ. 7—սերպենտինիտ.

Ալկալի մագմանների պեգմատիտների հետ կապված են նեֆելինի (Հարավային Ուրալ), տանտալա-տիտանա-նիոբատների հանքանյութերի, ուրանի, թորիումի միներալներով ու ցիրկոնով (Նորվեգիա, Հնդկաստան, Բրազիլիա) ոչ մեծ հանքավայրերը։

Սիլիկապերծ պեգմատիտների հետ կապված են կորունդի ու զմրուխտի, վերմիկուլիտի ու տալկի (Ուրալ) հանքավայրերը։

Հանքավայրերի պեգմատիտային տիպը ունի տնտեսական մեծ նշանակություն՝ որպես փայլար-մուսկովիտի, դաշտասպաթների ու քվարցի, ինչպես նաև կորունդի ու զմրուխտի աղբյուրներ։

Ինչ վերաբերում է մետաղային (Ta-Nb, U, Th, Sn, Mo), արմատական հանքավայրերի մասշտաբին, ապա հազվադեպ բացառությամբ, նրանք մեծ չեն, բայց բավականին խոշոր ցրոնների, մանավանդ՝ մոնացիտի, ցիրկոնի, կոլումբիտի և կասիտերիտի սկզբնաղբյուրներ են։

Այս հանքավայրերը առաջանում են բուն մագմատիկ և պեգմատիտային հանքավայրերի ձևավորումից հետո, մագմատիկ օջախների սառեցման ավելի ուշ փուլերում՝ մագմատիկ օջախից անջատվող գազերից ու գերտաքացած ջրային (հիդրոթերմալ) լուծույթներից նյութի նստեցման ճանապարհով։

Ետմագմատիկ հանքավայրերի շարքում տարբերում են էքսհալացիոն, սկառնային (կոնտակտ-մետասոմատիկ) և հիդրոթերմալ խմբերը. վերջին խումբը ստորաբաժանվում է բարձր, միջին ու ցածրջերմաստիճանայինների և յուրաքանչյուր խմբի մեջ, ըստ ձևավորման խորության դիտվում են չափավոր ու մասամբ մեծ և փոքր խորություններին հանքավայրեր։

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին ուսմունքի մեջ ետմագմատիկ հանքավայրերի ծագման պրոբլեմը առաջնայիններից մեկն է, քանի որ նրանք մեծ դեր են խաղում բազմաթիվ մետաղային ու ոչմետաղային հանածոների արդյունահանման գործում։

Պղնձի, կապարի, ցինկի, մոլիբդենի, վոլֆրամի, անագի, կոբալտի, մկնդեղի, ծարիրի, սնդիկի, ոսկու, արծաթի, ինչպես նաև ասբեստի, տալկի, մագնեզիտի, բարիտի, ֆլյուորիտի, պիեզոքվարցի համաշխարհային հանույթի ճնշող մասը բաժին է ընկնում ետմագմատիկ հանքավայրերին։

Այդ հանքավայրերի շարքի առաջացման պայմանների վերաբերյալ դեռևս գոյություն ունեն վիճելի դրույթներ, որոնք ենթակա են ճշգրտման և լրացուցիչ մշակման։ Հիմնական խնդիրներն են. ա. Ետմագմատիկ հանքավայրեր առաջացնող լուծույթների աղբյուրը և մագմատիկ օջախների հետ նրանց կապի բնույթը. բ. Ետմագմատիկ լուծույթների բնույթը և նրանց միջոցով մետաղների տեղափոխման եղանակը. գ. Լուծույթների շարժման ուղիները և նրանցից օգտակար հանածոների նստեցման եղանակները։

Քանի որ երկրաբանների մոտ նշված հարցերի վերաբերյալ միասնական կարծիք գոյություն չունի, ապա տարբեր

ձևերով են հասկացվում եռմագմատիկ հանքավայրերի շարքի առաջացման գործում՝ մետամորֆիկ պրոցեսների ընթացքում գոյացող ու յուվենիլ ծագման գազաջրային լուծույթների ու ջրերի, ինչպես նաև մթնոլորտային ջրերի դերը, տարբեր ձևով են գնահատվում հանքայնացման վրա միջավայրի (ներփակող ապարների, ստրուկտուրաների) ազդեցությունը, տարբեր տիպերի մագմատիկ օջախների հանքայնացման զոնալության և մետաղածնային մասնագիտացման հարցերը։

Բազմաթիվ հարցերի վիճելիությունն ու ոչ բավարար մշակված լինելու փաստն անդրադառնում է եռմագմատիկ հանքավայրերի դասակարգման անբարեհաջող վիճակի վրա, որոնց համար առաջարկված են տարբեր սկզբունքներից բխող տարբերակներ։

ա. ԵՏՄԱԳՄԱՏԻԿ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԱՌԱՋԱՑՆՈՂ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ԱՂԲՅՈՒՐԸ ԵՎ ՄԱԳՄԱՏԻԿ ՕՋԱԽՆԵՐԻ ՀԵՏ ՆՐԱՆՑ ԿԱՊԻ ԲՆՈՒՅԹԸ

Եռմագմատիկ հանքավայրերի հանքառաջացնող լուծույթների սերտ կապը մագմատիկ պրոցեսների հետ առավել ակներև ապացուցվում է գործող հրաբուխների և հանքային տաք ջրերի շրջաններում կատարած դիտարկումներով։

Հրաբուխների վրա կատարված դիտարկումներ: Հայտնի հանքաբան Բրեյտհաուպտի նկարագրության համաձայն, Վեզուվի 1817 թ. արտավիժման ժամանակ, այն ճեղքում, որով բարձրանում էին ջրի գոլորշիներն ու երկաթի քլորիդները, 10 օրվա ընթացքում առաջացել է հեմատիտի 1 մետր հզորության մի երակ։ Ռեակցիան ընթանում էր այսպես՝ $2FeCl_3+3H_2O\rightarrow Fe_2O_3+6HCl$։ Վեզուվի 1850 թ. արտավիժման ժամանակ սուբլիմատներում պարունակվում էին Fe, Cu-ի քլորիդներ, ինչպես նաև Pb-ի քլորիդ (կոտունիտ՝ $PbCl_2$) ու հեմատիտ, որոնք ցրված էին լավաների մեջ։ 1906 թ. Լակրուան նույն հրաբխի լանջերի լավաներում հայտնաբերեց գալենիտ, տենորիտ, կուպրիտ, սֆալերիտ, կովելին, ռեալգար, մագնետիտ, պիրոտին, պիրիտ, որոնք նստել էին ֆումարոլների գործունեության ընթացքում։

Ստրոմբոլի հրաբխի ծակոտկեն լավաներում հաստատված է հեմատիտի ու մագնոֆերիտի՝ $(Fe, Mg)_3O_4$, ինչպես նաև ռեալգարի ցան և Te, As, Zn, Sn, Bi, Pb միացություններ, իսկ 1865 թ. էտնայի արտավիժման ժամանակ դուրս են բերվել NaCl, $FeCl_3$, NH_4Cl-ի գազային միացությունների հսկայական քանակություններ. ֆումարոլները դուրս էին բերում Cu, Mn, Co, Pb-ի միացություններ։ Ալյասկայի տասը հազար ծխերի հովտում, ըստ Ֆիեսի հաշվարկների, ֆումարոլները տարեկան դուրս են բերում 1250000 տոննա HCl ու 200000 տոննա HF և նստեցնում են մագնետիտ, հեմատիտ, մոլիբդենիտ, գալենիտ, սֆալերիտ, կովելին և ուրիշ միներալներ։

1919 թ. նույն հեղինակի տվյալներով, ֆումարոլի ելքի ($t = 239°C$) մոտ առաջացել է մագնետիտի մի քանի տոննա քաշ ունեցող օկտաէդրային բյուրեղների կուտակում. մագնետիտի մեջ հաստատվել է Pb, Cu, Mo, Sn, Zn, Ni խառնուրդ։ 1923 թ. այդ տեղամասն այցելել են նորից, ընդ որում պարզվել է, որ ֆումարոլի ջերմաստիճանը նվազել է, իսկ մագնետիտը ծածկվել է գալենիտի բարակ թաղանթով։ Այդ տեղամասի մոտակայքում այլ ֆումարոլների շուրջը, որոնց ջերմաստիճանը տատանվում էր 232—327°C սահմաններում (Sn-ը հալվում էր, իսկ Pb՝ ոչ), հայտնաբերվել են սֆալերիտի, կոտունիտի, կովելինի և հեմատիտի կուտակումներ։ Դուրս բերված մետաղների քանակը զգալի էր, սակայն նրանց հիմնական մասը ցրվել էր տուֆերում։

Հատկապես մեծ էր հեմատիտի ու մագնետիտի քանակը, իսկ ավելի ուշ՝ ֆումարոլների գործունեության նվազման, ջերմաստիճանի անկման ու դուրս բերվող գազերի բաղադրությունների փոփոխության հետևանքով, նստել էին Pb, Zn ու Cu միացությունների զգալի քանակություններ. մեծ էր նաև պիրիտի, բնածին ծծմբի, բորատների ու ֆտորիդների քանակը։

Ս. Ի. Նաբոկոն, որը ուսումնասիրել է Կամչատկայի հրաբուխները, բերում է տվյալներ հալոիդային գազերի հետ SiF_4, Cu, Li, B, Sc, Zn, As, Mo, Ag, Sn, Pb, Cd, Tl

արտածման մասին. Նրա տվյալներով ծծմբային գազերի հետ դուրս են գալիս նաև Na, K, V և ուրիշ մետաղներ: Ջրի գերտաքացած գոլորշիներով տեղափոխվում են Sr, ինչպես նաև As, Pb, Cu, Ag, Co, Ni, Mo, Bi, Tl, Li, Sc:

Ե. Դեգենսի ու Դ. Ռոսի տվյալներով, Կարմիր ծովի կենտրոնական գրաբենում, մոտավորապես Մեքքայի լայնության վրա «Ատլանտիս», «Չեյն» ու «Դիսկավերի» խորքային իջվածքներում մինչև 300 մ հզորության մերձհատակային ջրի շերտը զուրկ է թթվածնից, ունի 44-ից մինչև 56°C ջերմաստիճան ու պարունակում է լուծույթում Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Ag, Au-ի ծովի ջրի համեմատ 50000 անգամ ավելի բարձր քանակություններ:

«Չեյն» և ուրիշ իջվածքների նստվածքները 10 մ հզորության շերտում պարունակում են թվարկած մետաղների օքսիդներ ու սուլֆիդներ. նստվածքների ընդհանուր հզորությունը 100 մ է և նրանք պարունակում են 1,5 մլրդ. դոլլար գումարի Cu, Zn, Ag, Au-ի 130 մլն. տ. պաշարներ: Դա ժամանակակից խոշորագույն բազմամետաղային հրաբխանստվածքային հանքավայր է, կապված թթու հիդրոթերմալ աղաջրերի բարձրացման հետ խզումների երկայնքով, որոնք սահմանափակում են Կարմիր ծովի կենտրոնական գրաբենը: Գործող, կամ վերջերս հանգած հրաբուխները տեղադրված են այդ խզումների վրա 750—1000 կմ դեպի հարավ (Զոծենիձե, 1969):

Չելեկեն թերակղզում հայտնաբերված են գերհանքայնացված քլորիդ-նատրիում-կալցիումային ջրեր, որոնք պարունակում են 0,09 մինչև 15 մգ/լ պղինձ, 0,2 մինչև 5,4մգ/լ ցինկ, 3,6 մինչև 77 մգ/լ կապար:

Հրաբուխների և ֆումարոլների գործունեության վրա կատարված դիտարկումները անկասկած ապացուցում են, որ գազերն ի վիճակի են տեղափոխելու մետաղների զգալի քանակություններ և ստեղծելու նրանց կուտակումներ (հանքավայրեր):

Հաճախային տաք աղբյուրների վրա կատարված դիտարկումներ: Յուվենիլ ծագում ունեցող հանքային ջրերի շար-

քում սովորաբար առանձնացնում են երկու խմբեր՝ Na—կարբոնատային (Կաուլովի վարի և այլն) և Na—քլորիդ-սիլիկատային, որոնք նստեցնում են գեյզերիտ (SiO_2)։

Կաուլովի վարիի (ՀՍՍՀ) աղբյուրների ջրերը պարունակում են՝ As, Sb, Cu, Au, Zn, Sn, B, Br, Li, Ni և այլ տարրեր. Յելլոուստոնյան արգելավայրի (ԱՄՆ) աղբյուրները՝ SiO_2 CO_2 SO_2, ինչպես նաև F, Cl, B, As և ուրիշ տարրերի միացություններ։ Նոր Զելանդիայի գեյզերային ջրերում հաստատված են Au, Ag, Hg։ Նևադա նահանգի (ԱՄՆ) Սոիմբոտ աղբյուրը, որի ջրերի ջերմաստիճանը 84°C է, ելքի մոտ նստեցնում է Au ու Ag պարունակող խալցեդոն, քվարց, կարբոնատներ, դունավոր մետաղների սուլֆիդներ, Sb, Hg, As. ջրում առկա է H_2S և SO_2, իսկ խորքում, աղբյուրի մոտ, բացված է կինովար պարունակող քվարցի մի երակ։ Սալֆուր Բենկ աղբյուրը (Կալիֆոռնիա նահանգ), որի ջրերը 80°C են, նստեցնում են կինովար ու պիրիտ պարունակող օպալ. ջուրը պարունակում է H_2S, CO_2, CH_4. այն ավազաքարերում ու բազալտներում, որոնց միջով բարձրանում է հանքային ջուրը, դիտվում է կինովարի ցան։

Մոնտե-Ամիատայի (Տոսկանա մարզ, Իտալիա) և Խուանկավելիկայի (Պերու) հանքային տաք աղբյուրների ելքերի մոտ հայտնի են կինովարի ու անտիմոնիտի խոշոր հանքավայրեր. աղբյուրներից այդ միներալների նստեցումը մինչև այժմ էլ շարունակվում է։

Հայկական ՍՍՀ-ի հանքային տաք աղբյուրների ջրերը, որոնց ջերմաստիճանը 30°C-ից մինչև 66°C է, նստեցնում են տուֆեր ու արագոնիտներ, որոնք պարունակում են Cu, Zn, Mo, W (հաստատված է սպեկտրալ անալիզներով)։

Դարի-դաղի (Նախիջևանի ԻՍՍՀ) աղբյուրները պարունակում են ջրի մեջ լուծված As ու As-ի գազեր և նստեցնում են ռեալգարի, աուրիպիգմենտի, անտիմոնիտի կուտակումներ։

Թերմալ ջրերի ելքեր հաճախ են դիտվում հանքային երակների խորքային հորիզոններում, օրինակ, Պլոմբիերի

Pb-ի հանքը Ֆրանսիայում, Կոմշտոկի (Նևադա նահանգ) Au-Ag և այլ հանքերը. Au-Ag-ով հարուստ Կոմշտոկի հանքում սուլֆատային տաք ջրերը (t 77°C), որոնք կապված են, հավանաբար, ոչ մեծ խորությունում գտնվող մագմատիկ օջախի հետ և պարունակում են ոսկու ու արծաթի զգալի քանակներ, հեղեղել են հանքը, որի հետևանքով աշխատանքները այստեղ ժամանակավորապես դադարեցվել են։

Բերված տվյալները վկայում են, որ մագմատիկ գործունեության հետ կապված հանքային աղբյուրների ջրերը ընդունակ են տեղափոխելու մետաղներ և կուտակելու նրանց հանքավայրերի ձևով։

Վերը բերված փաստացի նյութը հաստատում է ետմագմատիկ հանքավայրերի կապը հանքային տաք ջրային լուծույթների ու գազերի հետ, որոնց աղբյուրը մագման է։

Ըստ Վ. Լինդգրենի և Վ. Էմմոնսի (ամերիկյան երկրաբան-հանքաբանների դպրոց) ետմագմատիկ հանքային լուծույթների միակ աղբյուրը բաթոլիտներն են, որոնց դիֆերենցման և սառեցման հետևանքով առաջանում է հանքավայրերի անընդհատ էվոլյուցիոն մի շարք, հետևյալ հաջորդականությամբ՝ բուն մագմատիկ, պեգմատիտային, սկառնային (կոնտակտ-մետասոմատիկ) և հիդրոթերմալ։

Իրականում, բնության մեջ, այդպիսի անընդհատ շարքեր սովորաբար չեն դիտվում, իսկ պեգմատիտային և սկառնային հանքավայրերը նույնիսկ բացառում են մեկը մյուսին, քանի որ բնորոշ են տարբեր խորությունների համար՝ պեգմատիտները մեծ խորությունների, իսկ սկառնները՝ չափավոր ու փոքր խորությունների առաջացումներ են։

Սովետական երկրաբանների (ակադեմիկոսներ Ս. Ս. Սմիռնովը, Ա. Ն. Զավարիցկին, նրանց աշակերտները) ժամանակակից պատկերացումներով պետք է տարբերել հանքաբեր մագմատիկ օջախների առնվազն երեք տարբեր տիպեր. 1) բաթոլիտներ, սովորաբար գրանիտային, որոնք սառում են մեծ խորություններում, 2) փոքր ինտրուզիաներ՝ չափավոր թթու կազմության և չափավոր խորություններում ձևավորված, որոնք կապված են խոշոր, ավելի խոր մագմա-

տիկ (ոչ բաթոլիտային տիպի), դիտարկումների համար անմատչելի օջախների հետ, 3) հրաբխային ապարատների արմատային մասեր։

Քանի որ տարբեր են այդ տիպերի օջախների ձևավորման պայմանները, հանքաբեր լուծույթների բնույթն ու կազմը, հետևաբար պետք է տարբերվեն նաև հանքավայրերը։ Սովորաբար գրանիտային և խորքային բաթոլիտների հետ կապված են հազվագյուտ մետաղներով հանքայնացած պեգմատիտներն ու նրանց հետ սերտորեն զուգակցվող քվարց-հանքային երակները կասիտերիտով, վոլֆրամիտով, մոլիբդենիտով կամ բնածին ոսկով ու արսենոպիրիտով։

Բաթոլիտների ու պեգմատիտների հեռու ընկած եզրերում կուտակվում են կապար ու ցինկ, իսկ ավելի հեռու՝ ծարիր ու սնդիկ։ Հանքավայրերի այդ շարքի համար կարելի է ասել, որ նրանք անմիջական գենետիկական սերտ կապի մեջ են բաթոլիտների հետ, որոնց շուրջն ու նրանցից վերև, սովորաբար զոնալորեն, տեղադրված են՝ զանգվածի ներսում ու նրա էկզոկոնտակտում՝ Sn, W, Mo, Au, ավելի հեռու՝ Pb ու Zn, էլ ավելի հեռու՝ Sb ու Hg։

Այս շարքի հանքավայրերը լավ են ներկայացված, օրինակ, Անդրբայկալում, Հարավարևելյան Չինաստանում, Պիրենեյան թերակղզու հյուսիս-արևմուտքում և այլուր։

Փոքր ինտրուզիաների հետ, որոնք սովորաբար չափավոր թթու և հիպաբիսալ են, տարածականորեն (պարագենետիկորեն) կապված են որոշ շրջաններում սուլֆիդ- կասիտերիտային, մյուս շրջաններում՝ պղնձի ու պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերը. թե՛ մեկը և թե՛ մյուսը ուղեկցվում են բազմամետաղային, ոսկի-սուլֆիդային ու ծարիր-սնդիկային հանքավայրերով. հենց այստեղ էլ բնորոշ են երկաթի հանքանյութերի, վոլֆրամի (շեելիտի), պղնձի, կապարի ու ցինկի, երբեմն նաև անագի, մկնդեղի և այլն սկառնային հանքավայրերը։

Այստեղ ետմագմատիկ հանքավայրերի կապը ինտրուզիաների հետ այնքան էլ ուղղակի չէ, ինչպես բաթոլիտների հետ, այլ ավելի բարդ է. հանքատար լուծույթների համար մայրական էին խորքային օջախները, որոնց ածանցյալները

և՛ փոքր ինտրուզիաներն են, և՛ հանքավայրերը: Հանքավայրերի այս շարքը բնորոշ է Բալկաններին, Կովկաս—Անդրկովկասին, ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգներին, Ասիայի հյուսիս-արևելյան և այլ շրջանների համար:

Վերջապես, հրաբուխների արմատական մասերի հետ սերտորեն կապված են փոքր խորություններում ձևավորված պղինձ ու բազմամետաղային հրաքարային, ոսկի-արծաթային (Te ու Se-ի խառնուրդով), որոշ պղինձ-տուրմալինային, պղինձ-անագային, սնդիկ-ծարիրային, ռեալգար-աուրիպիգմենտային և այլ հանքավայրեր: Ետմագմատիկ գազաջրային լուծույթներն այստեղ, հավանաբար, կապված են հրաբխականության ուղեկցող ֆումարոլա-սոլֆատարային գործունեության հետ: Հանքավայրերի այսպիսի շարքը լայնորեն տարածված է հին (Ուրալ, Ալթայ, Սկանդինավիա) և երիտասարդ (Տոսկանա, Բալկաններ, Կարպատներ, Թուրքիա, Կովկաս, Ճապոնիա, Նոր-Զելանդիա, Ֆիլիպիններ, ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգներ, Չիլի, Պերու և այլն) հրաբխային մարզերում:

Մետաղաբեր օջախների ու հանքայնացման նշված երեք տիպերը բնորոշ են երկրաբանական տարբեր միջավայրերի համար, մեկուսանում են տարածականորեն և համապատասխանում խոշոր ստրուկտուրաների զարգացման տարբեր փուլերին: Օջախների և մետաղաբեր լուծույթների բնույթի ու կազմի, ինչպես նաև մագմատիկ օջախների հետ հանքավայրերի կապերի բնույթի միջև եղած տարբերություններն այնքան էական են, որ հանքայնացման այդ տարբեր տիպերի նկատմամբ միօրինակ մոտեցումն անթույլատրելի է ու չի արդարացվում ոչ տեսականորեն, և ոչ էլ գործնականորեն:

Բ. ԵՏՄԱԳՄԱՏԻԿ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ԲՆՈՒՅԹՆ ՈՒ ՆՐԱՆՅՈՎ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՏԵՂԱՓՈԽՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԸ

Վ. Լինդգրենի տեսակետով, ետմագմատիկ հանքավայրերն առաջացել են ալկալի իրական այն լուծույթներից, որոնք գոյացել են մագմատիկ օջախից դուրս բերված ծանր մետաղների գազային միացությունների և ջրի գոլորշիների

խտացման հետևանքով։ Ֆեննները և Բոուենը, ընդհակառակը, ընդունում են մետաղների տեղափոխությունը թթու գազերի միջոցով, գազերի բշտիկների ֆլոտացիա ծանր մետաղների հետ միասին և թթու գազի հետագա անցում նորից թթու լուծույթի (հեղուկի)։

Լինդգրենի, Գրեյտոնի և մյուսների ենթադրությունը՝ կրկնակի ալկալի սուլֆիդների՝ $nNa_2S \cdot HgS$, $nNa_2S \cdot Sb_2S_3$ և այլ տիպի միացությունների ձևով նոսրացած ջրային ալկալի լուծույթների միջոցով մետաղների տեղափոխության մասին, հիմնված է գլխավորապես հանքային տաք ջրերի վրա կատարված դիտարկումների և կողի ապարների մերձհանքային փոփոխությունների բնույթի վրա։

Այս ենթադրության դեմ այժմ բերվում են հետևյալ առարկությունները՝ ա) նոսրացած թույլ ալկալի կամ թույլ թթու լուծույթները իրենց մեջ լուծել և տեղափոխել մետաղների միայն չնչին քանակություններ, բ) նոսրացած լուծույթներից հանքավայրերի առաջացման համար անհրաժեշտ են ջրի հսկայական քանակություններ, իսկ մագմայի մեջ ջրի գոլորշիների ու գազերի լուծելիությունը սահմանափակ է, գ) հանքային երակներում կողի ապարների «աննեցուկ» ներփակումները, ճեղքերի պատերին հանքանյութի «եռալով կպչելը», կոլոմորֆ տրուկտուրաների զարգացումը վկայում են լուծույթների մածուցիկ, խտացված բնույթի մասին։

Վերջին ժամանակներս իշխող տեսակետներից մեկն է դարձել իոնային-մոլեկուլյար լուծույթների դյուրալույծ կոմպլեքսային միացությունների միջոցով միներալային նյութերի տեղափոխության վարկածը։ Միացություններում լուծված նյութի էլեկտրոլիտիկ տարրաբաժանումը (դիսոցումը) կատարվում է հետևյալ հաջորդական փուլերով՝ պոլիմերային մոլեկուլներ→կոմպլեքսային իոններ→պարզ իոններ։

Մետաղների կոմպլեքսային միացությունների լուծելիությունը մի քանի անգամ գերազանցում է նրանց լուծելիությանը պարզ իոնների ձևով. կոմպլեքսները համեմատաբար

հեշտ են տրոհվում պարզ իոնների, կազմում են դժվարալույծ միացություններ, որոնք էլ առաջացնում են նստվածք։ Որպես օրինակներ, կարելի է բերել Վ. Բարսուկովի կողմից նկարագրված $Na[Sn(F, OH)_6]$ տիպի հեքսաֆթորների կոմպլեքսային աղերը, $2Na_3SbS_3$ ու Na_2MoS_4 (Շչերբինայի կողմից նկարագրված), կամ $Na_8[Si(Mo_2O_7)_6]$ (ըստ Խիտարովի), $KWO_3F.0,8H_2O$ (ըստ Իվանովայի) և այլ տիպերի միացությունները։

Ա. Գ. Բետեխտինը առաջարկեց ու հիմնավորեց հիդրոթերմալ լուծույթներով միներալային նյութերի քլորիդների ձևով տեղափոխման վարկածը։ Վերջերս իշխում է կոմպլեքսային իոնա-մոլեկուլյար՝ հիդրոսուլֆիդ իոնների (AgHS), տիոսուլֆատ իոնների ($Me[S_2O_3]_2^{3-}$ և ուրիշ ծծմբա-թթվածնային կոմպլեքսների, $Na_4UO_2(CO_3)_3$ տիպի սրանա-կարբոնատային կոմպլեքսների, $Na[Sn(F, OH)_6]$ տիպի կոմպլեքսային հեքսաֆթորների լուծույթների ձևով տեղափոխման վարկածը, որոնք ֆիզիկա-քիմիական միջավայրի փոփոխության պայմաններում հեշտությամբ տրոհվում են պարզ իոնների և կազմում են նստվածք առաջացնող դժվարալույծ միացություններ։

Սկզբում Կրատտը (Ռուսաստանում), հետագայում Բոյդելը, Գարելսը և Վ. Լինդգրենը (իր կյանքի վերջին տարիներին) առաջ քաշեցին տարբեր կոնցենտրացիայի կոլոիդալ լուծույթների միջոցով մետաղների տեղափոխության տեսակետը, ընդ որում, Ֆ. Վ. Զուխրովը, զարգացնելով այդ տեսակետը, հանքաբեր լուծույթների ծագման սկզբնական փուլերում մետաղների տեղափոխման գործում աէրոզոլերի կարևոր դերը համարում է հնարավոր։

Ս. Ս. Սմիռնովը և Վ. Ա. Նիկոլաևը արտահայտեցին ավելի ընդունելի մի տեսակետ, ըստ որի, հանքաբեր լուծույթների բնույթն ու կազմը փոխվում են ժամանակի ընթացքում և կախված են հանքառաջացման որոշակի երկրաբանական պայմաններից։ Քանի որ մագմայում ջրային գոլորշիների ու գազերի լուծելիությունը սահմանափակ է, ապա նրանք անխուսափելիորեն անջատվում են հալոցքից և իրենց հետ

տանելով ծանր մետաղներ, դուրս են մղվում օջախից։ Մետաղների գազային միացությունները ունենում են թթու ռեակցիաներ (շատ մեծ է HCl, HF, HB՝ ուժեղ թթուների դերը). հետագայում, թթու գազերը խտանալով, առաջացնում են թթու հեղուկ, որը շրջանառելով լեռնային ապարներում և նրանցից յուրացնելով ալկալիներ և ալկալի հողեր, դառնում է չեզոք կամ թույլ ալկալի։

Կոլոիդների մեծ դերը ընդունվում է նաև Ս. Ս. Սմիռնովի և վ. Ա. Նիկոլաևի կողմից, որոնք գտնում են, որ հանքաբեր լուծույթները հաճախ կոլոիդալ են, բայց ոչ թե մագմատիկ օջախից նրանց անջատման պահին, այլ գազային միացությունների խտացման (կոնդենսացման) կամ թթու հեղուկի չեզոքացման ժամանակամիջոցում։ Սպերը, ընդգծելով վ. Լինդգրենի տեսակետի թույլ կողմերը, առաջ քաշեց «հանքային մագմաների» մասին իր վարկածը, որի համաձայն հանքային երակներն առաջանում են հանքային հալոցքների ներարկման (инъекция) ճանապարհով։ Սակայն այդ տեսակետը բավարար հիմնավորում չի տալիս լայնորեն զարգացած տեղակալման (մետասոմատոզի), հոծ հանքավայրերից ցանայինների անցման երևույթներին և, հետևաբար, ճանաչում չի գտել։

Ներկայումս առավել ճանաչում է գտել Ս. Ս. Սմիռնովի և վ. Ա. Նիկոլաևի ետմագմատիկ լուծույթի էվոլյուցիայի մասին հետևյալ տեսակետը՝ թթու գազ→թթու հեղուկ→չեզոք կամ թույլ ալկալի, հաճախ կոլոիդալ բնույթի հեղուկ։

Այսպիսին է զարգացման ընդհանուր տենդենցը, սակայն այն կախված է երկրաբանական միջավայրից, որի հետևանքով տարբեր են և նույնիսկ խախտվում են առանձին փուլերի դերն ու լուծույթի բնույթի փոփոխման արագությունները։

Այսպես, փոքր խորություններին ու հրաբխային օջախների հետ սերտորեն կապված հանքավայրերում բավականին նշանակալից է թթու գազերի ու լուծույթների դերը, որը մինչև վերջ պահպանվում է լուծույթի արագ բարձրացման դեպքում։ Դա հաստատվում է հանքանյութերի կազմով ու կողի

ապարների փոփոխությունների բնույթով (տուրմալինացում, սկապոլիտացում, ալունիտացում, հանքանյութերում տոպազի, ֆլյուորիտի, սուլֆատների, այսինքն այն միներալների, որոնց կազմի մեջ մտնում են ուժեղ թթուների բաղադրամասեր՝ Cl, F, B, SO_3 առատություն)։

Ետմագմատիկ լուծույթների էվոլյուցիայում Դ. Ս. Կորժինսկին առանձնացնում է հիդրոթերմալ լուծույթների վաղ ալկալային փուլը, հետագա թթու վիճակի և լուծույթների ալկալային վիճակի եղրափակիչ ուշ փուլերը։ Վաղ ալկալային փուլի հետ կապված են նատրիումային տեղակալման պրոցեսները (ալբիտացում, ալկալային ամֆիբոլներ ու պիրոքսեններ), թթվային փուլի հետ կապված է գրեյզենացումը, իսկ ուշ ալկալային փուլի հետ՝ կարբոնատային երակների նյութի նստեցումը։

Դ. Կորժինսկին համարում է, որ թթվային ֆիլտրացիոն երևույթի շնորհիվ առաջանում է թթվային կոմպոնենտների առաջընթաց ալիք, որն ընթանում է հոսքի ընդհանուր շարժումից ավելի արագ։ Ուստի հոսքի յուրաքանչյուր կտրվածքում թթվային ալիքի անցման ժամանակ լուծույթի թթվայնությունը սկզբում աճում է, իսկ հետո՝ նվազում։

Ըստ Վ. Ի. Սմիռնովի (1976), հիդրոթերմալ լուծույթների քիմիական էվոլյուցիայի այդ սխեմայում վաղ ալկալային փուլի նշանակությունը և հետագայում թթվային փուլին նրա անցման պատճառը մնում են չպարզված։ Սակայն, քանի որ այդ սխեմայի հեղինակը (Դ. Կորժինսկին) ընդունում է, որ հանքառաջացնող հիդրոթերմալ լուծույթներն սկսվում են թթվային փուլից, ապա կարելի է համարել, որ մագմայից անջատվող հանքառաջացնող լուծույթները սկզբում ունեն թթու ռեակցիա, իսկ հետագայում փոխվում են ալկալայինի։

դ. լուծույթների շարժման ուղիները և նրանցից օգտակար բաղադրամասերի նստեցման եղանակը

Միներալային նյութի նստեցումը տեղի է ունենում կամ ապատ տարածության մեջ (ճեղքերում, խոռոչներում, ծակոտիներում) կամ տեղակալման ճանապարհով։

Տեղակալումն (մետասոմատոզ) իրենից ներկայացնում է մազանոթային լուծման ու նստեցման միաժամանակյա մի պրոցես, որի հետևանքով նոր միներալը տեղակալում է մեկ կամ ավելի, արդեն առաջացած միներալներին։

Տեղակալումը ղեկավարվում է հավասար ծավալների օրենքով. փոքր խտության նյութը ավելի մեծ խտություն ունեցող նյութով տեղակալվելու ժամանակ ծավալի փոքրացում տեղի չի ունենում (օրինակ, սֆալերիտը՝ կովելինով), քանի որ կովելինը նստում է հավելուրդով՝ $ZnS+CuSO_4 \rightarrow CuS+ZnSO_4$։

Մետասոմատիկ ճանապարհով միներալային նյութի նստեցման հատկանիշները հետևյալներն են՝ 1) բյուրեղներն աճում են հավասարաչափ և բոլոր կողմերից նիստավորված են միանման (մետաբյուրեղներ), 2) լայնորեն տարածված են նոր միներալների պսևդոմորֆոզները տեղակալված միներալների հաշվին, 3) պահպանվում են տեղակալված ապարի տեքստուրաների մնացուկները (ռելիկտները), 4) հանքանյութի մեջ պահպանվում են չտեղակալված ներփակող ապարներ, 5) բնորոշ են հանքամարմինների անկանոն ձևեր՝ ոլորապտույտ, ատամնավոր, թաթաձև ուրվագծերով։

Լուծույթների շարժման ուղիների մեջ առանձնացվում են. ա) առաջնային դատարկություններ (ծակոտիներ) և բ) երկրորդային դատարկություններ՝ ներկինետիկ (առաջանում են հրաբխային ապարների սառեցման ու նստվածքային ապարներն չորացման ժամանակ, անհիդրիտից գիպսին անցնելիս ծավալի մեծացման դեպքում և այլն) և արտակինետիկ (տեկտոնիկ) ճեղքեր։

Հանք պարունակող ճեղքերի բացման և մեծացման պրոցեսը բացատրվում է տարբեր պատճառներով՝ տեկտոնական շարժումների հետևանքով (մեծամասնության տեսակետը), լուծույթների ճնշման ազդեցության տակ (ըստ Վանդկեի), ճեղքերի պատերի վրա աճող բյուրեղների բյուրեղացման ուժի շնորհիվ (ըստ Տաբերի)։

Հանք պարունակող ճեղքերը բացվում են մի քանի է-

տապներով՝ «ապրում են», աճում են հաջորդաբար և՛ երկարությամբ, և՛ հզորությամբ։

Այդ բացվող ճեղքերի մեջ, որոնք, ըստ Ա. Գ. Բետեխտինի, կատարում են յուրահատուկ վակուումի դեր, ներծծվում են հանքային լուծույթները, որոնցից t և p անկման պայմաններում նստում են նրանց մեջ լուծված միացությունները։

Վ. Ա. Նիկոլաևը ցույց տվեց, որ օջախից մետաղներ դուրս բերող գազային ֆազի անջատումը տեղի է ունենում ընդհատումներով՝ մետաղները անջատվում են մագմայից ոչ թե միաժամանակ, այլ երբ մագմայում տվյալ կազմության գազը հասնում է իր հագեցման սահմանին (հագեցումը կատարվում է այնքան արագ, որքան բարձր է տվյալ գազի կոնցենտրացիան և պարցիալ ճնշումը)։

Տարբեր կազմության հանքաբեր լուծույթների առանձին բաժինների բարձրացումն ու ճեղքառաջացման բոնկումները հետևում են միմյանց և վրադրվում են մեկը մյուսին. հետևաբար, տեղի է ունենում տարբեր կազմության միներալային զուգակցությունների տարածական մեկուսացում՝ աստիճանաբար բացվող ճեղքերի տարբեր մասերում կամ տարբեր հասակի ճեղքերի սիստեմներում։

Այդ գաղափարն ընկած է ակադ. Ս. Ս. Սմիռնովի միասնական հանքային պրոցեսի ընդհատության և տարածության մեջ տարբեր արժեք ունեցող հանքայնացման առանձին փուլերի մեկուսացման մասին պրոգրեսիվ բաբախումային տեսության հիմքում. որոնումներն ու հետախուզումը պետք է ուղղվեն առավել արժեքավոր փուլերի միներալային ագրեգատների հայտնաբերմանը։

Ինչ վերաբերում է հանքային լուծույթներից միներալային ագրեգատների նստեցման եղանակներին, ապա բերենք երկու օրինակ.

Երկու լուծույթների՝ Ba-ի քլորիդի ($BaCl_2$) ու Na-ի սուլֆատի (Na_2SO_4) խառնման դեպքում՝ $BaCl_2+Na_2SO_4\rightarrow$ $\rightarrow BaSO_4+2NaCl$ ռեակցիայով նստում է բարիտ միներալը։

Na_2WO_4-ի և CaO-ի, որը փոխառնված է կարբոնատային ապարներից կամ գրանիտոիդների պլագիոկլազներից,

ռեակցիայի ժամանակ գոյանում է շեելիտ՝ $Na_2WO_4+CaO \rightarrow CaWO_4+Na_2O$, ընդ որում Na_2O-ն ծախսվում է միջին կազմության պլագիոկլազի (անդեզինի) ալբիտացման վրա, որի հետևանքով տեղի է ունենում շեելիտի և ալբիտացված անդեզինի զուգակցում՝ քվարցային դիորիտի ինտրուզիվի սկառնացած էնդոկոնտակտում (Տաջիկական ՍՍՀ-ի Սարիմատ հանքավայր):

Ետմագմատիկ հանքավայրերի դասակարգման փորձ է արված Պ. Մ. Տատարինովի և գրքիս հեղինակի կողմից (1949), որոնք հաշվի առնելով լուծույթների բնույթը, առաջացման ջերմաստիճանն ու ձևավորման խորությունները, առանձնացնում են ետմագմատիկ հանքավայրերի հետևյալ տիպերը՝

1) Սկառնային (կոնտակտ-մետասոմատիկ) հանքավայրեր

2) Էքսհալացիոն հանքավայրեր

3) Հիդրոթերմալ՝

ա) բարձրջերմաստիճանային՝ չափավոր (ու մեծ) և փոքր խորությունների,

բ) միջինջերմաստիճանային՝ չափավոր ու փոքր խորությունների,

գ) ցածրջերմաստիճանային՝ չափավոր ու փոքր խորությունների հանքավայրեր:

Առաջարկվող դասակարգումը մենք չենք համարում կատարյալ և թերություններից զուրկ, այնուամենայնիվ, այն ունի մի շարք առավելություններ Վ. Լինդգրենի, որը ձևավորման խորությունը հաշվի չի առնում, և Հ. Շնեյդերհենի ու Պ. Նիգլիի չափազանց բարդ դասակարգումների համեմատ:

1. ՍԿԱՌՆԱՅԻՆ (ԿՈՆՏԱԿՏ-ՄԵՏԱՍՈՄԱՏԻԿ) ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Իրենց առաջացման պայմաններով այդ հանքավայրերը միջանկյալ դիրք են գրավում պնևմատոլիտային (գազերից նստած) և հիդրոթերմալների միջև, քանի որ նրանց ձևավորման սկզբնական փուլերում (սիլիկատներ, մասամբ մագնե-

տիտ, հեմատիտ, շեելիտ) գլխավոր դեր են կատարում գազանման միացությունները, իսկ ավելի ուշ փուլերում՝ հիդրոթերմալ լուծույթները։

Հանքայնացումն ընթանում է ջերմաստիճանների լայն ինտերվալում՝ 800—300°C, իսկ հանքանյութերի նստեցումը տեղի է ունենում գլխավորապես 500—300°C պայմաններում. առաջանում են սովորաբար միջին, հազվադեպ, փոքր խորություններում։

Այդ տիպի հանքավայրերի առաջացման համար մեծ դեր է խաղում՝ ինտրուզիաների, ներփակող ապարների ու գազաջրային լուծույթների կազմությունը. սկառնային հանքավայրերը սովորաբար կապված են թթու և չափավոր թթու գրանիտոիդների (ամենից հաճախ գրանոդիորիտների, քվարցային դիորիտների և մոնցոնիտների), ավելի հազվադեպ, ալկալի ու հիմքային ապարների հետ և առաջանում են նրանց կոնտակտներում։

Սկառնացման համար ամենանպաստավորը կարբոնատային ապարներն են (կրաքարեր, դոլոմիտներ), ապա տուֆա-նստվածքային ու էֆուզիվ ապարները, ինտրուզիվ զանգվածները. անբարենպաստ են ավազաքարերը ու կավային թերթաքարերը։

Մագմայից անջատված ցնդողների կազմում մեծ դեր են խաղում H_2O, SiO_2, Al_2O_3, ալկալիները, H_2S, SO_2, CO_2, Cl, F, B, C, որոնց հետ մեկտեղ դուրս են գալիս հետևյալ մետաղները՝ Fe, Cu, Zn, Pb, As, W, Mo, Sn, Be, Nb և այլն։

Սկառնները գլխավորապես նռնաքարերից ու պիրոքսեններից՝ էպիդոտի, սկապոլիտների, վոլաստոնիտի և հանքային միներալների խառնուրդից բաղկացած ալյումոսիլիկատային ապարներ են, որոնք գոյանում են ամենից հաճախ ինտրուզիվ զանգվածների ու ներփակող ապարների կոնտակտային զոնաներում (այստեղից էլ կոնտակտ-մետասոմատիկ հանքավայրեր տերմինը), ավելի հազվադեպ՝ բուն ինտրուզիվ զանգվածների հաշվին կամ կարբոնատային ապարներում։

Սկառների մեջ տարբերում են երկու տիպեր՝ նռնաքար-պիրոքսենային ու հիդրոքսիլային։

Նռնաքար-պիրոքսենային սկառները առաջանում են ներքին մերձկոնտակտային զոնայում, ջերմաստիճանների 800—500°C պայմաններում և հանքային միներալներից պարունակում են մագնետիտ, հեմատիտ, երբեմն փոքր քանակությամբ շեելիտ։ Հանքառաջացումը ընթանում է գազային ֆազում. երկաթը դուրս է բերվում կամ $FeCl_2$, $FeCl_3$ կամ FeO-ի ձևով հետևյալ ռեակցիաներով՝

$$3FeO + CO_2 = Fe_3O_4 + CO$$
$$2FeO + CO_2 = Fe_2O_3 + CO$$

Էպիդոտից, քլորիտից, ամֆիբոլներից բաղկացած հիդրոքսիլային սկառները առաջանում են 500—300°C ջերմաստիճաններում, տեղադրված են կոնտակտի արտաքին զոնայում և պարունակում են շեելիտ, մոլիբդենիտ, կասիտերիտ, գունավոր մետաղների սուլֆիդներ, արսենոպիրիտ, լյոլինգիտ, երբեմն ֆրանկլինիտ, ցինկիտ, հազվադեպ՝ ոսկու և պլատինի միներալներ, որոնք գլխավորապես առաջանում են հիդրոթերմալ պայմաններում։

Ջերմաստիճանի անկման պայմաններում հիդրոքսիլային սկառների զոնաները կարող են վրադրվել ավելի վաղ նռնաքար-պիրոքսենային առաջացումների վրա, վերջինի վերամշակումով ու այդ երկու զոնաների տարածական համընկնումով։

Սկառնային հանքավայրերի մորֆոլոգիայի համար ամենից բնորոշ են շերտաձև կուտակումները, շտոկները, բները, երբեմն երակաձև մարմինները։ ՍՍՀՄ-ում սկառնային հանքավայրերի ուսումնասիրությամբ մանրապնին զբաղվել են Ա. Ն. Զավարիցկին, Վ. Ա. Նիկոլաևը, Պ. Պ. Պիլիպենկոն, Դ. Ս. Կորժինսկին, որոնց կողմից մշակվել են սկառների առաջացման տեսությունները։

Պ. Պ. Պիլիպենկոյի ստադիալ տեսության համաձայն սկառների առաջացման մեջ պետք է տարբերել վեց հաջորդական փուլեր՝ 1) սիլիկահողային մետասոմատոզ՝ պիրոք-

սեննների (գլխավորապես դիոպսիդի) առաջացումով, 2) ալյումոսիլիկատային մետասոմատոզ՝ նոնաքարերի առաջացմամբ, 3) հալոիդային տեղակալում սկապոլիտների՝ մարիալիտի $Na_4[AlSi_3O_8]_3 \cdot Cl$ ու մեյոնիտի $Ca_4[Al_2Si_2O_8]_3[SO_4, CO_3]$ առաջացմամբ, 4) երկաթային տեղակալման փուլ՝ հեմատիտի, մագնետիտի, երկաթ պարունակող նոնաքարի (անդրադիտ), հեդենբերգիտի նստեցմամբ, 5) տեղակալում ցնդողներով՝ էպիդոտի, ամֆիբոլի, կալցիտի, շեելիտի, երկրորդ գեներացիայի մագնետիտի նստեցմամբ, 6) սուլֆիդային տեղակալման փուլ՝ երեք ենթափուլերով՝ As—S (արսենոպիրիտ), Fe—Cu (խալկոպիրիտ) և Pb—Zn (գալենիտ ու սֆալերիտ)։

Շատ ավելի ուշ Դ. Ս. Կորժինսկու կողմից մշակվեց սկառնային տիպի հանքավայրերի առաջացման ռեակցիոն-մետասոմատիկ տեսությունը՝ սկզբում նրա բիմետասոմատիկ տարբերակը, իսկ հետագայում, հաշվի առնելով քննադատական դիտողությունները, ավելի կատարելագործված կոնտակտ-ինֆիլտրացիոն տարբերակը։

Դ. Ս. Կորժինսկու բիմետասոմատիկ հիպոթեզի համաձայն, սկառնները առաջանում են կարբոնատային և նրանց կից սիլիկատային ապարների միջև ընթացող ռեակցիայի հետևանքով, երբ սիլիկատային ապարի սիլիկահողը և արգնահողը աստիճանաբար թափանցում են կրաքարի մեջ, իսկ կարբոնատային ապարների կիրը, ընդհակառակը, թափանցում է սիլիկատային ապարի մեջ։

Այս ռեակցիան կատարվում է ինտրուզիաների կոնտակտային եզրապսակներում, բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում և միայն ապարների ծակոտիները լցնող ետմագմատիկ լուծույթների շրջանառության գոնաներում։

Այսպիսով, փոխներգործության մեջ են երեք միջավայրեր՝ մերձկոնտակտային գոնայում ռեակցիայի մեջ մտնող երկու ապարները և լուծույթը։

Բիմետասոմատոզը հետին պլան է մղվում այնտեղ, որտեղ խոշոր տեկտոնական ճեղքերի երկայնքով տեղի է ունենում ետմագմատիկ լուծույթների ինտենսիվ ազդեցություն.

այս դեպքում կատարվում է կոնտակտ-ինֆիլտրացիոն սկառնացում, որն ընթանում է գրանիտոիդային կամ կարբոնատային ապարներում եղած ճեղքերի երկայնությամբ՝ նրանց կոնտակտից հեռու. այսպիսով, սկառնացումն այստեղ կատարվում է երկու միջավայրերի՝ ապարի և լուծույթի փոխներգործության պայմաններում:

Ինտրուզիվների զանգվածների ճեղքերի երկայնքով, կոնտակտից հեռու սկառնային հանքավայրերի առաջացման օրինակներ են Ջորուխ-Դայրոնի շեելիտի հանքավայրը Տաջիկական ՍՍՀ-ում, Տելբես, Թեմիրտաու և ուրիշ. երկաթի հանքավայրերը Կուզնեցկի Ալատաուում. ինտրուզիվների կոնտակտից հեռու կրաքարերի մեջ տեղադրված են շեելիտի մի շարք սկառնային հանքավայրեր Միջին Ասիայում: Սկառնների ճնշող մեծամասնությունը զարդանում է բիմետասոմատիկ ճանապարհով, սակայն հանքայնացած սկառնների շարքում, սովորաբար, ամենաարժեքավորներն են կոնտակտ-ինֆիլտրացիոն հանքավայրերը, որոնց առաջացումը կախված է ճեղքային զոնաների երկայնքով եռամագմատիկ լուծույթների ազդեցությունից:

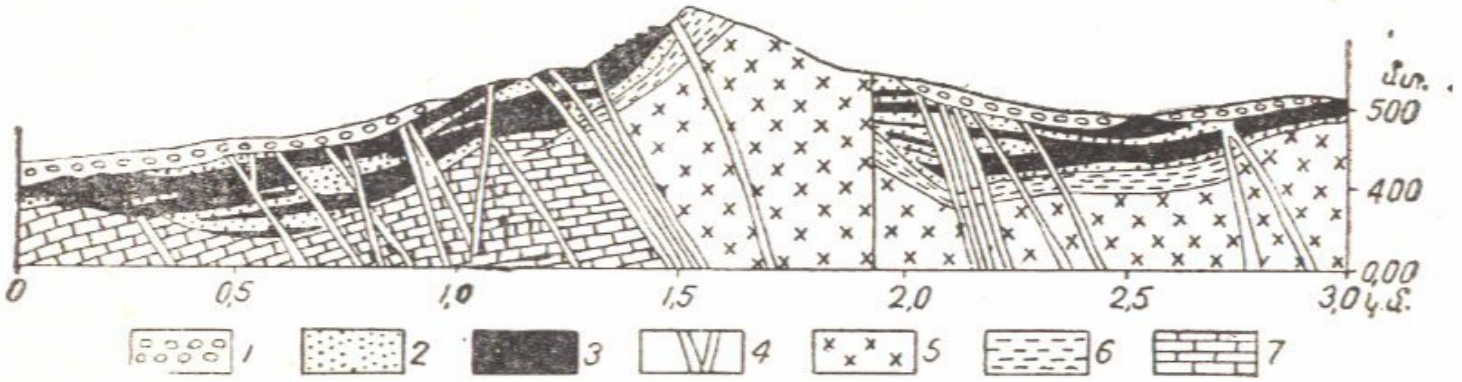
Սկառնային զոնաներում ամենից լայն տարածված միներալներից են դիոպսիդի $CaMg[Si_2O_6]$ ու հեդենբերգիտի $CaFe''[Si_2O_6]$ *տիպի պիրոքսեններըև գրոսուլյարի* ($Ca_3Al_2Si_3O_{12}$) *ու անդրադիտի* ($Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$) *տիպի նռնաքարերը:*

Բացի լայն տարածված կրաքարային սկառներից, այժմ առանձնացնում են նաև (Վ. Ա. Ժարիկով և ուրիշներ) մագնեզիումային սկառներ, որոնք առաջանում են դոլոմիտների կոնտակտում և կազմված են ֆորստերիտից, հիպերստենից, շպինելից, ֆլոգոպիտից, սկապոլիտից և այլն:

Սկառնային պրոցեսի և նրա հետ կապված հանքայնացման հարաբերակցության տեսակետից Հ. Մ. Աբդուլաևը առանձնացնում է հանքայնացված սկառնային զոնաների երեք խմբեր՝ 1) սկառների հետ միաժամանակյա հանքայնացումով, 2) սկառներին ուղեկցող հանքայնացումով, 3) սկառների վրա վրադրված հանքայնացումով:

Սկառնային գոնաների հետ կապված հանքավայրերի մեջ առանձնացվում են հետևյալ տիպերը՝

1. Երկաթի հանքավայրեր՝ մագնետիտային, ավելի հազվադեպ, հեմատիտային հանքանյութերով, որոնք հանդես են գալիս նռնաքար-պիրոքսենային, էպիդոտային, սկապոլիտային և ուրիշ սկառներում շերտաձև կուտակումների, ոսպնյակների, բների, ցանի ձևով։ Օրինակ, Մագնիտնայա (նկ. 53), Բլագոդատ, Վիսոկայա լեռները, Սոկոլովսկո-Սարբայսկի խումբը Ուրալում, Դաշքեսանը Ադրբեջանական ՍՍՀ-ում, Բանատը Ռումինիայում և այլն. Հայկական ՍՍՀ-ում այդ տիպը ներկայացված է Հրազդանի (Սուղաղյան), Բազումի, Կողբի խմբի հանքավայրերով։



Նկ. 53. Մագնիտնայա լեռան հաճախաբեր սկառների շերտաձև կուտակը (ըստ Ա. Ն. Զավարիցկու). 1—դելյուվի հաճախային գլաքարերով. 2—սկառներ. 3—սկառի հաճախային տեղամասեր. 4—դիորիտի ու պորֆիրի երակներ. 5—պորֆիրիտներ. 6—կոնտակտ-մետամորֆացած տուֆեր. 7—կրաքարեր.

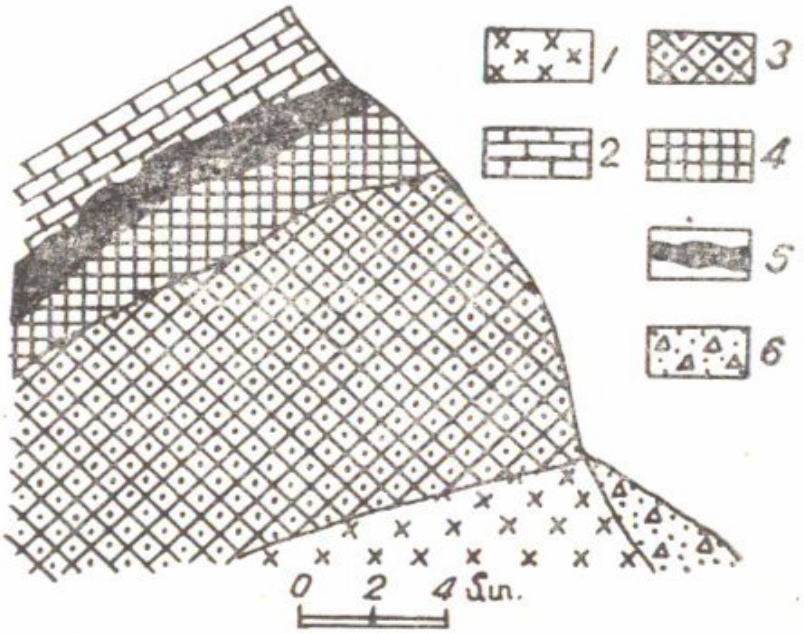
Երկաթի սկառնային հանքավայրերը նկատելի դեր են խաղում երկաթի հանքանյութերի հանույթում, բայց, այնուամենայնիվ, այդ տիպի նշանակությունը Fe-ի համաշխարհային արդյունահանման մեջ երկրորդական է։

2. Վոլֆրամաբեր (շեելիտաբեր, երբեմն մոլիբդենիտի, կասիտերիտի, արսենոպիրիտի, բիսմուտի միներալների երկրորդական դերով) սկառնային հանքավայրերը բավական լայն տարածված են միջինասիական հանրապետություններում (Զորուխ-Դայրոն, Մայխուրա Տաջիկական ՍՍՀ-ում),

ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգներում, Կորեայում և ուրիշ երկրներում։

Այս տիպին բաժին է ընկնում աշխարհում ստացվող վոլֆրամային (շեելիտային) հարստանյութերի շուրջ $^1/_4$ մասը։

3. Մոլիբդենաբեր (սովորաբար կոմպլեքսային շեելիտ-մոլիբդենիտային) սկառնային հանքավայրեր, որտեղ շեելիտը ցրված է սկառներում, իսկ մոլիբդենիտը բարակ քվարց-հանքային երակիկների ձևով կազմում է շեելիտաբեր սկառների վրա վրադրված շտոկվերկ։ Այս տիպին են պատկանում Տռնիաուզը՝ Հյուսիսային Կովկասում ու Ադեգուրը՝ Մարոկկոյում։ Այս տիպի նշանակությունը մոլիբդենի համար երկրորդական է։



Նկ. 54. Մայխուրա հանքավայրի սկառնային կուտակի կտրվածքը № 2 բովանցքի մոտ

1—գրանոդիորիտ. 2—մարմարացված կրաքար. 3—հանքային միներալներով ներթափանցված նռնաքարային սկառն. 4—պիրոքսենային սկառն. 5—սուլֆիդներ շեելիտի խառնուրդով. 6—փլվածք.

4. Անագաբեր սկառներ. հազվագյուտ տիպ է և մեծ նշանակություն չունի. սրանց թվին են պատկանում Պիտկյարանտան Լադոգա լճի հյուսիսարևելյան ափին ու Տակֆոնը Տաջիկական ՍՍՀ-ում։

5. Բազմամետաղային սկառներ, որտեղ արծաթ պարու-

նակող կապար-ցինկային հանքայնացումը ներկայացված է քներով, երակաձև մարմիններով ու ցանով՝ էպիդոտային կամ հեղենբերգիտային սկառներում։ Այս տիպին են պատկանում Սիխոտե-Ալին լեռնաշղթայի Տետյուխե, Տաջիկական ՍՍՀ Ալթին-Տոպկան, Կանսայ, Դարբազա և ուրիշ հանքավայրերը։ Կապարի, ցինկի ու արծաթի համար երկրորդական տիպ է։

6. Պղնձաբեր սկառներ՝ պիրիտ- կամ պիրոտին-խալկոպիրիտային հանքանյութերով, երբեմն մոլիբդենիտի խառնուրդով. սրանց շարքին են դասվում Տուրինսկի հանքերը Ուրալում, Բիսբի և Մորենսի բավականին խոշոր հանքերը ԱՄՆ-ում։ Պղնձի համաշխարհային հանույթի մեջ այս տիպը խաղում է երկրորդական դեր։

7. Ոսկի-մկնդեղային (ոսկի-արսենոպիրիտային) հանքավայրեր սկառներում հայտնի են Սիլեզիայում (Ռայխենշտայն), Կանադայում, ԱՄՆ-ում և Միջին Ասիայում։ Նրանց դերը մեծ չէ։

8. Սկառնային տիպի մանգանային ու մանգան-ցինկային հանքավայրերը հայտնի են Ուրալում, Շվեդիայում ու ԱՄՆ-ում. նրանց դերը ցինկի ու մանգանի հանույթում մեծ չէ։

9. Բերիլիումաբեր սկառներ՝ հելվինով $Mn_8[BeSiO_4]_6 \cdot S_2$. Հանքավայրերի օրինակներ են Այրոն-Մաունթինը ԱՄՆ-ում և ՍՍՀՄ-ի մի շարք հանքավայրեր։

10. Նիոբիումաբեր սկառներ՝ կոպպիտով $(Na, Ca, Ce)_2 (Ti, Nb...)_2O_6 (F, OH)$. Հանքավայրերի օրինակներ կան ԳՃՀ-ում։

Սկառնային զոնաներում ոչմետաղային օգտակար հանածոներից հետաքրքրություն են ներկայացնում գրաֆիտի (Կանադայի Օնտարիո մարզում), խրիզոտիլ-ասբեստի ու տալկի՝ Սիբիրում ու Կանադայում, բոր պարունակող միներալների (ՍՍՀՄ), վոլաստոնիտի (Միջին Ասիա, ԱՄՆ, Ճապոնիա), անդալուզիտի ու կորունդի (Ղազախական ՍՍՀ) կուտակումները։ Սկառնային հանքավայրերի շարքում ամենամեծ նշանակություն ունեն երկաթի հանքանյութերի ու

վոլֆրամի (շեելիտի), իսկ ոչմետաղային հումքից՝ անդալուզիտի ու կորունդի հանքավայրերը։

2. ԷՔՍՀԱԼԱՑԻՈՆ (ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ) ԵՎ ԷՔՍՀԱԼԱՑԻՈՆ-ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Էքսհալացիոն հանքավայրերն իրենցից ներկայացնում են պնևմատոլիտային առաջացումներ, որոնք կապված են հրաբխային արտավիժումների ու ֆումարոլների և սոլֆատարների գործունեության հետ։ Միներալներն առաջանում են հասարակ սուբլիմացման կամ գազերի միմյանց հետ կամ ապարների մեջ ճեղքերի պատերի հետ փոխներգործության ճանապարհով։ Նրանք առաջանում են ջերմաստիճանների լայն ինտերվալում՝ 600—100°C, ցածր ճնշման (մերձմակերեսային) պայմաններում։

Այս տիպին են պատկանում բնածին ծծմբի (Ճապոնիա, Չիլի, Իտալիա, Կուրիլյան կղզիներ և այլն), սասոլինի՝ $B(OH)_3$ (Իտալիա, ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգներ, Չիլի, Տիբեթ) բազմաթիվ ու հաճախ բավականին խոշոր հանքավայրերը, ինչպես նաև ռեալգարի, աուրիպիգմենտի, կինովարի ու ֆլյուորիտի մի շարք դրսևորումները։

Այդ խմբում ամենամեծ տնտեսական նշանակությունն ունեն բնածին ծծմբի հանքավայրերը. խոշոր հանքավայրեր հայտնի են Ճապոնիայում, առանձնապես հետաքրքիր՝ Հոկայդո թերակղզում, որտեղ 1936 թ. Սիրետոկո Իոցան հրաբխի ժայթքման ժամանակ, մարդկանց աչքի առջև, մի քանի ամսվա ընթացքում անջատվում էին ծծմբային գազեր, որից հետո տեղի ունեցավ հեղուկ ծծմբի հոսքի արտավիժում, որն առաջացրեց ծծմբի 99% պարունակությամբ հանքանյութի 200 հազար տոննա պաշարներով մի հանքավայր։

Խոշոր հանքավայրեր հայտնի են նաև Չիլիում՝ Կոպիապո հրաբխի խառնարանի մոտակայքում 6000 մ բարձրության վրա (ծծմբի հանքանյութի պաշարը ~10 մլն. տ) և Իտալիայում՝ Հռոմի մոտերքում, Մոնտե-Սոլֆորոսո լեռան վրա։

էքսհալացիոն-նստվածքային հանքավայրերն իրենցով նշանավորում են ներծին տիպից արտածինի անցումը, քանի որ այստեղ օգտակար հանածոների աղբյուրը մագմատիկ է բառիս լայն իմաստով (ստորջրյա հրաբուխների էքսհալացիաներ, որոնք ծովի ավազաններ են ներբերում մետաղների միացություններ գազային հոսքերի ձևով), իսկ օգտակար հանածոների նստեցման եղանակը արտածին է, նստվածքային (ավազանների հատակում)։

Հ. Շնեյդերհենի կողմից առաջին անգամ առանձնացված այս տիպին են պատկանում ԳՖՀ-ի Լան և Դիլ կերատոֆիրային մուլդաների բավականին խոշոր հեմատիտային, Շվեյցարիայի Գոնցեն երկաթմանգանային հանքանյութերի հանքավայրերը, ինչպես նաև բյուրեղային պիրոլյուզիտ-պսիլոմելանային ու մանգանիտ-բրաունիտային հանքանյութերի բազմաթիվ, սակայն, սովորաբար, ոչ մեծ հանքավայրերը. նրանք գտնվում են Միջերկրածովային (Անդրկովկասյան հանրապետություններ, Բուլղարիա, Հարավսլավիա և այլն) ու Խաղաղօվկիանոսյան (Կամչատկա, Ճապոնիա, Ֆիլիպիններ, Ինդոնեզիա, Մեքսիկա, Կուբա և այլն) ալպիական գոտիների սահմաններում և տեղադրված են վերին կավճի ու երրորդական հասակի հրաբխանստվածքային հաստվածքներում։

Այս տիպին ենք դասում նաև Ջատախիի (Վրացական ՍՍՀ) երկաթի (հեմատիտի) և Ջայքենդի (Հայկական ՍՍՀ) երկաթմանգանային (յակոբսիտ-մագնետիտային) ոչ մեծ հանքավայրերը։

Արտասահմանյան երկրների (ԳՖՀ, Նորվեգիա և այլն) և ՍՍՀՄ-ի (Վ. Ի. Սմիռնով և ուրիշ.) մի շարք երկրաբաններ էքսհալացիոն-նստվածքային տիպին են վերագրում հրաքարային տիպի սուլֆիդային հանքանյութերի շատ հանքավայրեր։ Այսպես, այդ տիպին են դասում Մեգգենի (ԳՖՀ) պիրիտ-սֆալերիտ-բարիտային շերտաձև մարմինը, Ռամմելսբերգի պղինձ-կապար-ցինկային հանքանյութերը, Նորվեգիայի կալեդոնիդներում տեղադրված մի շարք հրաքարային հանքավայրերը։ Վ. Ի. Սմիռնովը այդ տիպին է վերա-

գրում Ուրուպ հանքավայրի (Հյուսիսային Կովկաս) պղինձ-ցինկային հրաքարային հոծ հանքանյութերի շերտաձև կուտակը, ինչպես նաև Ֆիլիզչայ (Ադրբեջանական ՍՍՀ) ու Կըզըլդերե (Դաղստան) պիրոտին-բազմամետաղային խոշոր հանքավայրերը։ Նա համարում է, որ այդ հանքավայրերը «ձևավորվել են ծովի հատակում ստորջրյա էֆուզիվ գործունեությամբ պայմանավորված հրաբխային էքսհալացիաների միջոցով հանք կազմող տարրերի դուրս բերման հետևանքով։ Ստորջրյա հրաբխային սուբլիմատների արգասիքները, ընկնելով ծովի մերձհատակային մասում խիստ փոփոխված ֆիզիկաքիմիական միջավայր, անջատվում էին նստվածքի ձևվով, տեսակավորվում ու կազմում շերտաձև հանքային կուտակումներ։ Ծծմբի ու թթվածնի ռեժիմից կախված հանքային տարրերը կապվում էին կամ սուլֆիդային միացությունների ձևով, կազմելով հրաքարային հանքավայրեր, կամ օքսիդային միացությունների ձևով, որոնք կազմում էին կայծքարահեմատիտային կուտակումներ։ Սովորաբար, սկզբնական շրջանում գերիշխող էին սուլֆիդների կուտակման պրոցեսները, որոնք հետո փոխվում էին կայծքարահեմատիտային կազմի, իսկ ավելի ուշ՝ կայծքարային առաջացումների նըստվածքների, որոնք հաճախ ծածկում են հրաքարային էքսհալացիոն-նստվածքային հանքանյութերի կուտակումները»։

Վերջին տարիների ընթացքում արտասահմանում հրատարակվել են մի շարք աշխատություններ, որոնցում էքսհալացիոն-նստվածքային հանքավայրերի շրջանակը ավելի է ընդլայնվել. այդ տիպին են վերագրում նախկինում հիդրոթերմալ միջին-բարձրջերմաստիճանային համարվող հրաքարային բազմամետաղային հանքանյութերի՝ Սուլլիվան (Կանադա), Բրոկեն-Հիլլ ու Մաունթ-Այզա (Ավստրալիա) խոշորագույն հանքավայրերը և նույնիսկ մինչև այժմ հիդրոթերմագմատիկ համարվող Կիրունա (Հյուսիսային Շվեդիա) ապատիտ-մագնետիտային հսկա հանքավայրը։

Էքսհալացիոն-նստվածքային ծագում են վերագրում նաև բորատների խոշոր հանքավայրերին, որոնք առաջացել են ժամանակակից ու երրորդական (բրածո) լճերի անջրթող իջ-

վածքներում ու կապված են հրաբխային առաջացումների հետ։

Բորատների մի շարք հանքավայրեր առաջացել են գործող կամ վերջերս հանգած հրաբուխներին մոտ գտնվող ժամանակակից լճերում, որոնց հետ կապված ֆումարոլները բորի սկզբնաղբյուրներ էին (Պերուի Սալինաս, Չիլիի Ասկոտան հանքավայրերը)։

Բորատների հանքավայրերի մյուս խումբը առաջացել է հրաբխային ծագում ունեցող բոր պարունակող ջրերից, որոնք շփվելով լճային ավազանների կրաքարային նստվածքների հետ, նստեցնում էին կալցիումային ու նատրիումային բորատներ՝ կավերի, ավազների և ուրիշ ապարների մեջ առաջացնելով ոսպնյակներ, բներ, շերտիկներ, ելունդներ. այդ տիպին են պատկանում Բորատ (ԱՄՆ, Կալիֆոռնիա նահանգ), Կրամեր (ԱՄՆ, Նևադա նահանգ) և Սուլթան-Չայիր (Թուրքիա) հանքավայրերը։

3. ՀԻԴՐՈԹԵՐՄԱԼ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Ետմագմատիկ հանքավայրերի շարքում հիդրոթերմալ հանքավայրերը ամենից լայն տարածվածներն ու տնտեսապես կարևորներն են։

Առաջացման ջերմաստիճանով նրանք ստորաբաժանվում են երեք ենթախմբերի՝ բարձրջերմաստիճանային (t 400—300°C), միջինջերմաստիճանային (t 300—200°C) ու ցածրջերմաստիճանային (t 200—50°C), իսկ առաջացման խորությամբ, նրանցից յուրաքանչյուրն իր հերթին բաժանվում է երկու կարգի՝ 1) միջին և մասամբ մեծ խորությունների և 2) փոքր խորությունների ու մերձմակերեսային հանքավայրերի։

ԲԱՐՁՐՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Դեռևս Վ. Ա. Օբրուչևը, իսկ ավելի ուշ Հ. Շնեյդերհենը և Պ. Նիգլին ետմագմատիկ հանքավայրերի շարքում առանձնացնում էին պնևմատոլիտային խումբը՝ գազերից անջատված հանքանստեցման մեծ դերով և այդ խմբի մեջ ընդգրկում

էին անագի, վոլֆրամի, մոլիբդենի, բերիլիումի հանքավայրերի մեծ մասը, ինչպես նաև պղնձի և ոսկու հանքավայրերի մի մասը։

Պ. Մ. Տատարինովը իր ձեռնարկում այդ խումբը դասում է հիդրոթերմալ բարձրջերմաստիճանային առաջացումների շարքին, իլավացիորեն նշելով, որ գազերից առաջացած հանքայնացումը ջրային լուծույթներից նստած հանքայնացումից տարբերելու հատկանիշները բացակայում են։

Վ. Ի. Սմիռնովը իր մենագրության երրորդ հրատարակությունում (1976) պարզորոշ առանձնացնում է ալբիտիտային ու գրեյզենային հանքավայրերի խումբը, կապելով նրանց թթու և ալկալային հիպաբիսալ հրային ապարների զանգվածների ապիկալ ելուստների հետ, որոնք ենթարկվել են ետմագմատիկ ալկալային տեղակալման։ Նատրիումային տեղակալումը բերում է գրանիտային գմբեթների ապիկալ մասերի ալբիտացմանը, իսկ կալիումի հավելուրդը դուրս է բերվում և ալբիտացված գրանիտների ու ներփակող ապարների սահմանում և վերջիններիս մեջ ինտրուզիվների ծածկի մոտ առաջացնում է գրեյզենացում։

Ալբիտացման ու գրեյզենացման պրոցեսների ժամանակ տեղի է ունենում ապարներից մետաղային տարրերի դուրսբերում և նրանց մի մասի վերանստեցում ալբիտիտների մեջ (Zr, Nb, Th), իսկ մյուս մասինը՝ գրեյզեններում (Be, Li, Sn, W)։

Վ. Բարսուկովի տվյալներով անագի պարունակությունը չփոփոխված գրանիտներում 26 գ/տ նվազում է մինչև 4—5 գ/տ դուրսբերման գոնայում։ Եթե անագի պարունակությունը բիոտիտում կազմում է 200—300 գ/տ, ապա նրան տեղակալող մուսկովիտում (գրեյզենում) այն նվազում է մինչև 20—30 գ/տ։

Ալբիտիտ-գրեյզենային հանքավայրերը ձևավորվել են բյուրեղային ինտրուզիվ ապարների վրա տաք, քիմիապես ակտիվ գազաջրային լուծույթների ազդեցության հետևանքով։

Հանքավայրերի առաջացման ջերմաստիճանային ռեժիմն ըստ Ի. Գովորովի, Գ. Շչերբայի և այլոց հետևյալն է

եղել (°C-ով)՝ միկրոկլինացում 650—550°, ալբիտացում 550—400°, սիլիկատային ապարների գրեյզենացում 450—300°, ուղեկցող քվարցային երակներ 450—250°, կարբոնատային ապարների գրեյզենացում 400—250°, ուղեկցող ֆլյուորիտային և այլ երակներ 250—220°։

Ալբիտիտների առաջացման օպտիմալ խորությունը 1,5—2 մինչև 3—4 կմ է։ Ալբիտիտները գոյանում են գրեյզեններից առաջ, ընդ որում առաջիններն հավանաբար գերկրիտիկական բարձրջերմաստիճանային ալկալային լուծույթներից, իսկ երկրորդները՝ համեմատաբար նվազ բարձրջերմաստիճանային թթու լուծույթներից։

Ալբիտիտ-գրեյզենային հանքավայրերն իրենց առաջացման սկզբնական փուլում կապված են պեգմատիտների, երբեմն էլ սկառների հետ, իսկ առաջացման պրոցեսի վերջում կապված են նույն մետաղների հանքաբեր քվարցային երակների հետ, ինչպես գրեյզեններում։

Ալբիտիտային հանքավայրերում գործնական նշանակություն ունեն՝ Nb, Zr, Th, Li, Be, TR, իսկ գրեյզենային հանքավայրերում՝ Sn, W, Mo, Li, Be։ Ալբիտիտային հանքավայրերի տիպիկ օրինակներ նկարագրված են Անդրբայկալում, Կանադայում և Հյուսիսային Նիգերիայում, իսկ գրեյզենային հանքավայրերի օրինակներ՝ Ղազախստանում, Սիբիրում, Հանքային լեռներում՝ ԳԴՀ և ՉՍՍՀ (Յինովեց-Յինվալդ հանքադաշտը)։

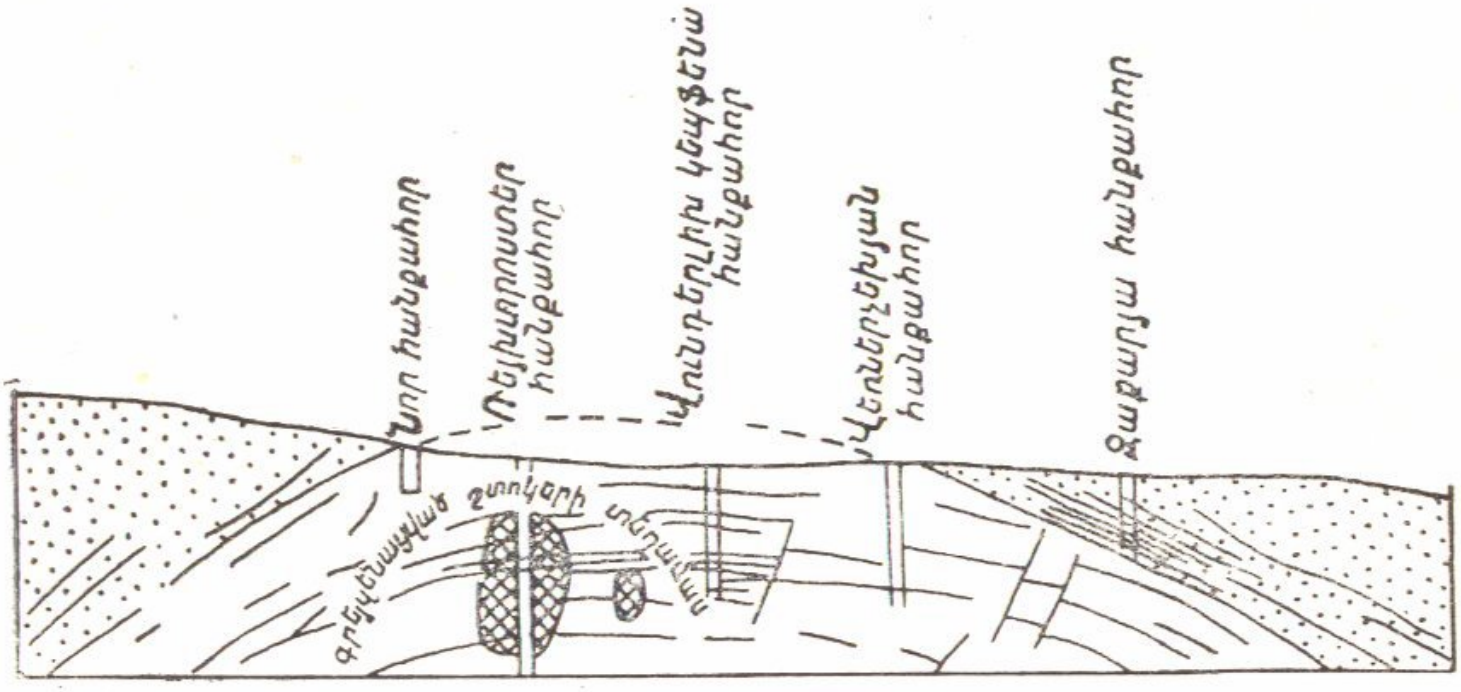
Հանքավայրերի այս խումբն առաջացել է գազաջրային գերտաքացած լուծույթներից՝ ջերմաստիճանների, հիմնականում, 400—300°C ինտերվալում, գլխավորապես միջին (չափավոր) կամ մեծ, ավելի հազվադեպ՝ փոքր խորություններում։

Հանքանյութեր կազմող բնորոշ միներալներն են՝ մագնետիտը, հեմատիտը, կասիտերիտը, վոլֆրամիտը, շեելիտը, բիսմուտինը, արսենոպիրիտը, լյոլինգիտը, կոբալտինը, բրնածին ոսկին (բարձր հարգի), բերիլը, իսկ երակային միներալներից՝ քվարցը, տոպազը, տուրմալինը, մուսկովիտը, եր-

բեմն նռնաքարը ու սկառնային ապարներ կազմող ուրիշ սիլիկատներ։

Մերձհանքային փոփոխություններն ամենից հաճախ ներկայացված են գրեյզենացումով ու տուրմալինացումով, իսկ կարբոնատային ապարներում՝ սկառնացումով։

ա. Միջին և մասամբ մեծ խորությունների հանքավայրերը (մակերեսից մի քանի կմ խորություններում առաջացած) ներկայացված են հետևյալ տիպերով.



Նկ. 55. Յինվալդի գրանիտային շտոկի զառիկող անագաբեր երակները

1) Քվարց-կասիտերիտային երակներ ու շտոկվերկներ՝ գրեյզենացված, ավելի հազվադեպ տուրմալինացված ապարներում։ Գլխավոր միներալներից բացի (քվարց ու կասիտերիտ), հանքանյութերում հաճախ առկա են վոլֆրամիտ, բիսմուտին, մոլիբդենիտ, արսենոպիրիտ, բերիլ, տոպազ, տուրմալին, ֆլյուորիտ և այլն։

Այս տիպի օրինակներից են՝ Սաքսոնիայի ու Չեխոսլովակիայի Հանքային լեռներում Յինվալդ-Յինովեց (նկ. 55), ՍՍՀՄ-ի Օնոն ու Խուլտին, Մալայայի, Ինդոնեզիայի, Պիրենեյան թերակղզու, Ֆրանսիայի կենտրոնական զանգվածի, Հյուսիսային Բոլիվիայի և բազմաթիվ այլ հանքավայրերը։

Այս տիպին, հաշվի առնելով նաև նրանց քայքայման հետևանքով առաջացած ցրոնները, բաժին է ընկնում անագային հարստանյութերի համաշխարհային արդյունահանման մոտ $^3/_4$-ը։

2) Քվարց-վոլֆրամիտային, քվարց-հյուբներիտային երակներ ու շտոկվերկներ՝ գրեյզենացված գրանիտոիդային զանգվածներում։ Բացի քվարցից ու վոլֆրամիտից (կամ հյուբներիտից), հանքանյութերում առկա են մոլիբդենիտ, բիսմուտին, արսենոպիրիտ, ավելի հազվադեպ՝ բերիլ, տոպազ, կասիտերիտ, տուրմալին և ուրիշ միներալներ։

Հանքավայրերի օրինակներ են՝ Մերձբայկալի ու Անդրբայկալի (Ջիդա, Շերլովայա լեռ, Բուկուկա և այլն), Կենտրոնական Ղազախստանի (Ակչատաու, Կարաոբա և այլն), Պիրենեյան թերակղզու, Հարավարևելյան Ջինաստանի, Բիրմայի, Կորեայի, Բոլիվիայի և այլ երկրների բազմաթիվ հանքավայրերը։

Այս տիպին, հաշվի առնելով նաև նրանց քայքայման հետևանքով առաջացած ցրոնները, բաժին է ընկնում վոլֆրամային հարստանյութերի համաշխարհային արդյունահանման համարյա թե $^3/_4$-ը։

3) Քվարց-մոլիբդենիտային երակներ և շտոկվերկներ՝ հաճախ սերտորեն կապված նախորդ (վոլֆրամիտային) տիպի հետ։

Այդ տիպի հանքավայրեր հայտնի են Հարավարևելյան Ջինաստանում և Կենտրոնական Ղազախստանում. նրանց բաժին է ընկնում մոլիբդենի համաշխարհային արդյունահանման մոտ 20%-ը։

4) Քվարց-ոսկեբեր երակներ՝ բարձրահարգ ոսկով, որը հաճախ ուղեկցվում է արսենոպիրիտով։

Այս տիպի հանքավայրեր հայտնի են Հարավային Ուրալում (Կոչկար), Ենիսեյան տայգայում (Սովետական հանքը), Հնդկաստանում (Կոլար), ԱՄՆ-ում (Հոմստեյկ), Կանադայում, Բրազիլիայում և այլն։ Ոսկու համար սա բավականին արդյունավետ տիպ է։

5) Արսենոպիրիտային կամ արսենոպիրիտ-լյոլինգիտային երակներ և անկանոն ձևերի մետասոմատիկ մարմիններ կարբոնատային ապարներում ու թերթաքարերում. հանքայուքերը հաճախ ոսկեբեր են։

Այսպիսի հանքավայրերի օրինակներ են՝ Բոլիդենը (Հյուսիսային Շվեդիայում), Մոսրիֆը (Տաջիկական ՍՍՀ-ում) և այլն։ Մկնդեղի արդյունահանման համար այս տիպը մեծ նշանակություն ունի։

6) Կոբալտինային հանքավայրեր, որոնք ներկայացված են դայկաների երկայնքով տեղադրված երակներով կամ ցանավոր զոնաներով։ Հանքավայրերի օրինակներ են՝ Բու-Ազերը Մարոկկոյում, Դաշքեսանը Ադրբեջանական ՍՍՀ-ում և այլն։ Կոբալտի համար այս տիպն ունի երկրորդական նշանակություն։

7) Բերիլ-տոպազ-տուրմալինային հանքավայրեր՝ որպես թանկարժեք քարերի հանույթի օբյեկտ։ Օրինակներ՝ Բորշչևոչնի բլրաշարքը, Շերլովայա լեռը, ինչպես նաև Կոլումբիայի ու Հնդկաստանի հանքավայրերը։

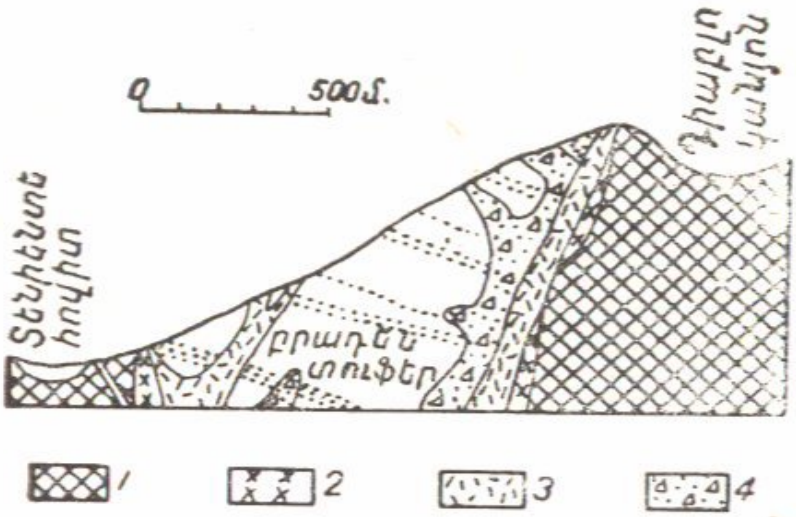
8) Խոշորթեփուկավոր գրաֆիտի հանքավայրեր։ Օրինակներից են՝ Ցեյլոն կղզու (Շրի-Լանկա Հանրապետություն) հանքավայրերը։

9) Ֆլոգոպիտի հանքավայրեր։ Օրինակ՝ Սլյուդյանկան Արևելյան Անդրբայկալում։

բ. Փոխ խորությունների ու մերձմակերեսային հանքավայրեր: Այս կարգի բարձրջերմաստիճանային հանքավայրերը բազմաթիվ չեն ու ներկայացված են հետևյալ տիպերով.

1) Պղինձ-անագային հանքավայրեր, որտեղ սովորաբար այդ երկու հակամետ մետաղները կազմում են համատեղ կուտակումներ։ Օրինակ՝ Միտատա հանքավայրը Ճապոնիայում։

2) Պղինձ-տուրմալինային հանքավայրեր, որտեղ պղնձի միներալներից սովորական են խալկոպիրիտը, բոռնիտը, որոնք երբեմն ուղեկցվում են մոլիբդենիտով, ավելի հազվադեպ, անագի միներալներով կամ ոսկով։



Նկ. 56. Չիլիի Բրադեն խառնարանի կտրվածքը
(ըստ Վ. Լինդգրենի ու Բաստինի)
1—անդեզիտ-պորֆիր. 2—անդեզիտ-պորֆիրի բրեկչիա. 3—Տենիենտո բրեկչիա.
4—գրանիտ-պորֆիրի բրեկչիա.

Այդ տիպի խոշոր հանքավայրերից հարկ է նշել Բրադենը (նկ. 56) կամ էլ-Տենիենտոն (նույնանուն հանգած հրբրաբխի խառնարանում) Չիլիում. ոչ մեծ հանքավայր հայտնի է նաև Հայկական ՍՍՀ-ում (Մեծ ձոր)։

3) Անագ-վոլֆրամ-բիսմուտ-մկնդեղային հանքավայրեր, որոնց հանքանյութերում գերակշռում են կասիտերիտն ու վոլֆրամիտը, երբեմն բիսմուտինն ու արսենոպիրիտը։ Այս տիպը ներկայացված է Բոլիվիայի մի շարք խոշոր հանքավայրերով։

Ավելի պարզ կազմության, համարյա բուն անագային հանքանյութեր՝ փայտանմման կասիտերիտով, հայտնի են Սիխոտե-Ալին լեռնաշղթայում և Փոքր Խինգանում։ Անագի և բիսմուտի համաշխարհային արդյունահանման մեջ այս տիպը զգալի դեր է խաղում։

4) մագնետիտային երակներ և շտոկներ, որոնք իրենց ծագումով կապված են Սիբիրական պլատֆորմի տրապների (կճաքարերի) հետ։ Օրինակ՝ Անգարա-Իլիմյան խմբի հանքավայրերը։

Խարձրջերմաստիճանային հիդրոթերմալ հանքավայրերն ամբողջությամբ վերցրած արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունեն անագի, մկնդեղի, ոսկու և երկրորդական նշանակություն՝ մոլիբդենի, կոբալտի, բիսմուտի, երկաթի, գրաֆիտի ու ֆլոգոպիտի համար։

ՄԻՋԻՆ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Հանքավայրերի այս խումբն առաջացել է գերտաքացած ջրային լուծույթներից ջերմաստիճանների, հիմնականում, 300—200°C ինտերվալում, մեծ մասամբ չափավոր խորությունների (մակերեսից՝ 2—3 կմ), բայց հաճախ նաև փոքր խորություններում (հարյուրավոր մետրերից մինչև 1 կմ)։

Հանքանյութերը կազմող բնորոշ միներալներից են՝ պիրիտը, խալկոպիրիտը, մոլիբդենիտը, սֆալերիտը, գալենիտը, խունացած հանքանյութերը (տեննանտիտ ու տետրաէդրիտ), բնածին ոսկին (միջին հարգի), սիդերիտը, ուրանային խեժը, կոբալտի ու նիկելի արսենիդները, ավելի հազվադեպ կասիտերիտը, բիսմուտային սուլֆոաղերը, իսկ երակային միներալներից՝ սովորական են քվարցը, բարիտը, ֆլյուորիտը, կարբոնատները, քլորիտը, սերիցիտը, կաոլինը։

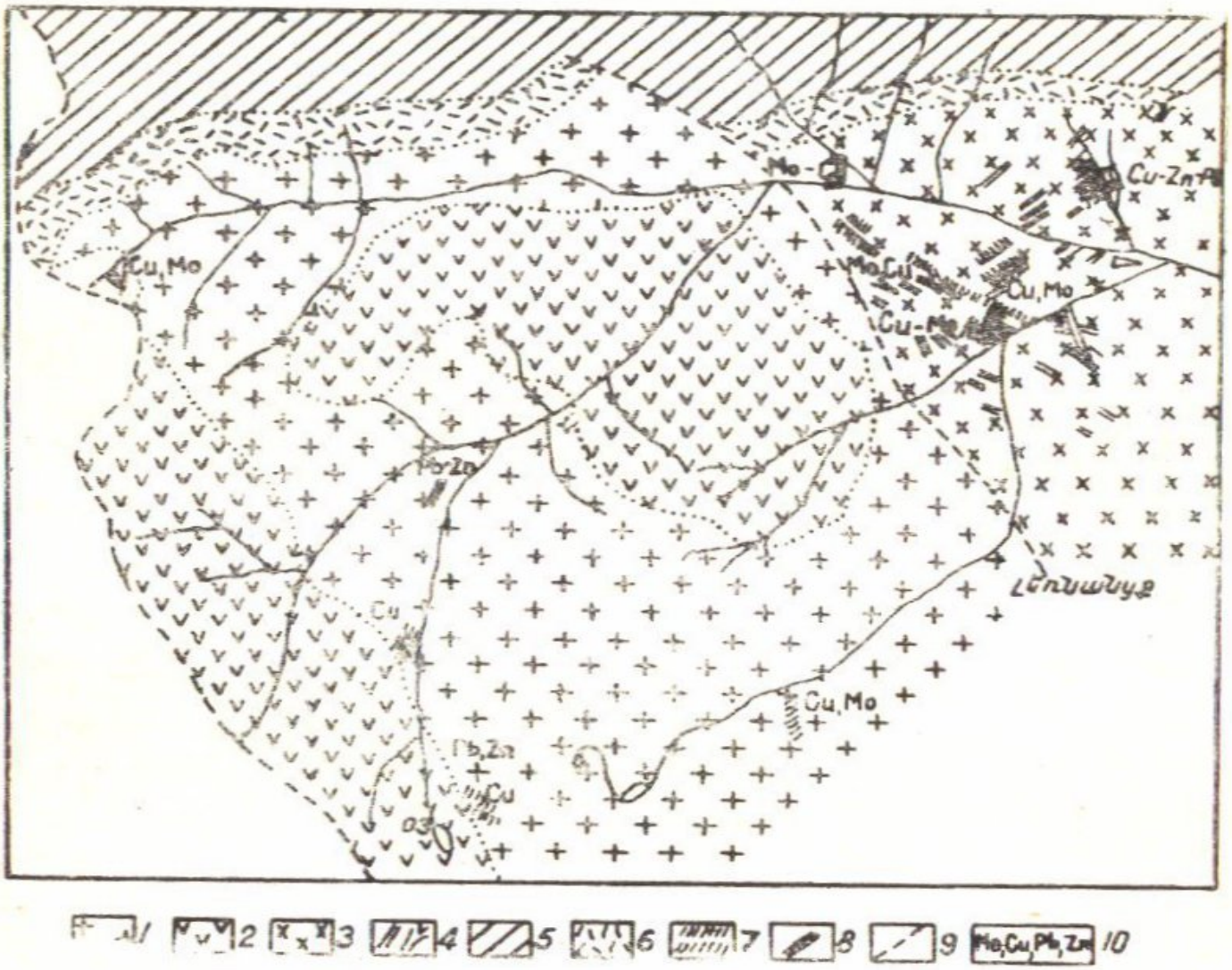
Մերձհանքային փոփոխություններն արտահայտվում են քվարցացումով (երկրորդային քվարցիտներ), սերիցիտացումով, բերեզիտացումով, քլորիտացումով, կաոլինացումով, դոլոմիտացումով, սերպենտինացումով։

ա. Չափավոր խորությունների հանքավայրեր: Ներկայացված են հետևյալ տիպերով.

1) Երակիկա-ցանավոր շտոկվերկային, հազվադեպ երակային պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութեր գրանիտոիդային զանգվածներում, երբեմն ծածկի քվարցացած ու սերիցիտացված ապարներում։

Հանքանյութերի գլխավոր միներալներն են խալկոպիրիտը ու մոլիբդենիտը, որոնց հետ խառնվում են բոռնիտ, խունացած հանքանյութեր, էնարգիտ ու լյուցոնիտ, գալենիտ, սֆալերիտ, բիսմուտի ու արծաթի միներալներ։

Հանքավայրերի օրինակներ են՝ ՍՍՀՄ-ում՝ Կոունրադը (Ղազախական ՍՍՀ-ում), Քաջարանը (նկ. 57), Ագարակը և ուրիշ. (Հայկական ՍՍՀ-ում)։ Արտասահմանյան հանքավայրերից կարելի է նշել Բինգհեմը (ԱՄՆ-ում), Կանանեան (Մեքսիկայում), Մեդեսը և ուրիշ. (Բուլղարիայում) և այլն։



Նկ. 57. Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի շրջանի սխեմատիկ երկրաբանական քարտեզը

1—պորֆիրանման գրանիտներ, գրանոդիորիտներ ու գրանոսիենիտներ. 2—բանատիտներ (գրանոդիորիտներ). 3—մոնցոնիտներ, սիենիտներ, դիորիտներ. 4—գրանիտ-պորֆիրի, գրանոդիորիտ-պորֆիրի, սիենիտ-պորֆիրի դայկաներ. 5—էոցենի հրաբխաընստվածքային շերտախումբ. 6—կոնտակտային եղջերաքարեր. 7—խիստ հանքայնացած գոտիներ. 8—քվարցային երակներ. 9—տեկտոնական խախտումներ. 10—նշված մետաղներով խիստ հարստացած տեղամասեր.

Այս տիպը արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունի պղնձի (համաշխարհային արդյունահանման 50%-ը),

ինչպես նաև մոլիբդենի (Mo-ի հարստանյութերի արդյունահանման 20—25%-ը) համար։

2) Ոսկի-սուլֆիդային երակներ, որտեղ բնածին ոսկին (միջին հարգի) զուգակցվում է խալկոպիրիտի, պիրիտի, սֆալերիտի, գալենիտի, խունացած հանքանյութերի, երբեմն արսենոպիրիտի, կապարի ու ծարիրի, բիսմուտի սուլֆոաղերի ու ուրիշ. հետ։

Հանքավայրերի օրինակներ են, ՍՍՀՄ-ում՝ Բերյոզովսկոյեն Միջին Ուրալում, Ստեպնյակը Ղազախստանում, Դարասունը Անդրբայկալում, իսկ օտարերկրյա հանքավայրերից՝ Մայր երակը Կալիֆոռնիայում, Բենդիգոն և Բալլարատը Ավստրալիայում և շատ ուրիշ.։ Ոսկու համար այս տիպը կարևոր նշանակություն ունի։

3) Բազմամետաղային երակներ, ավելի հազվադեպ՝ մետասոմատիկ մարմիններ կարբոնատային ապարներում, որոնք կազմված են գալենիտից, սֆալերիտից, խունացած հանքանյութերից, խալկոպիրիտից, էնարգիտից, կապարի ու ծարիրի սուլֆոաղերից, բիսմուտի ու արծաթի միներալներից, քվարցից, կարբոնատներից, բարիտից ու ֆլյուորիտից։ Այս տիպին են պատկանում Սադոն (Հյուսիսային Կովկաս), Ներչինսկի խումբ (Արևելյան Անդրբայկալ), Ֆրայբերգ (Սաքսոնիա), Պրշիբրամ (Չեխոսլովակիա) և այլ հանքավայրերը։ Կապարի ու ցինկի համար սա գլխավոր գենետիկական տիպերից մեկն է։

4) Անագ-սուլֆիդային երակներ, որոնցում զգալի դեր է խաղում, սովորաբար պիրոտինի ու արսենոպիրիտի հետ զուգակցված կասիտերիտը։

Այս տիպին են պատկանում ՍՍՀՄ-ի հանքավայրերը երկրի հյուսիս-արևելքում (Էգե-Խայա), Անդրբայկալում (Խապչերանգա) և այլն։ Այս տիպի դերը անագի համար երկրորդական է։

5) Սիդերիտային հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են մետասոմատիկ մարմիններով (կարբոնատային ապարներում) և, ավելի հազվադեպ՝ երակներով։ Օրինակներ են Հարավային Ուրալի Բակալ, Իսպանիայի Բիլբաո, ԳՖՀ-ի Զիգեր-

լյանդ (սա երակային է) հանքավայրերը։ Երկաթի համար այս տիպի նշանակությունը երկրորդական է։

6) Ֆլյուորիտային հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են ֆլյուորիտի երակներով կամ մետասոմատիկ մարմիններով, երբեմն գալենիտի և ուրիշ սուլֆիդների զուգակցմամբ։

Այս տիպին են պատկանում Տակոբ (Տաջիկական ՍՍՀ), Աուրախմատ (Միջին Ասիա) և ուրիշ հանքավայրեր։ Ֆլյուորիտի համար սա բավականին կարևոր տիպ է։

7) Ոսկի-ուրանային հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են բնածին ոսկի և ուրանային խեժ պարունակող քվարց-կարբոնատային երակներով։ Ոսկու և ուրանի համար դերը մեծ չէ, տիպը հազվադեպ է։

8) Խրիզոտիլ-ասբեստային հանքանյութեր՝ տեղադրված սերպենտինացված ուլտրահիմքային զանգվածներում։ Այս տիպի խոշոր հանքավայրեր հայտնի են Միջին Ուրալում (Բաժենովո), Կանադայում, ՀԱՀ-ում և ուրիշ երկրներում։ Խրիզոտիլ-ասբեստի հանույթի գործում դերը շատ մեծ է։

9) Մագնեզիտային հանքանյութեր՝ սովորաբար մագնեզիտով տեղակալված կարբոնատային ապարներում։ Խոշոր հանքավայրեր հայտնի են Հարավային Ուրալում (Սատկա), Հարավային Մանջուրիայում, Ավստրիայում, Կորեայում։

10) Տալկի հանքանյութեր Ուրալի հանքավայրերում (Միաս, Շաբրի և այլն)։

11) Պիեզոքվարցի հանքանյութեր Ուրալի, Պամիրի, Բրազիլիայի բյուրեղապակեբեր երակներում։

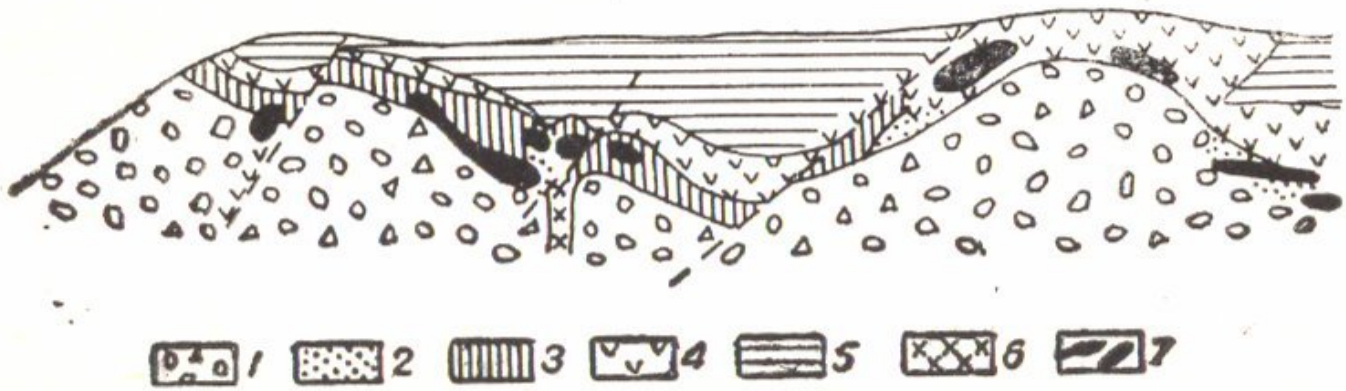
բ. Փոխ խորությունների հանքավայրեր: Ներկայացված են հետևյալ տիպերով.

1) Հրաքարային տիպի պղնձի ու բազմամետաղային հանքանյութեր, որոնք տեղադրված են շտոկների, ոսպնյակների, ավելի հազվադեպ՝ երակների ձևով հրաբխա-նստվածքային տարբեր հասակի ապարներում։

Պղնձի հանքանյութերը ներկայացված են պիրիտով ու խալկոպիրիտով՝ սֆալերիտի, խունացած հանքանյութերի,

էնարգիտի, բորնիտի, գալենիտի խառնուրդով, իսկ բազմամետաղայինները՝ սֆալերիտով ու գալենիտով՝ ուրիշ սուլֆիդների ու սուլֆոաղերի, երբեմն նաև տելլուրիդների խառնուրդով։

Այս տիպին են պատկանում Ուրալի պղնձահրաքարային (Կիրովոգրադսկոյե, Կարպուշիխա, Դեգտյարկա՝ Միջին Ուրալում, Սիբայ, Բլյավա, Ուչալի, Գայ և այլն՝ Հարավային Ուրալում), Հյուսիսային Կովկասի (Ուրուպ և ուր.), Անդրկովկասի (Ալավերդի, Շամլուղ, Ղափան և ուրիշ.), Թուրքիայի (Էրգանի-Մադեն, Զանսուլ, Քվարցխանա և ուրիշ.), Բուլղարիայի, Հարավսլավիայի, Իսպանիայի, Ճապոնիայի, ԱՄՆ-ի և ուրիշ հանքավայրերը. սրանց են դասվում նաև Ալթայի ու Սալաիրի, Անդրկովկասի և մի շարք ուրիշ շրջաններ բազմամետաղային հանքավայրերը։ Պղնձի, ինչպես նաև կապարի ու ցինկի համար այս տիպը ունի բավականին կարևոր նշանակություն։



Նկ. 58. Շամլուղի հանքավայրի միջօրեական կտրվածքը (ըստ վ. Ն. Բոգոմոլովի ու այլ տվյալների). 1—պորֆիրիտի տուֆոբրեկչիա. 2—գիպսացած հաստվածք. 3—հանքային հաստվածք (բթու ապար). 4—ալբիտոֆիրներ ու քվարցային ալբիտոֆիրներ, 5—ավազաքարեր. 6—դիաբազային դայկա. 7—հանքային մարմիններ.

2) *Հինգտարրանոց* (Co—Ni—Bi—Ag—U) *ֆորմացիայի հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են* Co *ու* Ni *արսենիդներով, բիսմուտինով ու բիսմուտի սուլֆոաղերով, արգենտիտով և ուրանային խեժի հետ զուգակցված բնածին արծաթով։*

Այս տիպի հանքավայրեր հայտնի են Սաքսոնիայի Հանքային լեռներում (ԳԴՀ՝ Շնեեբերգ, Աննաբերգ և ուրիշ.),

ՉՍՍՀ-ում (Յախիմով կամ Իոաքիմստալ), Կանադայի հյուսիսարևմտյան մարզերում՝ մանավանդ Մեծ Արջի լճի շրջանում և մի շարք ուրիշ երկրներում։

Իր ժամանակին նրանք բավականին կարևոր դեր են խաղացել Ag, Co, U-ի հանույթում, սակայն, այժմ այդ հանքավայրերից շատերն սպառված են և նրանց նշանակությունը այդ մետաղների համար երկրորդական է։

3) Անագ-բազմամետաղային հանքանյութեր, որտեղ կասիտերիտը սերտորեն զուգակցվում է գալենիտի ու սֆալերիտի հետ։ Այս տիպի հանքավայրեր հայտնի են Միխոտեա-Ալին լեռնաշղթայում, Անդրբայկալում և Բոլիվիայում։ Նրանց նշանակությունը անագի ու բազմամետաղների համար մեծ չէ։

4) Կոբալտ-արծաթային հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են կոբալտի ու նիկելի արսենիդներով՝ մի փոքր ավելի ուշ առաջացած արգենտիտի ու բնածին արծաթի հետ զուգակցված։ Օրինակ՝ Կանադայի Կոբալտ հանքավայրը։

5) Բնածին ոսկու հանքանյութեր. օրինակ՝ Կանադայի Յելլոունայֆ հանքավայրը։

6) Բարիտային հանքանյութեր։ Օրինակ՝ Մեդվեդևսկոյեն Ուրալում։

Միջինջերմաստիճանային հանքավայրերի համար, ընդհանուր առմամբ, պետք է նշել նրանց կարևոր դերը հետևյալ հանքանյութերի արդյունահանման մեջ՝ պղինձ, մոլիբդեն, կապար, ցինկ, ոսկի, ուրան, խրիզոտիլ-ասբեստ, մագնեզիտ, տալկ, ֆլյուորիտ, բարիտ, պիեզոքվարց և երկրորդական դերը՝ երկաթի, կոբալտի, անագի, արծաթի արդյունահանման մեջ։

ՑԱԾՐՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Հանքավայրերի այս խումբն առաջացել է տաք ջրային լուծույթներից, ջերմաստիճանների 200—50°C ինտերվալում, մասամբ չափավոր, բայց հիմնականում փոքր խորություններում։

Բնորոշ հանքային միներալներն են՝ կինովարը, անտիմոնիտը, ռեալգարը, աուրիպիգմենտը, էլեկտրումը, արգենտիտը, բնածին արծաթը, ավելի հազվադեպ՝ խալկոպիրիտը, բոռնիտը, խալկոզինը, գալենիտը, սֆալերիտը, բնածին պղինձը, ֆերբերիտը, պիրոլյուզիտը, պսիլոմելանը, մանգանիտը, իսկ երակային միներալներից սովորական են ցածրջերմաստիճանային քվարցը ու խալցեդոնը, բարիտը, ֆլյուորիտը, ալունիտը, գիպսը, ադատը, կարբոնատները։

Մերձհանքային փոփոխությունները ներկայացված են ալունիտացումով ու պրոպիլիտացումով, նաև թույլ արտահայտված քվարցացումով, կաոլինացումով, սերիցիտացումով։

ա. Ջափավոր խորությունների հանքավայրեր։ Ըստ Գրեյտոնի տելեթերմալ հանքավայրերը, կապված չմերկացած ինտրուզիվ ղանդվածների հետ, ներկայացված են հետևյալ տիպերով.

1) Սնդիկի (կինովարի) հանքավայրեր, երբեմն անտիմոնիտի ու ֆլյուորիտի հետ ղուգակցված։

Այդ տիպին են վերագրվում աշխարհի սնդիկի համարյա բոլոր ամենախոշոր հանքավայրերը՝ Նիկիտովկան (նկ. 59), Խայդարկանը և ուր. ՍՍՀՄ-ում, Ալմադենը Իսպանիայում, Իդրիան Իտալիայում և այլն, որոնք միասին տալիս են սնդիկի համաշխարհային արդյունահանման շուրջ $^3/_4$-ը։

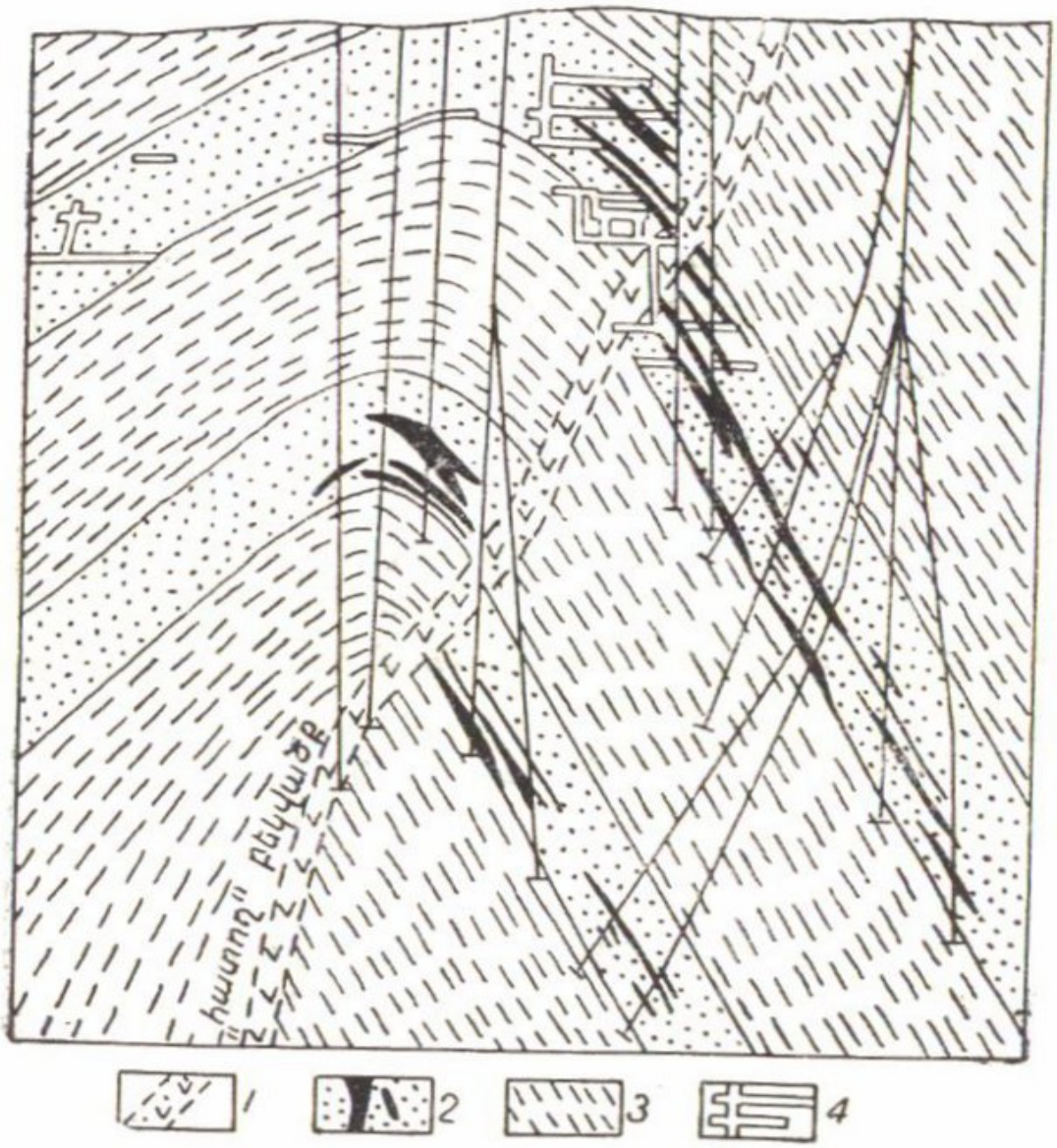
2) Ծարիրային (անտիմոնիտային) հանքավայրեր, որոնց հանքանյութերում զգալի դեր են խաղում ֆլյուորիտը, երբեմն կինովարը, ռեալգարը ու աուրիպիգմենտը։

Այս տիպին են պատկանում Կադամջայ ու Ռազդոլնինսկոյե հանքավայրերը ՍՍՀՄ-ում, Հարավսլավիայի, Բոլիվիայի, Մեքսիկայի խոշոր հանքավայրերը, որոնք միասին տալիս են ծարիրի համաշխարհային հանույթի $^3/_4$-ից ավելին։

3) Պղնձի հանքավայրեր, որոնց մեջ առանձնացվում են երկու ենթատիպեր՝ պղնձաբեր ավազաքարեր բոռնիտ-խալկոպիրիտային հանքանյութերով (Ջեզկազգան Ղազախական

ՍՍՀՄ-ում, Ջաիրի ու Հյուսիսային Ռոդեզիայի խոշոր հանքավայրերը) և բնածին պղնձի հանքանյութեր ցեոլիտներով՝ մելաֆիրներում ու կոնգլոմերատներում (Միչիգան հանքավայրը ԱՄՆ-ում)։ Պղնձաբեր ավազաքարերի ենթատիպը կարևոր դեր է խաղում պղնձի արդյունահանման համար։

4) Կապար-ցինկային հանքավայրեր հանքանյութերի պարզ կազմով՝ տեղադրված կարբոնատային հաստվածքներում։



Նկ. 59. Նիկիտովկա հանքավայրի ավազաքարերի հորիզոններում կինովարի շերտային կուտակները (ըստ Ա. Դոբրյանսկու). 1—«հատող» խախտման բրեկչիացման գոնա. 2—հանքայնացում ավազաքարում. 3—հանքազուրկ բերքաքարեր. 4—ստորերկրյա հանքատեղեր.

Այս տիպին են պատկանում Կարատաու լեռնաշղթայի (Ղազախական ՍՍՀ), Օլկուշ շրջանի (Լեհաստան) խոշոր, ինչպես նաև Հարավարևելյան Միսսուրի ու Տրիստեյտ շրջանների (ԱՄՆ) հսկայական հանքավայրերը և շատ ուրիշներ։ Կապարի ու ցինկի համար այս տիպի նշանակությունը բավականին մեծ է։

5) Ֆլյուորիտային հանքանյութեր (օրինակ՝ Կիրգիզական ՍՍՀ-ում Խայդարկանի կոմպլեքսային Sb—Hg—ֆլյուորիտային հանքանյութերի հանքավայրը)։

բ. Փոխ խորությունների հանքավայրեր: Այս խմբում զարգացած ու ներկայացված են հետևյալ տիպերը.

1) Ոսկի-արծաթային հանքանյութեր քվարց-կարբոնատային երակներով, շտոկներով, շտոկվերկներով՝ էլեկտրումի, արծաթի միներալների, անտիմոնիտի, տելլուրիդների, ադուլյարի, խալցեդոնի պարունակությամբ։ ՍՍՀՄ-ում այս տիպին են պատկանում Բալեյ-Տասեևո հանքային դաշտը Արևելյան Անդրբայկալում, Բելայա լեռը Ամուրի մարզում, հավանաբար նաև Զոդը Հայկական ՍՍՀ-ում, իսկ օտարերկրյա հանքավայրերից կարելի է նշել Տրանսիլվանիայի, Ինդոնեզիայի, ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգների, Ֆիլիպիններին, Նոր Զելանդիայի և ուրիշ հանքավայրեր։ Ոսկու հանույթի մեջ այս տիպը զգալի դեր է խաղում։

2) Արծաթի հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են քվարց-կարբոնատային երակներով՝ բնածին արծաթով, արգենտիտով, պրուստիտ-պիրարգիրիտով և արծաթի այլ միներալներով։ ՍՍՀՄ-ում հայտնի են այդ տիպի ոչ մեծ երևակումներ հյուսիս-արևելքում ու Ադրբեջանական ՍՍՀ-ում. խոշոր հանքավայրեր հնուց մշակվում են Մեքսիկայում, հայտնի են նաև Կոլումբիայում, Պերուում, Չիլիում։ Այս տիպի դերը արծաթի հանույթում շատ մեծ է (համաշխարհային արդյունահանման մինչև 50%-ը)։

3) Սնդիկ-ծարիրային հանքանյութեր, որոնք ներկայացված են կինովարի ու անտիմոնիտի մանրաբյուրեղ կամ կոլոմորֆ ագրեգատներով։

Այս տիպի խոշոր հանքագաշտ հայտնի է Մոնտե-Ամիատա հանգած հրաբխի լանջերում (Իտալիա), որտեղ շահագործվում են երկու խոշոր՝ Մոնտե-Ամիատա անդիկի և Պերետտա ծարիրի հանքավայրեր։

4) Ռեալգար-աուրիպիգմենտային կոլոմորֆ, երբեմն բյուրեղային հանքանյութեր։ Այս տիպի հանքավայրեր հայտնի են Անդրկովկասում (Լուխումի ու Կոդիսձիրի՝ Վրացական ՍՍՀ-ում, Դարի-դաղ՝ Ադրբեջանական ՍՍՀ-ում, Սալվարդ՝ Հայկական ՍՍՀ-ում), Թուրքիայում (Կաղզվան), Բալկաններում։ Այս տիպի դերը մկնդեղի հանույթում երկրորդական է։

5) Ֆերբերիտ-անտիմոնիտային ու շեելիտ-անտիմոնիտային հանքանյութեր։ Այս տիպի հանքավայրեր հայտնի են Վրացական ՍՍՀ-ում, Անդրբայկալում, իսկ բավականին խոշոր հանքավայրեր շահագործվում են ԱՄՆ-ում ու Պերուում (Լա-Լիբերտադ)։ Դերը W ու Sb-ի հանույթի մեջ երկրորդական է։

6) Պիրոլյուզիտ-պսիլոմելանային, ավելի հազվադեպ՝ մանգանիտ-բրաունիտային հանքավայրեր հրաբխանստվածքային ապարներում՝ երակների, բների, ոսպնյակների ձևով։

Այս տիպին պատկանում են որոշ հանքավայրեր Անդրկովկասում (Թեթրի Ծղարո՝ Վրացական ՍՍՀ-ում, Իջևանի խումբը՝ Հայկական ՍՍՀ-ում, Մոլլաջալի՝ Ադրբեջանական ՍՍՀ-ում և ուրիշ.), Թուրքիայում (Էրեգլի, Քարթլա, Կևուլ), Բուլղարիայում (Պոժարևո), ինչպես նաև մի շարք հանքավայրեր Մեքսիկայում, Ճապոնիայում, Կուբայում և այլ երկրներում։

Շատ դեպքերում նրանք սերտորեն կապված են ու անցնում են նույն կազմության էքսհալացիոն-նստվածքային տիպի հանքանյութերին։ Այս տիպի տնտեսական նշանակությունը մեծ չէ։

7) Իսլանդական ապաթի հանքավայրեր էֆուզիվներում (Վիլյուի, Նիժնե-Տունգուսկայի, Իսլանդիայի հանքավայրերը)։

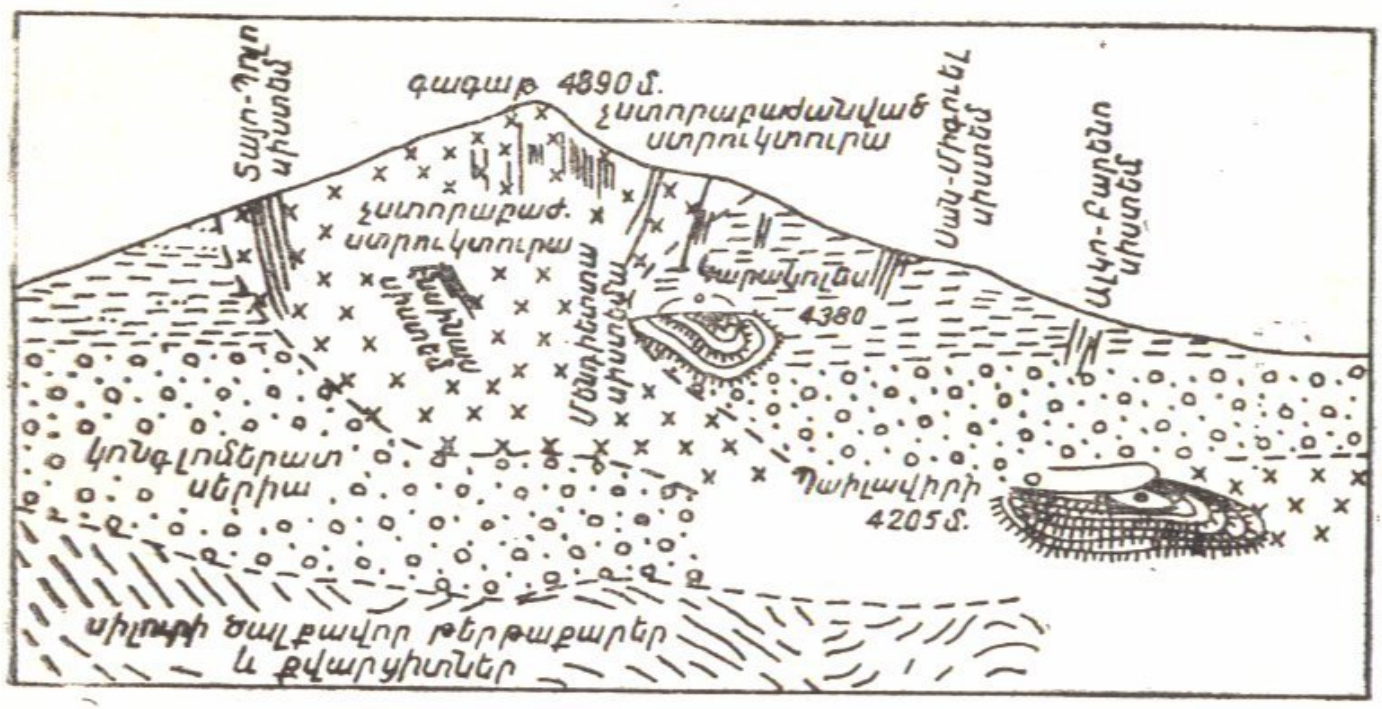
8) Ագատի հանքավայրեր էֆուզիվներում (Ախլցխա՝ Վրացական ՍՍՀ-ում, Սարիգյուղ՝ Հայկական ՍՍՀ-ում)։

9) Ալունիտի հանքավայրեր (Զագլիկ՝ Ադրբեջանական ՍՍՀ-ում, Ղազախական ՍՍՀ-ի և Չինաստանի հանքավայրերը)։

10) Օպտիկական ֆլյուորիտի ու օպտիկական բարիտի հանքավայրեր կարբոնատային ապարներում բների ձևով (Կուլի-կալոն, Պարվին՝ Տաջիկական ՍՍՀ-ում)։

11) Գիպսի հանքավայրեր՝ Ալավերդի (Հայկական ՍՍՀ), Կակտուս-մայն (ԱՄՆ)։

12) Բարիտի հանքավայրեր, որոնք ներկայացված են երակների կամ ոսպնյակների ձևով էֆուզիվ ու հրաբխանստվածքային ապարներում։ Այդ տիպին են պատկանում բարիտի բավականին խոշոր հանքավայրերը Վրացական ՍՍՀ-ում (Քութաիսի խումբը, Աբխազիայի հանքավայրերը), ինչպես նաև Հայկական, Ադրբեջանական և Թուրքմենական ՍՍՀ-ի հանքավայրերը։



Նկ. 60. Սեռո-Ռիկո դե Պոտոզիի կտրվածքը

Հավանաբար, ցածրջերմաստիճանային փոքր խորությունների հանքավայրերի շարքին պետք է դասել նաև անագ-արծաթային տիպի յուրահատուկ ու հազվագյուտ հանքավայրերը, որոնք շահագործվում են Բոլիվիայի Պոտոզի

հանքավայրում (նկ. 60) և Հյուսիսային Արգենտինայում (Պիրկիտաս)։

Ամբողջովին վերցրած, գնահատելով ցածրջերմաստիճանային հիդրոթերմալ հանքավայրերի տնտեսական նշանակությունը, պետք է ընդգծել նրանց մեծ նշանակությունը անդիկի, ծարիրի, արծաթի, ոսկու, պղնձի, կապարի, ցինկի, իսլանդական սպաթի, օպտիկական ֆլյուորիտի, ալունիտի, բարիտի, ագատի արդյունահանման մեջ և երկրորդական դերը մկնդեղի, վոլֆրամի, անագի, մանգանի ու գիպսի համար։

ՀԻԴՐՈԹԵՐՄԱԼ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆՆԵՐԻ ԵՎ ԽՈՐՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐԸ

Այսպիսով, հիդրոթերմալ հանքավայրերի ընդարձակ շարքում մենք, ըստ նրանց առաջացման ջերմաստիճանի և խորության պայմանների, առանձնացնում ենք վեց ենթատիպեր. բարձրջերմաստիճանային՝ ա) միջին և մասամբ մեծ խորություններում և բ) փոքր խորություններում, միջինջերմաստիճանային՝ ա) միջին և բ) փոքր խորություններում, ցածրջերմաստիճանային՝ ա) միջին և բ) փոքր խորություններում։

Մեր առջև կարևոր խնդիր է դրված՝ մշակել ուսումնասիրվող հանքավայրերի առաջացման ջերմաստիճանների և խորությունների (մակերեսից հաշված) կազմավորման չափանիշները, որոնք թույլ կտան տվյալ հանքավայրը անսխալ դասել նշված վեց ենթախմբերից որևէ մեկին։

Հանքավայրերի առաջացման ջերմաստիճանների չափանիշներ

Այդ չափանիշները պետք է հիմնվեն այնպիսի հատկանիշների վրա, որոնք անմիջականորեն դիտվում են հանքավայրի ուսումնասիրման ժամանակ։

Առաջին հերթին դա հանքանյութերի կազմությունն է. հանքանյութերում այնպիսի բարձրջերմաստիճանային միներալների լայն տարածումը, ինչպիսիք են կասիտերիտը, վոլֆրամիտը, մագնետիտը, հեմատիտը, բիսմուտինը, բնա-

ծին ոսկին (բարձր հարգի), արսենոպիրիտը, կոբալտինը, ինչպես նաև տուրմալինը, տոպազը, մուսկովիտը, սկապոլիտը, նռնաքարը հիմք են տալիս հանքավայրը բարձրջերմաստիճանային տիպին դասելու համար։ Հանքանյութերում խալկոպիրիտի, պիրիտի, մոլիբդենիտի, գալենիտի, սֆալերիտի, խունացած հանքանյութերի, բնածին ոսկու (միջին հարգի), ինչպես նաև սիդերիտի, ֆլյուորիտի, լեռնային բյուրեղապակու լայն տարածումը վկայում է առաջացման միջինջերմաստիճանային պայմանների մասին։ Վերջապես, հանքանյութերում կինովարի, անտիմոնիտի, ռեալգարի, աուրիպիգմենտի, էլեկտրումի, բնածին արծաթի, արծաթի սուլֆոաղերի, ինչպես նաև կարբոնատների, բարիտի, ադուլյարի, ցեոլիտների լայն տարածումը վկայում է նրանց առաջացման ցածրջերմաստիճանային պայմանների մասին։

Երկրորդը, ապարների մերձհանքային փոփոխությունների բնույթն է։ Նրանց ուժեղ տուրմալինացումը կամ գրեյզենացումը, սկառնացումը խոսում են լուծույթների բարձր ջերմաստիճանների մասին, որոնք առաջացրել են այդ փոփոխությունները և հանքանյութերի նստեցումը. սերիցիտացումը, բերեզիտացումը, քվարցացումը (երկրորդային քվարցիտներ), քլորիտացումը, կաոլինացումը, դոլոմիտացումը, սերպենտինացումը, վկայում են առաջացման միջին ջերմաստիճանային, իսկ ալունիտացումն ու պրոպիլիտացումը, կամ թույլ արտահայտված քվարցացումն ու կաոլինացումը՝ առաջացման ցածրջերմաստիճանային պայմանների մասին։

Գոյություն ունեն հանքանյութերի առաջացման ջերմաստիճանների որոշման ավելի ճշգրիտ եղանակներ՝ երկրաբանական ջերմաչափերի դեր կատարող միներալների միջոցով։ Հայտնի է, որ մի շարք միներալներ առաջանում են ամենատարբեր երկրաբանական պայմաններում, ջերմաստիճանների լայն ինտերվալում. նրանց թվին են պատկանում միներալ-կոսմոպոլիտները, օրինակ՝ պիրիտը, քվարցը, բնածին ոսկին և այլն, բայց նույնիսկ դրանք օգնում են հանքանյութերի առաջացման ջերմաստիճանների որոշմանը, քանի որ նրանց զուգակցությունները, բյուրեղների հաբի-

տուսը (ձևերը) և այլ հատկանիշները փոփոխվում են ջերմաստիճանի փոփոխման հետ միասին։

Այսպես, բարձրջերմաստիճանային պայմաններում պիրիտը կազմում է օկտաէդրեր և հաճախ զուգակցվում է տուրմալինի ու տոպազի հետ. միջինջերմաստիճանային պայմաններում պիրիտը ներկայացված է պենտագոն դոդեկաէդրերով ու հեքսաէդրերով և այլն. քվարցը բարձրջերմաստիճանային պայմաններում կազմում է դիպիրամիդային կամ կարճ պրիզմատիկ բյուրեղներ (α-քվարց), իսկ միջին ու ցածրջերմաստիճանային պայմաններում՝ երկար պրիզմատիկ բյուրեղներ (β-քվարց). բնածին ոսկին՝ բարձրջերմաստիճանային հանքավայրերում բարձր հարգի է (հարգը մինչև 920—960), միջինջերմաստիճանային հանքավայրերում՝ միջին հարգի է (750—850), ցածրջերմաստիճանային հանքավայրերում՝ ցածր հարգի (550—650)։

Երկրաբանական ջերմաչափերի շարքում պետք է նշել հետևյալ միներալները՝ նռնաքարերը, որոնք 800°C և ավելի բարձր ջերմաստիճանների դեպքում իզոտրոպ են, իսկ ավելի ցածր t-երի դեպքում՝ անոմալ անիզոտրոպ (սկառնեերում)։ Դիպիրամիդալ α-քվարցը 575°C t-երի պայմաններում անցնում է ավելի ցածրջերմաստիճանային պրիզմատիկ β-քվարցի։

Բոռնիտ-խալկոպիրիտ և պիրոտին-պենտլանդիտ զույգերի պինդ լուծույթները t=450—475°C պայմաններում տրոհվում են առաջացնելով պինդ լուծույթների տրոհման ստրուկտուրաներ։

Սիդերիտը 350—400°C-ից բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում անցնում է հեմատիտի։

Ռեալգարը և աուրիպիգմենտը հալվում են և անկայուն են 310—320° t-երի դեպքում։ Բնածին բիսմուտը հալվում է 271°C-ում։ Բոռնիտ-խալկոզին զույգը կազմում է պինդ լուծույթների տրոհման ստրուկտուրաներ 175—225°C-ում։

Բնածին ծծումբը հալվում է 119°C-ում, ցեոլիտները անկայուն են 100°C-ից բարձր ջերմաստիճաններում, իսկ ադուլյարը կայուն է մինչև 100°C-ը (բայց ոչ բարձր)։ Ռոմ-

բոէդրիկ խալկոզինը անցնում է խորանարդայինի՝ 93—105°C-ից բարձր ջերմաստիճաններում, խալկոզին-կովելինը ղույգը կազմում է պինդ լուծույթների տրոհման ստրուկտուրաներ՝ 70—75°C-ում։

Միներալների և, հետևաբար, նրանցով կազմված հանքավայրերի ջերմաստիճանների առաջացման որոշման ամենաճշգրիտ եղանակներից մեկը բյուրեղներում գտնվող հեղուկ ներփակումների (բշտիկների) ուսումնասիրությունն է։

Այս եղանակը լայնորեն կիրառվում է ԱՄՆ-ում (Նյուհաուզ և ուրիշ.), ՍՍՀՄ-ում (Ն. Պ. Երմակով, Ա. Ի. Զախարչենկո և ուրիշ.) և մի շարք այլ երկրներում։

Ուսումնասիրվում է հեղուկ ներփակումների (բշտիկների) վարքը թափանցիկ ու կիսաթափանցիկ միներալների՝ քվարցի, ֆլյուորիտի, սֆալերիտի և ուրիշ. մեջ։ Բյուրեղի առաջացման ժամանակ նրա մեջ ամփոփված հեղուկի բշտիկները լիովին լցնում էին դատարկությունները, սակայն սառեցման ժամանակ վերջինների ծավալը փոքրանում է և բշտիկի մի մասը մնում է դատարկ։ Բյուրեղի արհեստական շիկացման ժամանակ (որին հետևում են մանրադիտակի տակ), հեղուկը լայնանալով նորից գրավում է բշտիկի ողջ ծավալը և այդ մոմենտը նշվում է, քանի որ այն համապատասխանում է միներալի առաջացման ջերմաստիճանին։

Այս եղանակով Նյուհաուզը որոշեց խոշոր հանքավայր Տրիստեյտի սֆալերիտի առաջացման ջերմաստիճանը (այն հավասար է 115—135°C-ի, այսինքն հանքավայրը ցածրջերմաստիճանային է, տելեթերմալ), իսկ Ն. Պ. Երմակովը որոշեց բազմաթիվ հանքավայրերի պնեզոքվարցի առաջացման ջերմաստիճանը (այն հավասար է 270°C, այսինքն այդ հանքավայրերը միջինջերմաստիճանային են, մեզոթերմալ)։

Հանքավայրերի առաջացման խորությունների չափանիշները

Դրանք հանքանյութերի առաջացման ջերմաստիճանների չափանիշների համեմատ ավելի անորոշ են, ուստի հան-

քավայրի ձևավորման խորությունը հնարավոր է որոշել միայն հատկանիշների համալիրի միջոցով, որոնց թվում նշենք հետևյալները՝

Չափավոր (մասամբ ղգալի) խորությունների հանքավայրերի համար

1. Հանքավայրերի տարածական սերտ կապը չափավոր և մեծ խորությունների ինտրուզիվ զանգվածների հետ։
2. Հանքայնացման կայունությունը մինչև մի քանի կմ խորությունը։
3. Լավ է արտահայտված հանքային լուծույթների զատվողականությունը (միներալացման փուլերը), հանքանյութերի կազմը պարզ է։
4. Ուղղաձիգ զոնալությունը լավ է արտահայտված։
5. Հանքայնացումը ըստ անկման և տարածման տեղաբաշխված է հավասարաչափ։
6. Հանքանյութերը բյուրեղային են, հաճախ հանդիպում են պինդ լուծույթների տրոհման ստրուկտուրաներ։

Փոքր խորությունների և մերձմակերեսային հանքավայրերի համար

1. Հանքավայրերի սերտ կապը սուբհրաբխային էքստրուզիաների և էֆուզիվ հաստվածքների հետ։
2. Սովորաբար հանքայնացումը մարում է մինչև 500 մ, հազվադեպ՝ 1000 մ և մի քիչ ավելի մեծ խորություններում։
3. Հանքային լուծույթների զատվողականությունը վատ է արտահայտված, հանքանյութերի կազմը բարդ է, սովորական են կոմպլեքսային կազմության սուլֆոսաղերը։
4. Առանձին զոնաներ վրադրված են մեկը մյուսի վրա։
5. Բնորոշ է հանքայնացման բնաձև (բոնանցային) տեղաբաշխումը։
6. Սովորական են կոլոմորֆ ստրուկտուրաները, իսկ ճեղքերում՝ բյուրեղաբույլերը։

Մի շարք լավ ուսումնասիրված հանքային շրջաններում և խոր հանքերում հանքավայրի ձևավորման խորությունը հնա-

րավոր է անմիջականորեն որոշել, ելնելով հանքավայրի առաջացման ժամանակ հանքայնացումը ծածկող ապարների շերտախմբի հզորությունից (դրա համար պետք է ունենալ այդ ապարների ու հանքայնացման հասակի տվյալները), ինչպես նաև հանքային սյունի՝ մակերեսից մինչև հանքախորշն ընկած տարածությունը (օրինակ, Հնդկաստանի Կոլար ոսկու հանքավայրի համար հանքախորշի խորությունը հասնում է 4200 մ)։

Պետք է ընդգծել, որ հանքավայրի առաջացման խորությունը հնարավոր չէ որոշել ինչ-որ մեկ կամ երկու հատկանիշների հիման վրա, այլ պետք է հաշվի առնել հատկանիշների ամբողջ համալիրը և մանավանդ, երկրաբանական պայմանները՝ հիշելով Ս. Ս. Սմիռնովի այն տեղին դիտողությունը, որ մագմատիկ ապարների և նրանց հետ կապված (տարածականորեն և ծագմամբ) հանքավայրերի խորության ֆացիանները համընկնում են։ Ս. Ս. Սմիռնովը միշտ ընդգծում էր հանքավայրի առաջացման խորության կարևոր նշանակությունը, որն անպայման պետք է հաշվի առնել նրա առաջացման ջերմաստիճանի հետ մեկտեղ։

Բանն այն է, որ հանքավայրի առաջացման խորությունը ոչ միայն տվյալ խորությունում գոյություն ունեցող ճնշման (p) ցուցանիշն է, այլ որոշում է նաև ջերմաստիճանի ռեժիմը, նրա անկման արագությունը և, հետևաբար, հանքային լուծույթների վարքը։

Իրոք, չափավոր, առավել ևս մեծ խորություններում սկզբնական բարձր և միջին ջերմաստիճանները նվազում են դանդաղ, աստիճանաբար, զգալի ինտերվալում ապահովելով հանքայնացման կայունությունը, լուծույթների զատումը և ուղղաձիգ գոնալությունը, բյուրեղային հանքանյութերով ներկայացված հանքայնացման հավասարաչափ տեղաբաշխումը։

Ընդհակառակը, փոքր խորություններում կամ մերձմակերեսային պայմաններում կատարվում է լուծույթների՝ սկզբնական շրջանում նույնիսկ բարձր կամ միջին ջերմաստիճանների արագ անկում, նրանց գերհագեցվածություն՝ բազմաթիվ բաղադրամասերի միաժամանակյա նստեցմամբ.

բարդ սուլֆոազերի մեծ նշանակությամբ, կոլոմորֆ հանքանյութերով ներկայացված առանձին կոնաների մեկը մյուսի վրադրմամբ (մետաղները նույնիսկ չէին հասցնում առանձնանալ ինքնուրույն միներալների ձևով), հանքանյութերի փնջային տեղաբաշխմամբ և ըստ խորության սեպաձև արագ մարումով։ Այստեղից էլ այդ երկու խմբերի՝ չափավոր ու փոքր խորությունների հանքավայրերի էական տարբերությունները, որոնք մեզ թելադրում են նրանց որոնման ու հետախուզման, կանխատեսման գնահատման ու շահագործման գործում տարբեր մոտեցում ունենալու անհրաժեշտությունը։

Չափավոր խորությունների հանքավայրերը տարածականորեն (և ծագմամբ) սերտորեն կապված են ինտրուզիվ զանգվածների նույն խորության ֆացիաների հետ, ուստի այդ հանքավայրերի որոնումը պետք է կատարվի այդ զանգվածների ներսում և նրանց շուրջը. այդ խմբի հանքավայրերի հետախուզման ժամանակ կարելի է սպասել հանքայնացման կայունություն մինչև մի քանի կմ խորություններում և համարձակորեն հորատանցքեր հորատել մինչև այդ խորությունները, սպասելով հանքայնացման հավասարաչափ բաշխում և հարըստացման հեշտ ենթարկվող հանքանյութերի պարզ կազմ։ Այդ բոլորը հանգեցնում է նրան, որ չափավոր խորությունների հանքավայրերը ներկայացնում են բազմամյա (հարյուրավոր տարիներ) հավասարաչափ շահագործման հուսալի բազա։

Մյուս կողմից, փոքր խորությունների հանքավայրերը տարածականորեն (և ծագմամբ՝ մայր օջախի ընդհանրության իմաստով) սերտորեն կապված են սուբվուլկանային ու էքստրուզիվ փոքր մարմինների և էֆուզիվ հաստվածքների (հրաբխային ապարների, նրանց արմատների) հետ և, հետևաբար, նրանց պետք է որոնել այդ երկրաբանական միջավայրում։ Այդ խմբի հանքավայրերի հետախուզման ժամանակ կարելի է սպասել հանքայնացման տարածում մինչև 500—1000 մ խորությունները (հազվադեպ ավելի), սակայն հանքային դաշտերի թևերի մեծ հեռանկարներով. այդ հանքավայրերում հանքայնացումը բաշխված է անհավասարաչափ, հաճախ

հանդիպում են բներ ու բոնանցներ՝ բարդ կազմության արտա-
կարգ հարուստ հանքանյութերով, որոնք հերթափոխվում են
աղքատ տեղամասերով. հանքանյութերը կոլոմորֆ են կամ
մանրահատիկ, դժվար հարստացվող:

Այդ խմբի հանքավայրերի ինտենսիվ շահագործումը հա-
մեմատաբար կարճատև է, սակայն այդ ժամանակամիջոցում,
շահագործման աշխատանքների ծաղկուն շրջանում, այն տա-
լիս է մետաղների հսկայական քանակություն, որից հետո
կատարվում է հանքավայրի աղքատացում՝ հանքայնացման
սեպաձև մարման և ըստ խորության պարունակությունների
անկման հետևանքով. նոր ծաղկման շրջանը այստեղ կապվում
է հարևան տեղամասերում (թևերում) նույնատիպ հանքայ-
նացման հայտնաբերման հնարավորության հետ:

Տարբեր խորության ֆացիանների հանքավայրերի վերը
նշված էական տարբերությունների հետևանքով, հանքավայ-
րի այս կամ այն խմբին պատկանելության ճիշտ որոշումն
ունի ոչ միայն տեսական, այլ նաև հսկայական կիրառական
նշանակություն:

Վ. ԷՄՄՈՆՍԻ ԶՈՆԱԼ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՆՐԱ ՔՆՆԱԴԱՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Շատ վաղուց և բազմաթիվ հետազոտողների կողմից նըշ-
վել է գրանիտոիդային հանքաբեր զանգվածների շուրջը հիդ-
րոթերմալ հանքավայրերի զոնալ տեղադրման փաստը: Այդ
դիտարկումներն առավել ներդաշնակ ամփոփված են Վ. Էմ-
մոնսի կողմից մշակված հայտնի զոնալ տեսության մեջ:

Վ. Էմմոնսը հանքավայր առաջացնող հանքային լուծույթ-
ների միակ աղբյուր է համարում գրանիտոիդային բաթոլիտ-
ները, որոնց չափերն ու ձևը կանխորոշում են նրանց հետ
կապված հիդրոթերմալ հանքավայրերի զոնալ տեղադրումը
նրանց շուրջն ու նրանցից վեր. Վ. Էմմոնսը առանձնացնում է
16 ուղղաձիգ զոնաներ, որոնք տեղադրված են բաթոլիտներից
վեր և համարում է, որ այդ զոնաների հորիզոնական տեղա-
դրումը մոտավորապես նույնն է: Վ. Էմմոնսի զոնալ ուղղա-
ձիգ շարքն ունի հետևյալ տեսքը (վարից վեր)՝

16. Հանքազուրկ զոնա (խալցեդոն, բարիտ, ֆլյուորիտ), 15. Hg, 14. Sb, 13. Au—Ag (Te-ով), 12. Հանքազուրկ զոնա (քվարց, կարբոնատներ), 11. Ag, 10. Pb (գալենիտ), 9. Zn (սֆալերիտ), 8. Cu (էնարգիտ ու խունացած հանքանյութեր), 7. Cu (խալկոպիրիտ), երբեմն U, Ni, Co, 6. Au, 5. As (արսենոպիրիտ), 4. Bi և Mo, 3. W, 2. Sn, 1. Հանքազուրկ զոնա (քվարց, դաշտային սպաթ, պիրիտ):

Մետաղային հանքավայրերի խոշոր մասնագետի կողմից մշակված և երկրաբանական նուրբ դիտարկումների վրա հիմնված զոնալ տեսությունը ունեցավ իր դրական դերը. այն ընդգրկում է մի շարք կարևոր դրույթներ. սակայն այժմ այդ տեսությունը չի կարելի ընդունել անվերապահորեն. դրա վերաբերյալ արված են էական դիտողություններ և ճշգրտումներ:

Նախ և առաջ, բաթոլիտը, իրոք, բազմաթիվ հանքավայրերի սկզբնաղբյուրն է, սակայն հանքաբեր օջախների միակ տիպը չէ. բաթոլիտներից բացի, պետք է հաշվի առնել ևս երկու ուրիշ տիպեր՝ փոքր ինտրուզիաներ և հրաբխային ապարատների արմատական մասեր, որոնց նկատմամբ առաջարկված զոնալ տեսությունը ընդունելի չէ:

Երկրորդ, էմմոնսի հանքաբեր բաթոլիտը նրա կողմից օժտված է մետաղների հավաքածուի համընդհանուր և ստանդարտ հանքայնացմամբ, առանց հաշվի առնելու բաթոլիտների մասնագիտացումը. իրականում, բնական պայմաններում որոշ գրանիտոիդային բաթոլիտներ մասնագիտացված են Sn և W-ով, մյուսները՝ Cu-ով և Mo-ով, երրորդները՝ Au-ով, իսկ էմմոնսի կողմից բերված 16 զոնաների շարքը նրանց լրիվ զարգացմամբ ոչ մի տեղ և ոչ ոք չի դիտել: Մասնավորապես, Sn-ի և Cu-ի՝ այդ երկու հակամետ մետաղների համատեղությունը ավելի շուտ բացառություն է, քան օրինաչափություն. Bi-ի և Mo-ի զուգակցությունը բնորոշ չէ, քանի որ Mo-ը մեծ մասամբ սերտորեն կապված է Cu-ի (խալկոպիրիտային) զոնայի և մասամբ W-ի զոնայի հետ. Cu-ի զոնայի տակ ոչ մի տեղ չի դիտվել Au-ի զոնա և այլն: Մյուս կողմից, կասկածից վեր է, որ մետաղների զոնալ տեղադրումը

ուղղաձիգ շարքում իրոք գոյություն ունի և այդ շարքի առանձին հատվածները օրինաչափորեն դիտվում են բազմաթիվ հանքային շրջաններում. այսպես, բազմամետաղային հանքավայրերում (գոնաներ 11—7) սովորական է Ag, Pb, Zn, Cu-ի կամ անագ-վոլֆրամաբեր շրջաններում՝ Sn, W և W, Mo-ի (գոնաներ 2—3, 3—4), ծարիր-սնդիկային հանքային շրջաններում՝ Sb-ի, Hg-ի և հանքազուրկ (գոնաներ 14—16) գոնաների հերթափոխությունը և այլն:

Վ. Ի. Սմիռնովի տվյալներով կարելի է առանձնացնել երեք կարգի ներծին հանքային գոնալություն՝ 1) ծալքավոր մարզերի ռեգիոնալ գոնալություն կամ հանքային գոտիների գոնալություն, 2) միջանկյալ գոնալություն հանքային դաշտերի ու հանքավայրերի տարածություններում կամ հանքային հանգույցների գոնալություն, 3) լոկալ գոնալություն առանձին կուտակների սահմաններում կամ հանքամարմինների գոնալություն:

Առանձնացվում են հիդրոթերմալ հանքային մարմինների առաջնային գոնալության երկու շարքեր: Առաջին շարքի կամ ստադիական գոնալությունը ստորաբաժանվում է երեք տիպերի՝ 1) կրկնվող տեկտոնական խզումների գոնալություն, 2) տեկտոնական ճեղքաբացման գոնալություն, 3) ներհանքային տեղակալման գոնալություն:

Երկրորդ շարքի կամ ֆացիալ գոնալությունը նույնպես ստորաբաժանվում է երեք տիպերի՝ 1) ապարների կազմության գոնալություն, 2) ֆիլտրացիայի գոնալություն, 3) հանքանստեցման գոնալություն:

Վ. Էմմոնսի սխալը ուղղաձիգ գոնալ շարքի առանձին հատվածների մի ընդհանուր շարքում էկլեկտիկ միավորման մեջ էր, առանց հաշվի առնելու երկրաբանական միջավայրը, հանքաբեր օջախների տիպերի առանձնահատկությունները և գոնաների ստրուկտուրա-մետաղածնային յուրահատկությունները:

Հայկական ՍՍՀ-ի տարածքում նույնպես դիտվում է հանքանյութերի գոնալ տեղաբաշխում (և՛ ուղղաձիգ, և՛ հորիզոնա-

կան), բայց այն հեռու է էմմոնսի սխեմայից։ Այսպես, Ալավերդի-Ղափանի զառիկող ծալքավոր հրաքարային գոտում լավ արտահայտված է ուղղաձիգ զոնալությունը հետևյալ զոնաներով (վերից վար)՝ հիպոգեն դիպս ու բարիտ, բազմամետաղային, պղնձահրաքարային, ծծմբահրաքարային հանքանյութեր, որոնք համապատասխանում են միասնական հրաքարային ֆորմացիայի հանքանյութերի առաջացման առանձին փուլերին. Փամբակ—Ջանգեզուրի խիստ ծալքավորված պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացման (ոսկի-բազմամետաղային հանքանյութերի երկրորդական դերով) գոտու համար պարզորոշ առանձնանում են երկու զոնաներ՝ վերին, ոսկի-բազմամետաղային և ստորին, պղինձ-մոլիբդենային, որոնք նույնպես համապատասխանում են միասնական պղինձ-մոլիբդեն-ոսկի-բազմամետաղային հանքային ֆորմացիայի ստադիանների զարգացման հաջորդականությանը։ Ոսկու հանքայնացումով բնորոշվող Սևան—Ամասիայի հանքային գոտում (որը հարում է խորքային բեկվածքի) հանքային դաշտերի ուղղաձիգ կտրվածքում առանձնանում են երկու զոնաներ՝ վերին, ոսկի-արծաթ-տելլուրիդային և ստորին, ոսկի-սուլֆիդ-արսենոպիրիտային։

Մի շարք հանքային դաշտերում բավականին պարզորոշ արտահայտված է նաև հորիզոնական զոնալությունը, որի շնորհիվ առավել վաղ ստրուկտուրանների երկայնքով, սովորաբար հանքադաշտերի կենտրոնական մասում կամ գլխավոր հանքաբեր ստրուկտուրային կից, կենտրոնանում են հանքայնացման վաղ ստադիանների միներալային ագրեգատները (պղինձ-մոլիբդենային կամ ծծմբա- և պղնձահրաքարային), որոնք նույն հանքադաշտերի եզրերում կամ ավելի ուշ տեկտոնական ստրուկտուրաների երկայնքով, հորիզոնական ուղղությամբ, հերթափոխվում են ավելի ուշ ստադիանների միներալացման ագրեգատներով (ոսկի-բազմամետաղային, բարիտ-բազմամետաղային և այլն)։ Սակայն ոչ մի տեղ չեն դիտվել դեպքեր, երբ ըստ խորության պղնձահրաքարային զոնան անցնի պղնձամոլիբդենայինի, կամ առավել ևս այդ դաշտերի խորքային հորիզոններում զարգանա անագի և վոլֆրամի

հանքայնացում՝ մետաղներ, որոնք բոլորովին բնորոշ չեն նկարագրված մարզի մետաղածնության համար։

Վ. Էմմոնսը իր զոնալ տեսության մշակման ժամանակ ելնում էր միասնական հանքային լուծույթից, որը փոխում է իր կազմը միայն տարածության մեջ, առանց հաշվի առնելու պրոցեսի ստադիականությունը և լուծույթների կազմի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում։

Հայաստանի տարածքում, ինչպես և շատ այլ շրջաններում, հանքային պրոցեսները, սովորաբար, զարգանում են բազմաստադիալ, հաստատելով Ս. Ս. Սմիռնովի հայտնի բաբախումային տեսության հիմնական դրույթներն այն մասին, որ տարբեր կազմություն ունեցող հանքային լուծույթները, որոնք համապատասխանում են հանքայնացման առանձին փուլերի, դուրս են բերվում մագմատիկ օջախից պարբերական ընդմիջումներով՝ լուծույթների առանձին բաժինների ձևով։ Միասնական հանքային պրոցեսի հանքայնացման առանձին փուլերի միներալային ագրեգատները առանձնանում են տարածականորեն կամ վրադրվում են մեկը մյուսին՝ համընկնելով կամ հատումներ տալով տարբեր ժամանակներում բացվող հանքատար ճեղքերում։

Գոյություն ունի մագմատիկ օջախից տարրերի դուրս բերման որոշակի կարգ, որը պայմանավորված է մի շարք գործոններով՝ օջախում տարրի կոնցենտրացիայով, նրա ցրող միացությունների մասնակի ճնշումով, հանքաբեր զանգվածի ձևավորման ռեժիմով և այլն։ Մեր կողմից բերված օրինակներում, սովորաբար, հրաքարային հանքայնացման զարգացման շրջաններում հաստատվում է տարրերի դուրս բերման հետևյալ հաջորդականությունը՝ S, Cu, Pb—Zn (արծաթով և ոսկով), Ba. պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացման զարգացման շրջաններում՝ S, Cu, Mo, Pb—Zn (արծաթով և ոսկով). ոսկու հանքայնացման շրջաններում՝ S, As, Pb—Zn, Au—Ag—Te—Bi, Sb, Hg։ Հանքայնացման պրոցեսի այդ ստադիալ զարգացումը պայմանավորում է հանքային դաշտերի սահմաններում մետաղների զոնալ տեղաբաշխման բնույթը, որը տարբերվում է էմմոնսի սխեմայից և օգնում է որո-

նողա-հետախուզական աշխատանքներին ճիշտ ուղղություն տալուն։

Ծծմբի վաղ անջատումը առաջացնում է պիրիտացման զոնաների լայն զարգացում (երկաթը փոխառնվում է ներփակող ապարների մուգ միներալներից), որոնց լայն շրջանակներում զոնալ ձևով տեղաբաշխվում են հանքայնացման արժեքավոր ստադիաները, դրանք ըստ Ս. Ս. Սմիռնովի, կապված են հանքաբեր լուծույթների փոփոխությունների հետ ոչ միայն տարածության մեջ, այլ նաև ժամանակի ընթացքում. այդ պրոցեսը պայմանավորված է օջախից ընդհատումներով տարբեր կազմության լուծույթների բաժինների դուրսբերումով և ճեղքառաջացման պարբերական բռնկումներով։

Բ. ԱՐՏԱԾԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Հանքավայրերի այս մեծ խմբի առաջացումը կապված է լեռնային ապարների և արդեն գոյություն ունեցող օգտակար հանածոների տարբեր գենետիկական տիպերի հանքավայրերի վրա արտաքին գործոնների՝ մթնոլորտի, ջրի, կենդանիների կենսագործունեության ազդեցության հետ։ Այդ գործոնների ազդեցության հետևանքով Երկրի կեղևի վերին մասում կատարվում են լեռնային ապարների ու հանքանյութերի մասնատում և քիմիական վերամշակման պրոցեսներ՝ հողմահարում։

Հողմահարման ամենաակտիվ գործոններից են մթնոլորտային ջրերը, որոնք իրենց շարժման և ազդեցության տեսակետից ստորաբաժանվում են հողաջրերի ու գետնաջրերի։

Հողաջրերը շրջանառում են Երկրի կեղևի ամենավերին հորիզոններում, ունեն ուղղաձիգ շարժում, հագեցված են թթվածնով և խիստ քայքայում են լեռնային ապարներն ու հանքանյութերը, պայմանավորելով նրանց տարալվացումը (օքսիդացումը)։ Հողաջրերի գործունեության զոնան կոչվում է տարալվացման (օքսիդացման) զոնա։ Հողաջրերից վար՝ անջրանցիկ հորիզոնից վեր, տեղադրված են գետնաջրերը, որոնք ունեն դանդաղ, համարյա հորիզոնական շարժում դեպի իրենց արտահոսման կետերը։ Այդ ջրերն այնքան էլ ակտիվ չեն, հա-

մարյա զուրկ են թթվածնից ու նրանց դերը սահմանափակվում է վերևից հողաջրերով բերված լուծված տարրերի տեղափոխմամբ ու վերանստեցմամբ, տեղական կուտակումների ստեղծմամբ. գետնաջրերի գործունեության զոնան այդ պատճառով էլ անվանում են կուտակման (ցեմենտացման) զոնա: Հողաջրերի և գետնաջրերի գործունեությունը հանգեցնում է հողմահարման հանքավայրերի առաջացմանը:

Լեռնային ապարների ու հանքանյութերի դժվարալույծ բաղադրամասերը մնում են իրենց տեղում և սկիզբ են տալիս կուտակումների, որոնք հայտնի են **էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոռնեեր և մնացուրդային հաճխավայրեր** անվան տակ. դյուրալույծ նյութերը մթնոլորտային (գետնային) ջրերով տեղափոխվում են դեպի խորքերը կամ ենթարկվում են կողային շրջանառության, որտեղ, նստեցման տեսակետից բարենպաստ լեռնային ապարների հանդիպելով, անջատվում են լուծույթից՝ առաջացնելով կուտակումներ, որոնք հայտնի են **ինֆիլտրացիոն հանքավայրեր** անվան տակ:

Հողմահարման նյութերի զգալի մասը կախված մասնիկների ձևով կամ լուծված վիճակում տեղափոխվում է մակերեսային հոսող ջրերով և հետագայում ջրային հոսքի ուղղությամբ կամ լճային ու ծովային ավազաններում նստում է նստվածքի ձևով, առաջացնելով շատ կարևոր՝ **նստվածքային հանքավայրերի խումբը:**

ՀՈՂՄԱՀԱՐՄԱՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

1. ԷԼՅՈՒՎԻԱԼ-ԴԵԼՅՈՒՎԻԱԼ ՑՐՈՆՆԵՐ

Առաջանում են գլխավորապես մեխանիկական հողմահարման հետևանքով, որն ընթանում է ջերմաստիճանների տատանումների, սառույցի կամ աղերի բյուրեղացման ազդեցության ներքո, ինչպես նաև օրգանական աշխարհի կենսագործունեության հետևանքով կատարվում է լեռնային ապարների ու հանքանյութերի մասնատում (քայքայում), մթնոլորտային ջրերով նրանց թեթև կամ անկայուն մասերի դուրս բերում և միաժամանակ ծանր կամ քիմիապես կայուն

նյութերի կուտակում։ Այսպես, լեռնային ապարների ու հանքավայրերի քայքայման տեղում առաջանում են էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոնային հանքավայրեր. դրանց օրինակներից են՝ ավազաքարերի, քվարցիտների, գրանիտների քայքայման հաշվին առաջացած քվարցային ավազների (Լազարեւսկոյե՝ Ուրալում), բնածին պլատինի և նրա խմբի մետաղների (Նիժնի Տագիլ), ոսկու (Կալիֆոռնիա, ՍՍՀՄ-ի մի շարք շրջաններ), կասիտերիտի (Սիբիր, Մալայա, Ինդոնեզիա), վոլֆրամիտի (Անդրբայկալ, Մալայա, Չինաստան), շեելիտի (Միջին Ասիա), կոլումբիտի (Նիգերիա), քրոմիտի (Սարանա, Ալապաևսկոյե, Վարշավսկոյե՝ Ուրալում), մագնետիտի (Մագնիտնայա լեռը, Բլագոդատ լեռը), կորունդի (Սեմիզ-Բուգու), բարիտի (Մեդվեդևսկոյե՝ Ուրալում), անդալուզիտի (Յակուտիա), գրաֆիտի (Ուկրաինական ՍՍՀ), պիեզոքվարցի (Վոլին, Ուրալ) և ուրիշ հանքավայրեր։ Հայտնի են կինովարի ոչ մեծ էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոններ (Սևանա լճի հյուսիսարևելյան ափ)։

Սովորաբար էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոնները փոքր մասշտաբի են և արդյունաբերական զգալի նշանակություն հազվադեպ են ունենում. սակայն նրանք ծառայում են իբրև հուսալի որոնողական նշան, որի օգնությամբ հայտնաբերվել են շատ ու շատ արմատական հանքավայրեր (պլատինի՝ Նիժնի Տագիլի շրջանում, ոսկու՝ Կալիֆոռնիայում, անդալուզիտի՝ Յակուտիայում, բարիտի՝ Մեդվեդևսկոյե և ուրիշ.), որոնք գտնվում էին անմիջապես էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոնների մոտ։

Մեխանիկականի հետ համեմատած շատ ավելի մեծ նշանակություն ունի լեռնային ապարների ու հանքավայրերի քիմիական հողմահարումը, որն ընթանում է թթվածին, ածխաթթու գազ ու լուծված աղեր պարունակող մթնոլորտային ջրերի ազդեցության տակ։

Քիմիական հողմահարման հետևանքով առաջանում են դժվար ու հեշտ լուծվող միացություններ, որոնց կուտակման ժամանակ ձևավորվում են, համապատասխանաբար, մնացորդային ու ինֆիլտրացիոն հանքավայրեր։

2. ՄՆԱՑՈՐԴԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Լեռնային ապարների քիմիական հողմահարման պրոցեսների ժամանակ, որոնց շնորհիվ ձևավորվում են մնացորդային հանքավայրերը, մեծ նշանակություն է ձեռք բերում ջրի էլեկտրոլիտիկ տարաբաժանումը H^+ *կատիոնի ու* OH^- ***անիոնի:*** *Ապարի դյուրալույծ բաղադրամասերը՝ ալկալիներն ու ալկալի հողերը (*K, Na, Ca, Mg*)* OH^- *անիոնի խմբի հետ կազմում են հիմքեր, իսկ* CO_2*-ի առկայության դեպքում՝ կարբոնատներ, որոնք շարժունակ են ու դուրս են բերվում. տեղում մնում են ու կուտակվում դժվարալույծ* Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3*-ը: Սիլիկատային ապարներում առավել տարածված միներալներից մեկի՝ օրտոկլազի քայքայումը ընթանում է հետևյալ կերպ՝*

$$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + xH_2O \rightarrow K_2O \cdot H_2O + Al_2O_3 mH_2O + 6SiO_2 nH_2O:$$

Հիմնականում, կլիմայական պայմաններից կախված, առաջանում են կաոլինիտի խմբի ջրային ալյումոսիլիկատներ (բարեխառն կլիմայի կավային հողմահարում), կամ ազատ արգնահողի հիդրատներ՝ $Al_2O_3 \cdot H_2O$ *բյոմիտ կամ դիասպոր և* $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ *գիբսիտ կամ հիդրարգիլիտ (տրոպիկական կլիմայի լատերիտային հողմահարում):*

Կավային հողմահարում: *Մոլեկուլյար ձևով լուծված* Al_2O_3*-ն ու* SiO_2*-ը արդեն հողմահարման սկզբնական փուլերում առաջացնում են ջրային ալյումոսիլիկատներ (կաոլինիտ և ուրիշ.): Հետագայում* Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3*-ը անցնում են կոլոիդալ վիճակի և կազմում են տարբեր նշանով լիցքավորված չորս միացություններ՝* $Al_2O_3 \cdot mH_2O^+$, $SiO_2 \cdot nH_2O^-$, $Fe_2O_3 \cdot pH_2O, ^+Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot xH_2O^-$ *(կոլոիդալ կավ):*

Այս միացությունները կատարում են փոխադարձ մակարդում (կոագուլացում), առաջացնելով կաոլինիտ, ալլոֆան և ուրիշ.: Ընդ որում Fe_2O_3*-ը և որոշ չափով* Al_2O_3*-ը դուրս են*

բերվում հումուսային թթուների պաշտպանական ներգործությամբ ու տեղանքի կտրտված ռելիեֆի պայմաններում։

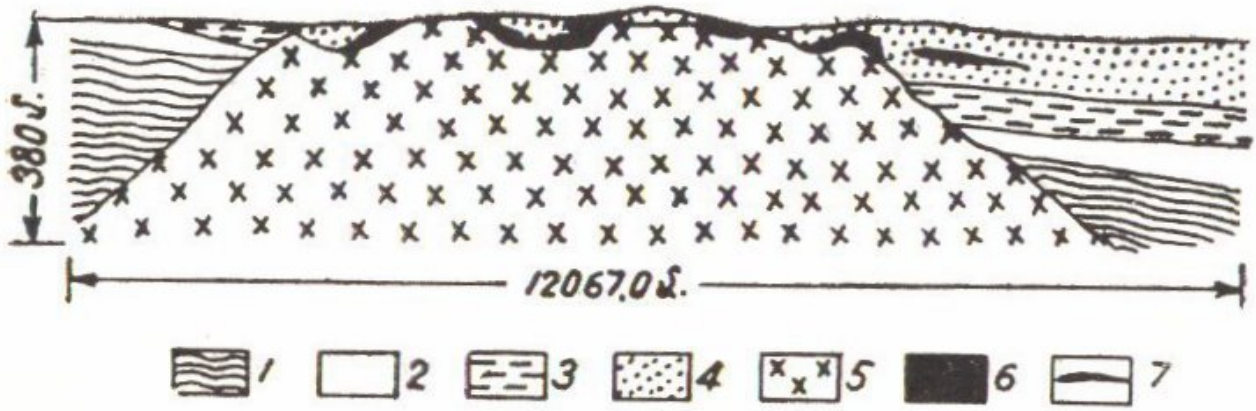
Այսպես են առաջանում կավերի մնացորդային հանքավայրերը, որոնք աստիճանաբար ստորին մասում անցնում են մայր ապարներին. կավերը ցածր որակի են (շատ են մեխանիկական խառնուրդները), սակայն նրանք սկզբնական նյութ են լճային ու ծովային վերանստեցված բարձրորակ կավերի հանքավայրերի համար։

Լատերիտային հողմահարումը կատարվում է տրոպիկական կլիմայի իրար հաջորդող անձրևային ու չոր եղանակների և համեմատաբար հարթ (սեղանաձև) ռելիեֆի պայմաններում։ Այս դեպքում օրգանական մնացորդների քայքայումը ընթանում է արագ և մինչև վերջ, առանց հումուսային թթուների առաջացման, որի հետևանքով Al_2O_3-ը ու Fe_2O_3-ը դուրս չեն բերվում և մնում են տեղում։ Մյուս կողմից, քանի որ ռելիեֆը սեղանաձև է, ալկալիները դանդաղ են դուրս բերվում ու պայմանավորում են մակերեսային ջրերի ալկալի ռեակցիան։ Հողմահարման հենց սկզբում առաջանում են Al_2O_3, SiO_2 ու Fe_2O_3 հիդրատների ազատ կոլոիդալ միացություններ. SiO_2-ը ջրերի ալկալի ռեակցիայի հետևանքով դուրս է տարվում ավելի խոր հորիզոններ, իսկ տեղում մնում են, կոագուլացվում և կուտակվում $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ և $Fe_2O_3 \cdot pH_2O$ զոլերը։

Առաջանում է յուրահատուկ լատերիտային կտրվածք, որը, ըստ Լակրուայի ու Գարասովիչի, վերից վար ունի հետևյալ տեսքը՝ ա) երկաթային կեղև երկաթի հիդրօքսիդներով, հզորությունը 0,3—2,5 մ, բ) բծավոր գոնա (հարստացած Al_2O_3 ու Fe_2O_3-ով, որոնք տարվա չոր եղանակներին մազանոթների միջոցով ներմուծվում են ներքևից), հզորությունը 2—10 մ, գ) քայքայման գոնա, հզորությունը 4—15 մ, դ) թարմ ապար։

Երկաթային կեղևի առաջացումը բացատրվում է Al_2O_3-ի հետ համեմատած Fe_2O_3-ի ավելի մեծ շարժունակությամբ, ընդ որում այդ կեղևի հզորությունն այնքանով ավելի մեծ է, որքանով սկզբնական ապարը հարուստ է երկաթով։ Թթու և ալկալի ապարների հաշվին առաջանում են արդնահողային

լատերիտներ (Գվիանա, Հնդկաստան, Արկանզաս՝ ԱՄՆ-ում, Կալգուրլի՝ Ավստրալիայում և այլն), որոնք մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում որպես ալյումինի (բոքսիտի) հանքավայրեր. ուլտրահիմքային ապարների հաշվին առաջանում են



Նկ. 61. Արկանզասի բոքսիտային կուտակների լայնակի կտրվածքը (ըստ Բրեների). 1—պալեոզոյի նստվածքներ. 2—վերին կավճի նստվածքներ. 3—Միդվեյ ֆորմացիա (*Tr*). 4—Վիլկոկս ֆորմացիա (*Tr*). 5—նեֆելինային սիենիտներ. 6—հողմահարման կեղևի բոքսիտի կուտակներ. 7—երոզիոնական հասակի ապարներում վերանստեցված բոքսիտներ.

երկաթային լատերիտներ (Օրսկի ու Ակտյուբինսկի շրջաններ, Ելիզավետինսկոյե, Կուբա, Գվինեա, Նոր Կալեդոնիա, Ֆիլիպիններ և այլն)՝ բնականից լեգիրված երկաթային հանքանյութերի (Ni, Co, Cr, Mn խառնուրդով), նիկելի սիլիկատային ու կոբալտի ասբոլանային հանքանյութերի խոշոր հանքավայրերով:

Կաոլինային հողմահարումը կատարվում է տրոպիկական կլիմայի և խիստ կտրտված ռելիեֆի պայմաններում: Ալկալիները այս դեպքում դուրս են բերվում արագորեն և SiO_2-ը կուտակվում է Al_2O_3-ի հետ միասին, առաջացնելով կաոլինիտի տիպի՝ $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ ջրային ալյումոսիլիկատներ. ինչ վերաբերում է Fe_2O_3-ին, ապա հումուսային թթուների բացակայության պայմաններում, այնուամենայնիվ կտրտված ռելիեֆի շնորհիվ նա մասամբ դուրս է բերվում: Կաոլինը կարող է առաջանալ տարբեր կազմ ունեցող ապարների հաշվին, սակայն նրա արդյունաբերական հանքավայրերը (որտեղ Fe_2O_3-ը

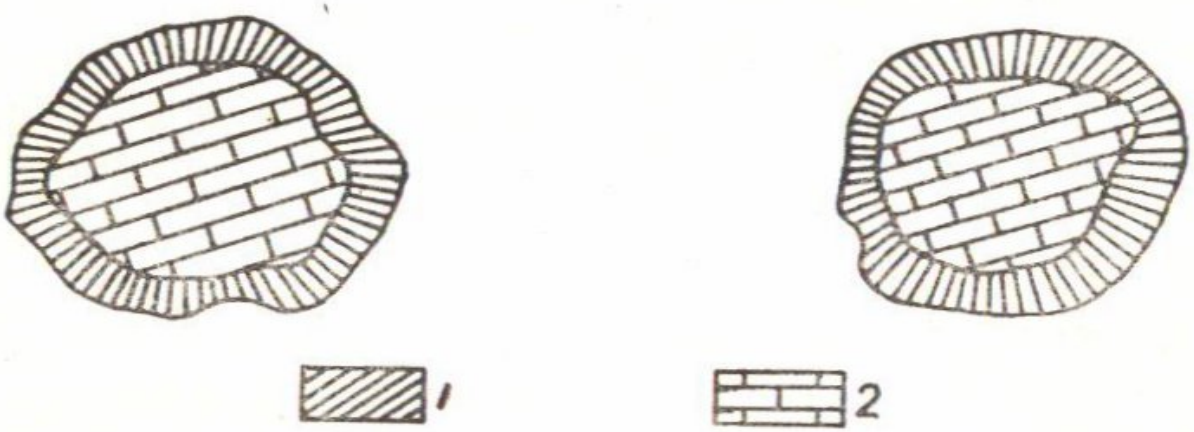
0,7—1%-ից բարձր չէ) առաջանում են միմիայն ի սկզբանե երկաթից աղքատ թթու ապարների (պեգմատիտների, գրանիտների) հաշվին։

Բարձրորակ կաոլինի խոշորագույն հանքավայրեր հայտնի են Ուկրաինական ՍՍՀ-ում, Ուրալում, ինչպես նաև Չինաստանում, Չեխոսլովակիայում, Անգլիայում։

Ոչտրաֆիմֆային ապարների կավային հողմահարում։ Առաջանում են կավեր, սակայն այստեղ ևս, ինչպես և այդ կազմության ապարների լատերիտային հողմահարման ժամանակ, երկաթի հետ միասին աղաւավում են Mn, Ni ու Co. Էլյուվիալ շերտում այդ մետաղները տեղափոխվում են մակերեսային ջրերով ու կավային մասնիկների կողմից ենթարկվում են ադսորբցիայի. այդ մասնիկները կատալիտիկ կերպով ազդող կրաքարերի հետ կոնտակտի մեջ մտնելով ենթարկվում են կոագուլացման, առաջացնելով նիկելաբեր կավերի հանքանյութերի կուտակումներ. դրանք հաճախ լցնում են ուլտրահիմքային ապարների հետ կոնտակտի մեջ գտնվող կրաքարերի կարստային խոռոչները (կոնտակտ-կարստային հանքավայրեր)։ Բացի դրանից, նիկելը անմիջականորեն նստում է սիլիկահող պարունակող կոլոիդալ լուծույթներից գելերի ձևով, որոնք տալիս են նիկելի ջրային սիլիկատներ (գառնիերիտ, ռևդինսկիտ և ուրիշ), կամ էլ Ni ու Fe- պարունակող լուծույթներն ազդում են կրաքարի վրա, նրանց մեջ առաջացնելով նիկել պարունակող սիդերիտային հանքանյութերի (բուխտա) մետասոմատիկ բներ, կամ Ni-ը նստեցվում է ածխաթթվային նյութով, տալով Ni- պարունակող լիգնիտ (կերպինիտ)։ Co-ը նստում է ասբոլանի (Co պարունակող պսիլոմելան-վադ) ձևով։ Այս տիպի Ni-ի հանքանյութերի արդյունաբերական կուտակումներ հայտնի են Վերխնե-Ուֆալեյի շրջանում (Միջին Ուրալ)։

Ֆոսֆորիտի մնացորդային հանքավայրերը առաջանում են մթնոլորտային սառը ջրերով $Ca_3P_2O_8$ պարունակող կրաքարերի տարալվացման հետևանքով։ Սառը ջրերով CaO դուրս է բերվում ավելի ինտենսիվ կերպով, քան ֆոսֆորը, որը մնում է տեղում, գոյացնելով կուտակումներ, որտեղ P_2O_5-ի

պարունակությունը հասնում է մինչև 30—33%-ի (կրաքարերում P_2O_5-ի 3—12% սկզբնական պարունակության փոխարեն)։ Այսպես են առաջացել ֆոսֆորիտի մնացորդային հանքավայրերը Բելգիայում (Լիեժ քաղաքի շրջան) ու Թեննեսի նահանգում (ԱՄՆ)։ Այստեղ նրանք կազմում են «օղակային կուտակումներ». վերջիններս շրջապատում են բլուրները՝ հորիզոնական տեղադրված կրաքարերի շերտերով, որոնք լանջերում ենթարկվում էին հողմահարման, իսկ կենտրոնական մասում մնում թարմ վիճակում (նկ. 62)։



Նկ. 62. Թեննեսի նահանգի (ԱՄՆ) ֆոսֆորիտի մնացորդային հանքավայրի առաջացման սխեման. ֆոսֆորիտի օղակային կուտակներ բլրակների լանջերում (հատակագիծ).
1—ֆոսֆորիտի կուտակներ բլուրների լանջերում.
2—չփոփոխված կրաքարեր բլուրների կենտրոնում.

Երկաթի ու մանգանի գլխարկներ *առաջանում են երկաթի կարբոնատների և սիլիկատների (իսկ երկաթի գլխարկները նաև սուլֆիդային հանքանյութերի) քայքայման հաշվին և առանձին դեպքերում ներկայացնում են արդյունաբերական հետաքրքրություն (Բակալ և Աբաիլ հանքավայրերի երկաթի գլխարկները, Մազուլսկոյե հանքավայրի մանգանի գլխարկները, Հնդկաստանի, Բրազիլիայի, Գանայի և այլ երկրների բազմաթիվ հանքավայրերի երկաթի և մանգանի գլխարկները)։*

Շիբի ու գիպսի գլխարկներ: *Շիբի գլխարկները երբեմն առաջանում են բնածին ծծմբի հանքավայրերի հողմահարման հաշվին (Շորսու՝ Ուզբեկական ՍՍՀ-ում), իսկ գիպսի գլխարկ-*

ները աղերի հանքավայրերի հողմահարման հաշվին (Ինդերսկոյե՝ Ղազախական ՍՍՀ-ում)։

Մնացորդային հանքավայրերի համար բնորոշ են թիկնոցաձև կուտակումները, որոնցում օգտակար հանածոն ըստ խորության աստիճանաբար անցնում է իր կազմավորման սկզբնական մայր ապարին. ավելի հազվադեպ հանդիպում են բներ, պարկեր, գրպաններ, օղակաձև կուտակումներ։

Մնացորդային հանքավայրերը արդյունաբերական կարեվոր նշանակություն ունեն երկաթի (երկաթային լատերիտներ), ալյումինի (արգնահողային լատերիտներ), նիկելի (սիլիկատային հանքանյութեր), կաոլինի, ինչպես նաև մանգանի (մանգանի գլխարկներ) համար։

3. ԻՆՖԻԼՏՐԱՑԻՈՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Առաջանում են լուծված նյութեր պարունակող մթնոլորտային ջրերի ազդեցության հետևանքով, որոնք տեղակալման համար բարենպաստ ապարներում նստեցնում են նրանցում լուծված նյութերը։ Գետնաջրերի միջոցով տեղափոխվում են ու նստեցվում Fe, Mn, Cu, V, U, Ba, ինչպես նաև ֆոսֆատներ, գիպս, մագնեզիտ, բորատներ։

Մետաղների տեղափոխումը կատարվում է սուլֆատների, բիկարբոնատների ու կոլոիդալ միացությունների ձևով, իսկ նստեցումը ընթանում է գլխավորապես կարբոնատային ու բիտումային ապարներում։ Առանձնացնում են ինֆիլտրացիոն հանքավայրերի հետևյալ տիպերը՝

1) Երկաթի (լիմոնիտային ու սֆերոսիդերիտային) հանքանյութեր՝ Ալապաևսկոյե (Հյուսիսային Ուրալ) հանքավայրը և ուրիշ.։

2) Մանգանի (պիրոլյուզիտ-պսիլոմելանային) հանքանյութեր՝ Հռենոսյան գավառներում (ԳՖՀ)։

3) Պղնձի հանքանյութեր ավազաքարերում, որտեղ պղընձի միներալները (մալախիտ, ազուրիտ, խալկոզին, բոռնիտ, կուպրիտ, բնածին պղինձ) տեղակալում են ավազաքարերի կարբոնատային ցեմենտը, ծառերի քարացած բները,

բուստական մնացորդներն ու բիտումային նյութերը։ Պղնձի միներալները ուղեկցվում են պիրիտով, բարիտով, կալցիտով, գիպսով, երբեմն ռոսկոելիտով. պղինձը տեղափոխվում է $CuSO_4$ միացության ձևով, իսկ նրա սկզբնաղբյուրը էֆուզիվ ապարներում պղնձի միներալների ցանը և տարբեր ծագում ունեցող պղնձի հանքավայրերն են։ Օրինակ՝ Նաուկատը (Միջին Ասիա) ու Արևմտյան Մերձուրալի հանքավայրերը։

4) Վանադիումային և ուրանային հանքանյութեր, երբեմն բարիտով։ Հանքանյութերի կազմությունն է՝ ռոսկոելիտ, կաոլինոտիտ, պատրոնիտ, տյուամունիտ և ուրանի ուրիշ միներալներ, որոնք կուտակված են կարբոնատային ավազաքարերում, կարբոնատային ու բիտումային ապարներում. հանքավայրերի օրինակներ են՝ Ամբրոդիա-Լեյկ և Յուտա ու Կոլորադո նահանգների, Մինաս-Ռագրա (Պերու) հանքավայրերը և այլն։

5) Ֆոսֆորիտի հանքանյութեր, որոնք գոյանում են տաք ջրերով (տրոպիկական կլիմայի պայմաններում) $Ca_3P_2O_8$ պարունակող կրաքարերի տարալվացման հետևանքով. P_2O_5-ը լուծվում է ավելի ինտենսիվ կերպով, քան CaO, դուրս է բերվում ու վերանստեցվում ստորին հորիզոններում, որտեղ ջերմաստիճանն ավելի ցածր է և ֆոսֆատների լուծելիությունը սառը ջրերի մեջ նվազում է։ Հանքավայրերի օրինակներ են Ֆլորիդա և Թեննեսի նահանգների հանքավայրերի մի մասը։

6) Գիպսի կուտակումները գոյանում են կրաքարերում պիրիտի ցանի քայքայման և այդ ժամանակ առաջացած H_2SO_4-ի և $CaCO_3$-ի փոխազդեցության պայմաններում մետասոմատիկ ճանապարհով. օրինակ՝ Հարավարևմտյան Իրանի հանքավայրերը։

7) Բորատների հանքանյութեր, առաջացած աղերի հանքավայրերի հողմահարման ժամանակ։ Բորի աղերը, որոնք խառնուրդի ձևով գտնվում են աղի կուտակներում, տարալվացման ընթացքում մնում են գիպսի գլխարկում, շրջանառություն են կատարում նրա սահմաններում և փոխազդեցության մեջ մտնելով ապարների հետ, առաջացնում են բորատներ (հիդրոբորացիտ, ուլեկսիտ, աշարիտ և այլն) կուտա-

կումներ. օրինակ՝ Ինդերի հանքավայրը (Ղազախական ՍՍՀ):

8) Մագնեզիտի հանքանյութեր, որոնք առաջանում են ուլտրահիմքային ապարների հողմահարման ընթացքում: Մագնիումը գետնաջրերով տեղափոխվում է ստորին հորիզոններ, որտեղ սովորաբար սերպենտինիտներում նստում է կոլոմորֆ $MgCO_3$-ի ձևով, կազմելով բներ, ոսպնյակներ, շտոկվերկներ: Հանքավայրերի օրինակներ են՝ Հարավային Ուրալի, Հունաստանի, Սևանա լճի հյուսիսարևելյան ափի հանքավայրերը:

Ինֆիլտրացիոն հանքավայրերի ձևերը բազմազան են՝ շերտաձև կուտակներ, բներ, գրպաններ, ոսպնյակներ, շտոկվերկներ, ցանավոր տեղամասեր: Ինֆիլտրացիոն տիպը արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունի ուրանի և վանադիումի, ինչպես նաև բորատների համար և համեմատաբար ոչ մեծ նշանակություն՝ երկաթի, պղնձի, գիպսի, մագնեզիտի, ֆոսֆատների համար:

4. ՍՈՒԼՖԻԴԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՔՍԻԴԱՑՄԱՆ ԶՈՆԱ

Սուլֆիդները և նրանց նման միացությունները, հապվադեպ բացառությամբ (կինովար, սպերիլիտ), մակերեսային պայմաններում անկայուն են, օքսիդանում են և սուլֆիդային հանքանյութերի ելքերում առաջացնում են այս կամ այն հղորության օքսիդացված հանքանյութերի գոնաներ:

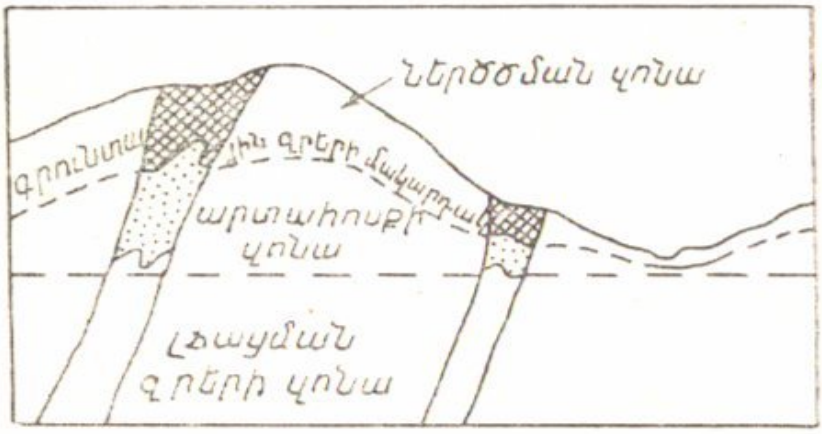
Այդ պրոցեսներն ուղեկցվում են որոշ տարրերի դուրս բերմամբ, մյուսների կուտակմամբ, երրորդների՝ կողային ապարներից ներմուծմամբ, որի հետևանքով տեղի է ունենում մետաղների վերաբաշխում ու կուտակում:

Որոշ դեպքերում (մանավանդ Cu-ի ու Ag-ի համար) արդյունաբերական նշանակություն չունեցող կամ քիչ արժեքավոր առաջնային հանքանյութերի հաշվին, նրանց օքսիդացման հետևանքով, գոյանում են երկրորդային սուլֆիդների հարուստ հանքանյութերի գոնաներ, որոնք շահագործվում են. այս տեսակետից օքսիդացման գոնաները ներկայացնում են մեծ հետաքրքրություն:

Երկրաբան-որոնողի ու հետախույզի ուշադրությունը առաջին հերթին դրավում են հանքանյութերի օքսիդացման գոնաները, որոնք տեղադրվում են Երկրի կեղևի վերին հորիզոններում. երկրաբանը օքսիդացված հանքանյութերի կազմով պետք է որոշի առաջնային սուլֆիդային հանքանյութերի կազմությունը և ճիշտ դնահատի խորքի հեռանկարները: Այստեղից մեկ անգամ ևս հետևում է օքսիդացման գոնաների ուսումնասիրության անհրաժեշտության մեծ նշանակությունը:

Սուլֆիդային հանքանյութերի օքսիդացման գլխավոր գործոններն են մակերևույթային ջրերը և թթվածինը, որը պարունակվում է ինչպես ջրերում, այնպես էլ մթնոլորտում:

Մակերևույթին (մթնոլորտային) ջրերի շրջանառության գոտին վերից վար ստորաբաժանվում է երեք գոնաների՝ թափանցման, արտահոսման ու կանգային (նկ. 63):



Նկ. 63. Մակոտկեն ապարներում ջրերի շրջանառության սխեմա (ըստ Ֆինչի).

Թափանցման գոնայում ստորերկրյա ջրերը հագեցված են թթվածնով, ունեն ուղղաձիգ շարժում, օքսիդացնում են սուլֆիդները՝ դա օքսիդացած հանքանյութերի գոնան է:

Արտահոսման գոնայում գետնաջրերը զուրկ են թթվածնից, ունեն համարյա հորիզոնական շարժում դեպի արտահոսման կետերը. այդ ջրերը ակտիվ չեն ու նրանց դերը սահմանափակվում է այն տարրերի տեղափոխմամբ ու վերանըստեցմամբ, որոնք բերվել են վերևից հողաջրերով. սա երկրորդային սուլֆիդների առաջացման (երկրորդային սուլֆիդային

հարստացման) զոնան է. արտահոսման զոնայից վար տեղադրված է կանգային (անշարժ) ջրերի զոնան, ջրեր, որոնք լցնում են ծակոտիները ու ճեղքիկները և հանքանյութերի փոփոխություններ չեն առաջացնում. սա առաջնային սուլֆիդային հանքանյութերի զոնան է։

Առաջին երկու զոնաների (օքսիդացված հանքանյութերի ու երկրորդային սուլֆիդների) ընդհանուր հզորությունը, սովորաբար, կազմում է տասնյակ մետրեր, երբեմն հասնում է հարյուրավոր մետրերի ծակոտկեն ու ճեղքվածքային կարբոնատային ապարներում կամ այն ճեղքերի երկայնքով, որոնցով թափանցում են մթնոլորտային ջրերը։

Օքսիդացման պրոցեսների ինտենսիվությունը և նրա ներթափանցման խորությունը պայմանավորված են մի շարք ռեգիոնալ ու լոկալ (տեղական) գործոններով։

Ռեգիոնալ գործոններից գլխավոր նշանակություն ունեն կլիմայականը ու մորֆոլոգա-տեկտոնականը. առավել նպաստավոր են տրոպիկական և բարեխառն չափավոր չոր կլիմայի պայմանները (լուծույթների խտությունը բարձր է), որոնց դեպքում զարգանում են օքսիդացման ու երկրորդային սուլֆիդային հարստացման բավականին հզոր զոնաներ։ Խոնավ տրոպիկական ու բարեխառն կլիմայական պայմաններում օքսիդացման զոնան բավական լավ է արտահայտված, սակայն լուծույթների արագ նոսրացման հետևանքով մետաղները դուրս են բերվում, այդ պատճառով էլ սուլֆիդների հարստացման զոնան թույլ է զարգացած։ Ցուրտ և բևեռային կլիման օքսիդացման պրոցեսների զարգացմանը չի նպաստում։ Մորֆոլոգա-տեկտոնական գործոնը նույնպես մեծ նշանակություն ունի. օքսիդացման հզոր զոնաներ զարգանում են ու պահպանվում հարթ սեղանաձև կամ ոչ ուժեղ կտրտված ռելիեֆի պայմաններում, այն դեպքերում, երբ լեռնային մարզերում էռոզիան հաճախ կանխում է օքսիդացման արագությունը և մակերեսում անմիջապես մերկանում են սուլֆիդային հանքանյութերը։ Տեկտոնական շարժումները, օրինակ բարձրացումները, առաջ բերելով գետնաջրերի մակարդակի և օքսիդացման ռեժիմի փոփոխություններ, կարող են հանքա-

նյութերի օքսիդացման մարզերը ներբերել երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնաների հանքանյութեր և առաջնային հանքանյութերի նոր բաժիններ, առաջացնելով երկրորդային օքսիդային հարստացման ու տարալվացման ենթագոնաներ։

Լոկալ (տեղական) գործոններին են դասվում՝ հանքանյութերի ու նրանց ներփակող ապարների միներալոգիական կազմությունը, գրունտային ջրերի քիմիզմը, հանքանյութերի տեքստուրային առանձնահատկությունները և հանքամարմինների տեղադրման պայմանները։ Պիրոտինը, օրինակ, օքսիդանում է պիրիտից և մյուս սուլֆիդներից ավելի արագ, սակայն հանքանյութում պիրիտի առատության դեպքում նրա օքսիդացման հետևանքով առաջանում է մեծ քանակությամբ ազատ H_2SO_4, որն ամբողջությամբ վերցրած ուժեղացնում է հանքանյութի օքսիդացումը. կարբոնատային ապարներում օքսիդացումն ընթանում է ավելի արագ, քան քվարցացած ապարներում, ծակոտկեն ու ճեղքավորված ապարներում (ավազաքարեր, կրաքարեր) և գոլավոր հանքանյութերում ավելի արագ՝ քան անթափանց ապարներում (եղջրաքարերում) և հոծ հանքանյութերում։

Ակադ. Ս. Ս. Սմիռնովը*, որն օքսիդացման պրոցեսների ուսումնասիրությանը նվիրել է հատուկ մենագրություն, տարբերում է օքսիդացման գոնաների զարգացման երեք հաջորդական փուլեր՝

1. Սուլֆատային փուլ՝ ամենավաղ փուլն է. օքսիդացման նյութերում գերակշռում են սուլֆատները (գլխավորապես յարոզիտը՝ $(K, Na)_2O \cdot 3Fe_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O$), հիդրօքսիդները և շատ սրիշ դեռ չփոփոխված սուլֆիդների մնացորդներ։

2. Միջին փուլ, երբ սուլֆիդների մեծ մասն արդեն օքսիդացված է, դեռևս շատ են սուլֆատները, բայց գերակշռում են հիդրօքսիդները, օքսիդները, կարբոնատները, ֆոսֆատները. կատարվում է սուլֆատների դուրս բերում։

---

* *С. С. Смирнов.* Зона окисления сульфидных месторождений. Изд-во АН СССР, изд. 3, 1955.

3. Վերջնական փուլ, երբ սուլֆիդներ համարյա չկան, սուլֆատները քիչ են. գերակշռում են կարբոնատները, սիլիկատները, օքսիդներն ու հիդրօքսիդները. կատարվում է մետաղների դանդաղ դուրս բերում, իսկ տեղում մնում են SiO_2-ը, Fe և Mn-ի օքսիդները, հիդրօքսիդները, պլյումոսիլիկատները։

Սահմանվում է սուլֆիդային հանքանյութերի օքսիդացման պրոցեսի հետևյալ ընդհանուր հերթականությունը՝ սուլֆիդ-սուլֆատ-կարբոնատ (կամ հիդրօքսիդներ)։

Սուլֆիդային հանքավայրերի օքսիդացման զոնային նվիրված Ս. Ս. Սմիռնովի դասական գրքից հետո երևան եկան սուլֆիդային հանքավայրերի հիպերգենեզի զոնայի էլեկտրաքիմիային նվիրված աշխատություններ։ Էլեկտրաքիմիական գործոնի դերի արտահայտման հնարավորությունը հանքավայրերի հիպերգենեզի զոնայի զարգացման մեջ բխում է մետաղների սխեմաններում էլեկտրոդային պրոցեսների ու գալվանական երևույթների տեսությունից։

Հանքանյութերի բնական օքսիդացման զարգացումն ըստ էլեկտրոդային պրոցեսների կարելի է պատկերացնել, եթե նկատենք հանքային միներալների էլեկտրոնային հաղորդականությունից և այդ պրոցեսում բնական էլեկտրոլիտների (ջրերի) մասնակցությունից։

Մասնավորապես հաստատված է, որ բարձրպոտենցիալային միներալը ավելի թույլ է օքսիդանում, քան ցածրպոտենցիալայինը (իհարկե, նույն պայմաններում). ընդ որում ընդունվում է բնական էլեկտրական հոսանքների դերը հիպերգեն հանքառաջացման մեջ՝ շնորհիվ բնական միկրոգալվանական էլեմենտների աշխատանքի, որտեղ որոշ միներալներ կատարում են անոդի, իսկ մյուսները՝ կատոդի դեր։

Երկրորդային սուլֆիդային հարստացման ենթազոնան կապվում է բնական էլեկտրական դաշտի աշխատանքի հետ նրա կատոդային մասում։

Օքսիդացման ենթազոնայում հանքանյութ-էլեկտրոդը օքսիդացնող միջավայրի ազդեցության տակ ենթարկվում է անոդային լուծման. միներալների կոնտակտում առաջանում է

պոտենցիալ, որը պայմանավորում է էլեկտրական հոսանքի (էլեկտրոնների հոսքի) ուղղությունը. դա իր հերթին ուժեղացնում է միներալներից մեկի օքսիդացումն ու կանխում մյուսի օքսիդացումը: Ըստ Ֆ. Վ. Չուխրովի հանքանյութերի հիպերգենեզի գոնայում անկասկած է միկրոօրգանիզմների դերը իբրև օքսիդացման պրոցեսների ուժեղ կատալիզատորի: Մասնավորապես, հիպերգեն սուլֆիդների առաջացումը դիտվում է որպես հանքանատեցում մետաղների լուծույթների ու ծծմբաջրածնի փոխազդեցության պայմաններում, որտեղ ծծմբաջրածինը արտադրվում է սուլֆատապաճող մանրէների կողմից (հաստատված է հիպերգեն սուլֆիդների ծծմբի իզոտոպային կազմով):

Նոր տվյալները թույլ են տալիս ընդունել, որ երկաթի մանրէները հիպերգենեզի գոնայում երկաթի օքսիդացման գործում կատարում են հսկայական դեր, առաջացնելով ֆերիհիդրօքսիդի փաթիլներ, որոնք առուների ու գետերի միջոցով տեղափոխվում են այնպիսի տեղամասեր, որտեղ հնարավոր է նրանց կուտակումը: Ըստ երևույթին, նման պատկերացումը կիրառելի է ոչ միայն ֆաներոզոյի, այլև մինչքեմբրյան հասակի երկաթի նստվածքային հանքավայրերի առաջացման պայմանների բացատրման համար:

Սուլֆիդային հանքանյութերի օքսիդացման ժամանակ կատարվում է մետաղների առանձնացում (ղատում), որը կախված է նրանց միացությունների տարբեր հատկություններից ու վարքից՝

Fe. երկաթի ամենատարածված սուլֆիդը՝ պիրիտը օքսիդանում է հետևյալ սխեմայով՝

$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O = 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$$
$$4FeSO_4 + 2H_2SO_4 + O_2 = 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$
$$Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O = 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4$$

Պիրիտի հանքանյութերի ելքերում առաջանում է երկաթի հիդրօքսիդների (լիմոնիտային) գլխարկ ու գոյանում է ծծմբաթթու՝ H_2SO_4:

Երկաթի գլխարկները հիանալի նշան են սուլֆիդային

(ծծմբա- ու պղնձահրաքարային) հանքանյութերի որոնման համար. երբեմն նրանք առաջանում են սիդերիտային հանքանյութերի հաշվին:

Mn. մանգանի սուլֆիդ ալաբանդինը (MnS) հազվագյուտ միներալ է, սակայն Mn-ը իզոմորֆ խառնուրդի ձևով մտնում է սֆալերիտի և որոշ սուլֆիդների կազմի մեջ, պարունակվում է նաև բազմաթիվ կարբոնատներում (կալցիտ, անկերիտ, սիդերիտ, ռոդոխրոզիտ), որոնք շատ սովորական են որպես բազմամետաղային հանքավայրերի երակային միներալներ:

Mn պարունակող միներալների օքսիդացման ժամանակ կազմավորվում են մանգանի օքսիդներ ու հիդրօքսիդներ, որոնք կազմում են մանգանի գլխարկներ և լավ որոնողական նշան են բազմամետաղային հանքանյութերի համար (օրինակ՝ Փողահանքը Հայկական ՍՍՀ-ում). այլ դեպքերում մանգանի գլխարկներն առաջանում են մանգանի կարբոնատային կամ սիլիկատային հանքանյութերի հաշվին:

Cu. պղնձի լայն տարածված սուլֆիդը՝ խալկոպիրիտը օքսիդանում է այսպես՝

$$CuFeS_2 + 4O_2 = CuSO_4 + FeSO_4:$$

$FeSO_4$-ը անցնում է մեզ արդեն հայտնի փուլերը մինչև երկաթի հիդրօքսիդները և խալկոպիրիտային հանքանյութերի հաշվին առաջանում է երկաթի գլխարկ, իսկ $CuSO_4$-ը, որպես շարժունակ միացություն դուրս է բերվում արտահոսման զոնա, որտեղ այդ զոնայի առաջնային սուլֆիդների վրա ազդելով, առաջացնում է երկրորդային սուլֆիդային հարստացման զոնա:

$CuSO_4$-ի մի մասը հանքանյութերի կամ ներփակող ապարների կարբոնատների հետ, կամ էլ գրունտային ջրերի CO_2 ու SiO_2-ի հետ մտնում է ռեակցիայի մեջ, առաջացնելով պղնձի ջրային կարբոնատներ (մալախիտ, ազուրիտ) կամ սիլիկատներ (խրիզոկոլա), որոնք մնում են երկաթի գլխարկում ու երբեմն կազմում են այդ հանքանյութերի հարուստ

կուտակումներ (Տուրինսկի հանքերը, Գումեշևսկի հանքը, Բլյավան, Ջուկվիկամատան և այլն)։

Pb. գալենիտը օքսիդանում է հետևյալ սխեմայով՝ $PbS+2O_2=PbSO_4$ (դժվարալույծ միացություն՝ անգլեզիտ միներալ). անգլեզիտը CO_2-ի ազդեցության տակ հետագայում անցնում է էլ ավելի կայուն $PbCO_3$-ի (ցերուսիտ). օքսիդացման գոնայում, այսպիսով, Pb կուտակվում է, առաջանում է անգլեզիտ-ցերուսիտային հանքանյութերի գլխարկ, կապարի արտածում համարյա տեղի չի ունենում։

Երբեմն այդ գլխարկում զգալի քանակություններով կուտակվում են վուլֆենիտը ($PbMoO_4$) ու վանադինիտը ($Pb_5(VO_4)_3Cl$), ընդ որում Mo ու V ներմուծվում են գրունտային ջրերով, հիմնականում ներթափող ապարներից ու կազմելով կապարի հետ դժվարալույծ միացություններ, մնում են օքսիդացման գոնայում։

Zn. սֆալերիտը օքսիդանում է հետևյալ սխեմայով՝ $ZnS+2O_2=ZnSO_4$. ցինկի սուլֆատը դյուրալույծ միացություն է ու տեղափոխվում է մասամբ ստորին՝ արտահոսման գոնան (այստեղ առաջանում է ցինկի երկրորդային խաբուսակ՝ վյուրտցիտ), իսկ գլխավորապես անցնում է կողային շրջանառության։ Այսպիսով, օքսիդացման ժամանակ կատարվում է ցինկի ինտենսիվ արտածում և նրա մեկուսացումը կապարից, որը մնում է տեղում։ Երբեմն ցինկը դուրս է բերվում հանքամարմնի սահմաններից բավականին հեռու և նստում է կրաքարերի մեջ՝ առաջացնելով սմիտսոնիտային ($ZnCO_3$) հանքանյութերի կուտակումներ։ Ս. Ս. Սմիռնովը դրանց դիպուկ անվանել է՝ «գլխարկ առանց գլխի», քանի որ նրանց տակ առաջնային հանքանյութերը բացակայում են ու այդպիսի գլխարկների խորքի հետախուզումը անհեռանկարային է։

Ag. արգենտիտը օքսիդանում է հետևյալ սխեմայով՝ $Ag_2S+2O_2=Ag_2SO_4$. արծաթի սուլֆատը շարժունակ միացություն է և արտածվում է ստորին՝ երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնան։ Արծաթի մի մասը, որը ներկայացված է բնածին արծաթով, մնում է օքսիդացած անգլեզիտ-ցերուսիտային հանքանյութերում կամ հողաջրերում

Cl' ազատ անիոնի առկայության դեպքում և նրա հետ կազմում է կայուն միացություն՝ $AgCl$ (եղջրային արծաթ կամ կերարգիրիտ), որը նույնպես կուտակվում է օքսիդացման գոնայում։

Au. ոսկու խոշոր մասնիկները կայուն են ու կուտակվում են օքսիդացման գոնայում (լիմոնիտային ու անգլեզիտ-ցերուսիտային գլխարկներում). սուլֆիդների օքսիդացման ժամանակ նրանց մեջ պարունակվող ոսկու ցրված մասնիկները ենթարկվում են տեղափոխման (միգրացիայի)։ Ոսկու տեղափոխմանը նպաստում է հողաջրերում Cl' ազատ անիոնի, մանգանի ու երկաթի սուլֆատների առկայությունը, որոնց շնորհիվ ոսկին, անցնելով լուծույթի մեջ, հեշտությամբ տեղափոխվում է երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնա։

Շատ դեպքերում ոսկին կուտակվում է երկաթի գլխարկներում (Ուրալ, Բոր հանքը Հարավսլավիայում) կամ երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնայում։

Արսենոպիրիտային հանքանյութերի օքսիդացման ժամանակ առաջանում է սկորոդիտային (սկորոդիտ $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$) գլխարկ։ Ծարիրային հանքանյութերի օքսիդացման հետևանքով գոյանում են ծարիրային օխրաներ (սերվանտիտ Sb_2O_4 ու ստիբիկոնիտ $Sb_2O_4 \cdot nH_2O$), իսկ բիսմուտային հանքանյութերի հաշվին՝ բիսմուտ ($Bi_2O_3 \cdot H_2O$) ու բիսմուտիտ ($Bi_2O_3 \cdot CO_2 \cdot nH_2O$)։ Ինձորի կանաչ գույնի սկորոդիտը և կանաչադեղնավուն ու դեղին գույնի ծարիրային ու բիսմուտային օխրաները որոնողական նշանաններ են, համապատասխանաբար, As, Sb, Bi-ի համար։

Մոլիբդենային հանքանյութերի օքսիդացման ժամանակ առաջանում են դեղձանիկի դեղին ֆերիմոլիբդիտը $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 7H_2O$ ու ծմբադեղին պովելիտը $CaMoO_4$։ Նիկելի ու կոբալտի արսենիդների օքսիդացման դեպքում զարդանում են կանաչ գույնի աննաբերգիտը՝ $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ ու վարդագույն էրիտրինը՝ $Co_3[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$։

Ուրանային հանքանյութերի (ուրանի խեժի) օքսի-

դացման հետևանքով գարգանում են վատ երանգավորված ուրանային փայլարիկներ՝ դեղին գույնի օտունիտը՝ $CaU_2[PO_4]_2O_4 \cdot 8H_2O$, կառնոտիտը՝ $K_2U_2[VO_4]_2O_4 \cdot 3H_2O$ և կանաչ գույնի տորբեռնիտը՝ $CuU_2[PO_4]_2O_4 \cdot 12H_2O$ ու ցեյներիտը՝ $CuU_2[AsO_4]_2O_4 \cdot 12H_2O$. երկրորդային սուլֆիդային հարբատացման գոնաշում նստում են ուրանի փոշենման սևուկներ (U_3O_8):

Առաջնային սուլֆիդային հանքանյութերի օքսիդացման հետևանքով, այսպիսով, դուրս են բերվում Cu ու Zn, տեղում մնում են Fe ու Pb, իսկ մյուս մետաղները (Ag, Au, As, U և ուրիշ.) մասամբ դուրս են բերվում դեպի երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնա, մասամբ էլ մնում են օքսիդացման գոնայում: Երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնա դուրս բերված մետաղները (գլխավորապես Cu ու Ag) նստում են երկրորդային սուլֆիդների ձևով հետևյալ ռեակցիաներով՝

$$CuSO_4 + ZnS = CuS + ZnSO_4,$$
$$Ag_2SO_4 + ZnS = Ag_2S + ZnSO_4$$

Պղնձի երկրորդային սուլֆիդների ու երկրորդային արգենտիտի նստեցման հաշվին առաջանում են երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնաներ՝ պղնձի համար Կոունրադի, Բինգհեմի և ուրիշ., արծաթի համար՝ Ալթայի, Անդերբայկալի, Մեքսիկայի հանքավայրերում:

Հատուկ պայմաններում (տեղանքի բարձրացում, գրունտային ջրերի մակերևույթի իջեցում) երկրորդային սուլֆիդային հարստացման գոնաները ենթարկվում են օքսիդացման հետևյալ ռեակցիաներով՝

$$4Cu_2S + 9O_2 = 4CuSO_4 + 2Cu_2O$$

կամ

$$Cu_2S + 2O_2 = CuSO_4 + Cu$$

Առաջանում է երկրորդային օքսիդային հարստացման ենթագոնա, որտեղ կուպրիտը ու բնածին պղինձը զուգակցվում են խալկոզինի ու պղնձի այլ երկրորդային սուլֆիդների մնացորդների հետ:

Երբեմն խալկոպիրիտային զոնայի տակ տեղադրված առաջնային սուլֆիդային հանքանյութերի օքսիդացման հետևանքով առաջնային հանքանյութերից պղինձը և ուրիշ մետաղները տարալվացվում և տեղափոխվում են ներքև, առաջացնելով խալկոզինային նոր զոնա, իսկ առաջնային հանքանյութերի տեղում զարգանում է մետաղներից զուրկ տարալվացման զոնա (ենթազոնա). այս դեպքում դիտվում է զոնաների հետևյալ կտրվածքը (վերից վար)՝

1. Օքսիդացած հարուստ հանքանյութերի (երկրորդային օքսիդացման հարստացման) զոնա։ 2. Տարալվացման զոնա։ 3. Խալկոզինային հանքանյութերի (երկրորդային սուլֆիդային հարստացման) զոնա։ 4. Առաջնային հանքանյութերի զոնա։

ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Մակերեսային ջրերը իրենց հոսքի ուժով մասամբ կախված, մասամբ լուծված վիճակում տեղափոխում են հողմահարման նյութերը և նստեցնում նրանց կամ իրենց ընթացքի ճանապարհին, կամ էլ ծովային ու լճային ավազաններում, առաջացնելով նստվածքային հանքավայրեր։

Տեղափոխվող նյութի նստեցումը ենթարկվում է մեխանիկական ու քիմիական դիֆերենցման օրենքներին։

Նյութի մեխանիկական նստվածքային դիֆերենցումը համաձայն Վ. Պ. Բատուրինի կայանում է նրա տեսակավորման մեջ՝ ըստ մասնիկների մեծության, ձևի ու տեսակարար կշռի։

Այսպես, քայքայվող պանդվածների շուրջը քայքայման տեղից աստիճանաբար հեռանալով տեղադրվում են գետաքարեր, որոնք վերածվում են ավազների ու կավերի. փայլարի թիթեղիկները ֆլոտացիան հեշտացնող իրենց ձևի շնորհիվ, հաճախ հանդիպում են կավերի մեջ, իսկ ծանր բնածին ոսկու, պլատինի և ուրիշ միներալների մանր մասնիկները՝ խոշորահատիկ ավազներում ու մանրախճերում։

Նյութի քիմիական նստվածքային դիֆերենցումը կա-

տարվում է Ն. Մ. Ստրախովի և Լ. Վ. Պուստավալովի կողմից մշակված օրենքներով։

Սահմանվում է ծովային ավազաններում նյութերի նրստեցման հետևյալ հաջորդականությունը՝ սկզբում Fe-ի ու Mn-ի օքսիդներ և SiO_2 (նստեցումը կատարվում է մերձափնյա գոնայում, ընդ որում SiO_2-ը նստում է երկաթի ու մանգանի օքսիդներից փոքր-ինչ հետու). SiO_2-ի մի մասը ջրերի ալկալի ռեակցիայի դեպքում մնում է լուծույթում և երկաթի թերօքսիդի ու օքսիդի հետ կազմելով երկաթի սիլիկատներ (քլորիտներ, գլաուկոնիտ), նստում է ավելի ուշ։ Հետագայում նստում են Fe-ի թերօքսիդային միացությունները (սիդերիտ, երբեմն Fe-ի սուլֆիդներ)։

Fe-ի օքսիդներն ու սիլիկատները սովորաբար զուգակցվում են ալևրիտների, իսկ Fe-ի թերօքսիդի միներալները՝ կավային նստվածքների հետ, այն ժամանակ, երբ Mn-ի օքսիդները՝ կայծքարային առաջացումների հետ։

Fe-ի սիլիկատներից փոքր-ինչ շուտ առաջանում է ֆոսֆորիտը ($Ca_3P_2O_8$), իսկ Fe-ի սիլիկատների ու Fe-ի թերօքսիդային միացությունների նստեցումների միջև ընկած ժամանակաշրջանում կատարվում է բոքսիտների նստեցում։ Սիդերիտի նստեցումից հետո տեղի է ունենում կրաքարի առաջացում և այդ պահը համընկնում է մեխանիկական նստվածքային դիֆերենցման ավարտի հետ։

Կրաքարից հետո, Հայդինգերի ռեակցիայի համաձայն, նստում է դոլոմիտը՝ $2CaCO_3 + MgSO_4 \rightarrow CaSO_4 + CaCO_3 \cdot MgCO_3$:

Երբ ջրերի ազիությունը նորմալի համեմատ աճում է 5 անգամ, նստում է $CaSO_4$, իսկ $CaSO_4$-ի ու դոլոմիտի նրստեցման միջև՝ $SrSO_4$։ Համարյա դոլոմիտի հետ միաժամանակ նստում է նստվածքային ֆլյուորիտը (ռատովկիտը), որը մանր ցանի ձևով տարածված է դոլոմիտի շերտերում։

Երբ աղերի կոնցենտրացիան նորմալ չափից աճում է 11 անգամ, նստում է NaCl ու, վերջապես, մայր լուծույթից՝ KCl, այնուհետև $MgCl_2$ ու $MgSO_4$։ Քիմիական դիֆերենցման ողջ

ցիկլը աղյուսակի ձևով ներկայացված է ստորև. լրիվ տեսքով այն ներկայացվում է ոչ միշտ, քանի որ ավազանների (լուծույթների) երիտասարդացման պրոցեսով պայմանավորված ցիկլի ընդմիջումների ու կրկնողության հետևանքով այդ աղյուսակը ընդունում է բավականին բարդ տեսք։

Քիմիական դիֆերենցման լրիվ ցիկլը

Fe-ի օքսիդներ Mn-ի օքսիդներ SiO_2 Ֆոսֆատներ Fe-ի սիլիկատներ	զուգակցվում են ալևրիտային նստվածքների հետ
Բոքսիտներ Fe-ի թերօքսիդային միացություններ (սիդերիտ, Fe-ի երբեմն նաև Cu-ի սուլֆիդներ)	զուգակցվում են կավային նստվածքների հետ

$CaCO_3$—մեխանիկական դիֆերենցման ավարտ, $(CaMg)C_2O_6$ ու CaF_2, $SrSO_4$, $CaSO_4$, NaCl, KCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$

Ակադեմիկոս Ա. Ե. Ֆերսմանի ու Վ. Մ. Գոլդշմիդտի կարծիքով քիմիական դիֆերենցման ամենակարևոր պատճառները պետք է փնտրել ավազանների ջրերում ջրածնի իոնների տարբեր կոնցենտրացիայում ու ջրերում օքսիդացման տարբեր պոտենցիալում։

Ավազանների ջրերը կարող են ունենալ չեզոք, թթու կամ ալկալի ռեակցիաներ. ռեակցիան չեզոք է, երբ H^+ ու OH^- իոնների քանակությունը հավասար է և համապատասխանում է H^+ իոնների 10^{-7} կոնցենտրացիային՝ արտահայտված գրամ-էքվիվալենտներով ($PH=7$ նշանակում է ջրածնային (H) իոններով հագեցման (P) աստիճանը, արտահայտված է 10^{-7} մեծության լոգարիթմներով). թթու ռեակցիայի դեպքում PH-ը 7-ից փոքր է (մինչև 1), ալկալի ռեակցիայի դեպքում՝ 7-ից բարձր (մինչև 13)։

Fe^{+++}-ը լուծույթներից նստում է $PH=2,3$ դեպքում, այսինքն թթու միջավայրից, Fe^{++}-ը՝ $PH=7$ դեպքում, այսինքն

չեզոք միջավայրից. $Mn^{\cdots}$-ը նստում է PH=2—4 դեպքում (թթու միջավայր), իսկ $Mn^{\cdot\cdot}$-ը՝ PH=8,7 (ալկալի միջավայր). $Al_2O_3 \cdot H_2O$-ը նստում է PH=4,1 (թթու միջավայր) դեպքում:

Նյութի քիմիական դիֆերենցման ժամանակ մեծ նշանակություն ունի նաև օքսիդացման պոտենցիալի մեծությունը (ազատ թթվածնի քանակությունը) ջրերում: Թթվածնի միջին պարունակությունը նվազում է կոնտինենտալ ջրերից մերձհատակայինին անցնելիս, այսինքն նվազում է PH-ի արժեքի աճի ուղղությամբ:

Ափից հեռանալու և խորության աճի ուղղությամբ Լ. Վ. Պուստովալովը տարբերում է հետևյալ ֆացիաները՝ օքսիդային, շամոզիտային, սիդերիտային, ածխաջրածնային, համապատասխանաբար՝ օքսիդների, սիլիկատների, կարբոնատների, սուլֆիդների նստեցումով:

Նստվածքային հանքավայրերի շարքում, նյութի նստեցման եղանակից կախված տարբերում են՝

1. Մեխանիկական նստվածքային հանքավայրեր,

2. Քիմիական նստվածքային հանքավայրեր՝ իրական լուծույթներից.

3. Քիմիական նստվածքային հանքավայրեր՝ կոլոիդալ լուծույթներից.

4. Կենսաքիմիական նստվածքային հանքավայրեր:

1. ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Այս խմբում տարբերում են հետևյալ տիպերը՝

ա) Մանրախճերի, ավազների, կավերի դետային հանքավայրեր, որոնց մեջ նյութը տեսակավորված չէ և նրանց արժեքը փոքր է.

բ) Գլաքարերի, ավազների, կավերի ծովային ու լճային հանքավայրեր. սրանց շարքում հատկապես արժեքավոր են կավերի լճային հանքավայրերը (նյութը լավ է տեսակավորված, քանի որ կավային մասնիկները նստում են դանդաղ).

գ) Կաոլինի, բոքսիտի, ֆոսֆորիտների մեխանիկորեն վերանստեցված հանքավայրեր.

դ) Ոսկու, պլատինի, վոլֆրամիտի, կասիտերիտի, ալմաստի և ուրիշ արժեքավոր օգտակար հանածոների ալյուվիալ ցրոններ. նրանք արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունեն անագի (համաշխարհային արդյունահանման կեսից ավելին), պլատինի (արդյունահանման 50%-ը), ալմաստի (50%-ից ավելին), ոսկու (արդյունահանման 20—25%-ը) համար։

Բնորոշ օրինակներ են Կոլիմայի, Ալդանի, Կալիֆոռնիայի, Ալյասկայի ոսկու, Ուրալի ու Ալյասկայի պլատինի, Կոլիմայի, Ինդոնեզիայի կասիտերիտային, Անդրբայկալի, Բիրմայի, Հարավային Չինաստանի վոլֆրամիտային, Չաիրի ու Սիբիրի ալմաստաբեր ցրոնները և այլն։

Ալյուվիալ ցրոնի տիպիկ կտրվածքը ունի հետևյալ տեսքը (վերից վար)՝ հողային շերտ, տորֆեր (ավազակավեր ու կավեր), գլաքարեր, շերտ (գլաքարեր կավային քսուկով ու արժեքավոր միներալներով, գլխավորապես նրա ստորին մասերում), արմատական ապարներ (պլոտիկ)։

ե) Ծովային մերձափնյա ցրոններն արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունեն ցիրկոնի ու ռուտիլի (Ավստրալիա), մոնացիտի (Հնդկաստան, Բրազիլիա), ինչպես նաև ոսկու (Ալյասկա, Արևելյան Սիբիր), կասիտերիտի (Ինդոնեզիա) համար և ոչ մեծ նշանակություն՝ մագնետիտի ու տիտանոմագնետիտի (Ճապոնիա, Իտալիա, Կովկասի սևծովյան ափ), ալմաստի (Նամիբիա) համար։

Ցրոնային հանքավայրերին է նվիրված Յու. Ա. Բիլիբինի կապիտալ աշխատությունը։ Յու. Ա. Բիլիբինի աշխատությունից (1955) հետո, որը նվիրված էր գլխավորապես ոսկեբեր ցրոններին, հրատարակվեցին Ա. Ա. Կուխարենկոյի (1961), Ի. Ս. Ռոժկովի, Վ. Ս. Տրոֆիմովի, Ն. Ա. Շիլոյի (բոլորը 1970) ու Գ. Վ. Նեստերենկոյի (1977) մենագրությունները, որտեղ նկարագրված են ոչ միայն թանկարժեք մետաղների ցրոններ, այլև ալմաստի, ռուտիլի, իլմենիտի, ցիրկոնի, կասիտերիտի, տանտալոնիոբատների ցրոնային հանքավայրերի առաջացման պայմանները և արդյունաբերական նշանակությունը։

Այդ բոլոր աշխատություններում մեծ ուշադրություն է

նվիրված ցրոնները անող աղբյուրներին և նկարագրված են էլյուվիալ-դելյուվիալ, ալյուվիալ ու մերձափնյա ցրոնների տարբեր տիպերը:

2. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԻՐԱԿԱՆ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻՑ

Ծովային ավազանների ջրերի իրական (մոլեկուլյար) լուծույթներից նստում են ու կուտակվում հետևյալ աղերը՝ անհիդրիտը, գիպսը, K, Na, Mg-ի աղերը, մասամբ կրաքարերը: Ծովի ջրի մեջ աղերի միջին պարունակությունը կազմում է 3,5% (35գ/լ), որոնք տեղաբաշխված են հետևյալ ձևով (հաշված գ/լ-երով)՝

$NaCl$	27,2
$MgCl_2$	3,8
$MgSO_4$	1,7
$CaSO_4$	1,2
K_2SO_4	0,9
$CaCO_3$	0,1
$MgBr_2$ և ուրիշ	0,1
Ընդամենը	35

Այս միջին արժեքներից որոշ շեղումներ տեղի են ունենում փակ կամ այնպիսի ավազաններում, դեպի ուր կատարվում է քաղցրահամ (գետի) ջրի զգալի ներհոսք:

Այսպես, Միջերկրական ծովում աղերի ընդհանուր պարունակությունը 3,9% է, իսկ Կարմիր ծովում՝ 4,3%: Կասպից ծովում՝ 1,5%, իսկ Ֆիննական ծովածոցում, Լենինգրադի մոտ՝ նույնիսկ 0,35% (կապված Նևա գետի քաղցրահամ ջրերի զգալի ներհոսքի հետ):

1849 թ. իտալացի քիմիկոս Ուզիլիոն փորձի միջոցով (գոլորշիացնելով ծովի ջուրը) հաստատեց աղերի նստեցման հետևյալ հաջորդականությունը՝ $CaCO_3$ ու $CaSO_4$, $NaCl$, K ու Mg-ի աղեր: Մեկ մետր բարձրություն ունեցող ջրի սյան գոլորշիացումը տալիս է աղի 14 մմ հզորությամբ նստվածք: Հետևաբար, եթե ենթադրենք ամենախոր ավազանների (8—9 կմ) գոլորշիացում, ապա կարելի է սպասել 100 մ հզորության աղերի հաստվածքի նստեցում: Բայց, բնության մեջ, հայտնի են խոշոր հանքավայրեր (Սոլիկամսկ, Ստասֆուրտ և այլն),

որտեղ աղաբեր հաստվածքի հզորությունը գերազանցում է 1000 մ. ուրեմն, ուղղակի գոլորշիացման միջոցով այդպիսի հզոր հաստվածքներ չէին կարող առաջանալ նույնիսկ ամենախոր ջրավազաններում և, հետևաբար, կասկածից վեր է, որ նրանց առաջացումն ընթացել է ինչ-որ արտակարգ, հատուկ պայմաններում:

1877 թ. գերմանացի գիտնական Օքսենիուսը, հիմնվելով Ուդիլիոյի փորձերի և սեփական դիտարկումների վրա (Կարա-Բողազ-Գյոլ ծովածոցում, որտեղ այժմ էլ կատարվում է աղերի նստեցում), առաջարկեց աղերի հանքավայրերի առաջացման մի տեսություն, որը հայտնի է Օքսենիուսի կամ բարրերի տեսություն անվան տակ: Օքսենիուսը աղերի հանքավայրերի առաջացման համար անհրաժեշտ է համարում երկու պայման՝ 1. Ծովից աղային ծովածոցի անջատում. վերջինս ծովի ավազանից բաժանվում է ավազային թմբով՝ բարրով, որի միջոցով ծովածոցը կապվում է ծովի հետ. 2. Ծովածոցի շրջանում չոր և տաք կլիմայի առկայություն, որի դեպքում ծովածոց լցվող ծովի ամբողջ ջուրը ենթարկվում է գոլորշիացման և դրա հետևանքով էլ ծովածոցում աղերի կոնցետրացիան անընդհատ աճում է:

Օքսենիուսը աղերի հանքավայրերի ձևավորման մեջ տարբերում է չորս ֆազեր (փուլեր)՝

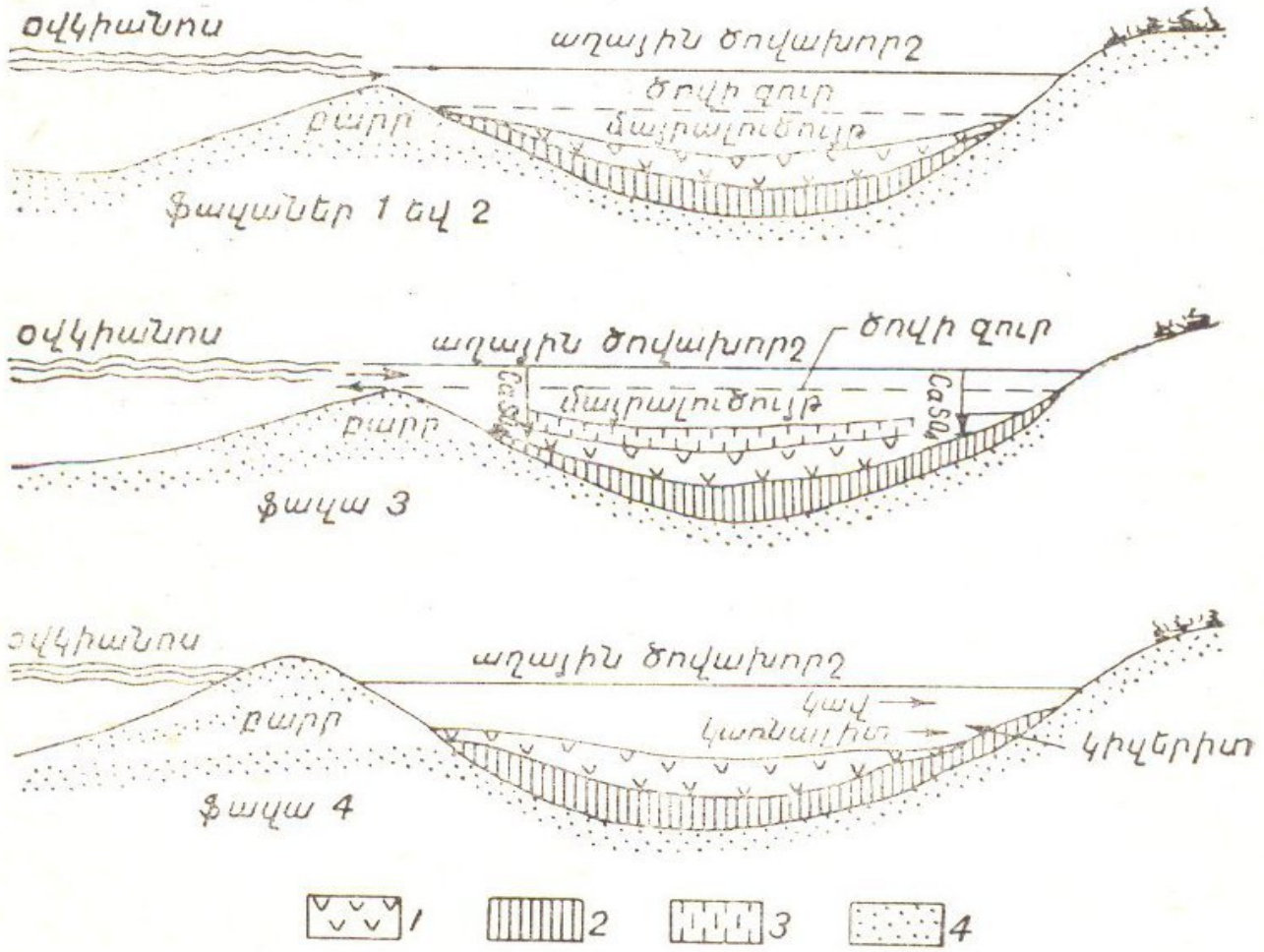
Առաջին ֆազ. աղերի կոնցենտրացիան ծովածոցում աճում է 5 անգամ, տեղի է ունենում կրաքարի ու գիպսի նստեցում, առաջանում է աղային կուտակի դիպսային փոռոցը.

Երկրորդ ֆազ. աղերի կոնցենտրացիան աճում է 11 անգամ, նստում է քարաղը (NaCl), որի շերտից վեր մնում է K-ի ու Mg-ի աղերի այսպես կոչված մայր լուծույթը.

Երրորդ ֆազ. մայր լուծույթը սկսում է դուրս հոսել դեպի ծով, իսկ նրա վրայով՝ բարրի միջոցով, ներհոսում է ծովի ջուր, սակայն ավելի նվազ քանակով: Մայր լուծույթի ու ծովի ջրի շփման գոնայում վերջինս հարստանում է $MgSO_4$-ով, որի հետևանքով (ըստ Ներնստի օրենքի) նրանից սկսում են նստել գիպսի բյուրեղիկներ, որոնք մայր լուծույթի միջով

սուզվելով և կորցնելով ջուրը, նստում են քարաղի շերտի վրա, անհիդրիտի շերտիկի ձևով։

Քանի որ բարրի վրայով ծովի ջրի նոր բաժինների մուտքը դեպի ծովածոց կատարվում է պարբերաբար (ջուրը քշվում է քամիներով), ապա տեղի է ունենում NaCl-ի ու անհիդրիտի շերտիկների իրար բազմիցս հաջորդող նստեցումներ, որը դիտվում է բնության մեջ աղաբեր հաստվածքներում։



Նկ. 64. Աղային կուտակի առաջացման սխեմա ա ա ա (ըստ Օսենիուսի տեսության)

1—հարավ. 2—գիպս. 3—անհիդրիտ. 4—ստորադիր ապարներ.

Չորրորդ ֆազ. սկսվում է միայն այն դեպքում, երբ NaCl-ի նստեցումից հետո, բարրի բարձրացման հետևանքով ծովածոցի կապը ծովի հետ խզվում է և ծովից կտրված փակ ծովածոցում ընթանում է մայր լուծույթի գոլորշիացում՝ կալիումի ու մագնիումի աղերի նստեցմամբ։

Եթե պրոցեսն ավարտվում է երրորդ ֆազով, առաջա-

նում է գիպսի ու քարաղի հանքավայր, իսկ եթե տեղի է ունենում նաև չորրորդ ֆազը՝ գոյանում են քարաղի և K-ի ու Mg-ի աղերի կոմպլեքսային հանքավայրեր։

Երկար ժամանակ Օքսենիուսի տեսության թույլ կողմն էր համարվում աղաբեր հաստվածքներում բրածո ֆաունայի բացակայությունը, սակայն հետագայում, Դոնբասի, Լեհաստանի (Վելիչկա), ԱՄՆ-ի և ուրիշ տեղերում հայտնաբերվեց ֆաունա և այդ առարկությունը վերացավ, ընդ որում ֆաունան յուրահատուկ է՝ տեսակների քանակով աղքատ, բայց աննորմալ աղիության պայմաններին հարմարված տեսակների անհատներով հարուստ։

Պարզ չէր նաև, թե ինչպես են ծանծաղ ծովածոցերում առաջանում հզոր աղաբեր հաստվածքներ. դրա բացատրությունն առաջարկեցին տեկտոնիստները, որոնց կարծիքով, ծովածոցի հատակը աստիճանաբար սուզվում է՝ ստեղծելով հզոր նստվածքների կուտակման հնարավորություն։ Օքսենիուսի տեսության մեջ էական լրացումներ են մտցված Ն. Ս. Կուրնակովի և Ա. Ա. Իվանովի աշխատություններով, ըստ որոնց, աղերի հանքավայրերի ձևավորման պայմանների ու աղերի նստեցման հերթականության վրա (որը հաճախ տարբերվում է Օքսենիուսի սխեմայից) մեծ ազդեցություն են ունենում ժամանակը, ջերմաստիճանը, տարբեր աղերի կոնցենտրացիան և նրանց փոխազդեցությունը։

Ամենից ճանաչված Օքսենիուսի տեսությունից բացի, գոյություն ունեն ևս երկու՝ Վալտերի ցամաքային (կոնտինենտալ) ու Պոշեպնու էոլային տեսությունները։

Վալտերի կարծիքով աղերի հանքավայրերն առաջանում են անապատային մարզերում, ջրերի հոսքից զուրկ իջվածքներում (Սահարայի Ջադ լճի օրինակով) մայր ցամաքի ապարներից աղերի տարալվացման հետևանքով, որոնք տեղափոխվում ու նստում են այդ անջրթող ավազաններում։

Վալտերի ցամաքային տեսությունը կիրառելի է միայն փոքր մոնոմիներալային (Անդրբայկալի ու Անդրկովկասի սոդայալճերը) աղերի հանքավայրերի համար, սակայն այն ի վիճակի չէ բացատրելու մեկը մյուսին հաջորդող, տարբեր

կազմություն ունեցող աղային հզոր հաստվածքների առաջացումը, այդ պատճառով էլ այն մեծ ճանաչում չի ստացել։

Պոշեպնու էոլային տեսության համաձայն, աղերի հանքավայրերը առաջանում են քամիների օգնությամբ ծովի ջրի ցայտերի տեղափոխման հետևանքով։ Այդ ցայտերը հագեցնում են մթնոլորտն ու անձրևային ջրերը և ներծծվում մակերեսային շերտի (հողածածկի) մեջ, իսկ հետագայում աղերը տարալվացվում են ու նստում իջվածքներում։ Պոշեպնու դիտարկումներով Հյուսիսային Ֆրանսիայի մերձծովյան շրջաններում 1 խոր. մ անձրևային ջուրը պարունակում է 24,5 գ աղեր, այդ թվում 14 գ NaCl։

Հնարավոր է, որ աղային փոքր հանքավայրերի մի մասը (Հնդկաստանում, ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգներում և այլն) կարող էր առաջանալ նշված ճանապարհով, սակայն միանգամայն ակնհայտ է, որ այս տեսությունն անզոր է հզոր աղաբեր հաստվածքների առաջացման բացատրության գործում ու ավելի քիչ ընդունելի, քան վալտերի ցամաքային տեսությունը։

Կրաքարերի ու դոլոմիտային նստվածքային (քիմիական) հանքավայրեր: Կրաքարերի որոշ հզոր, բրածո ֆաունայից զուրկ և հասակով հին հաստվածքներ (մինչքեմբրյան), հավանաբար, կարող էին առաջանալ որպես ծովի տաք ջրերից անջատված քիմիական նստվածքներ։

Քիմիական ճանապարհով են առաջացել նաև աղազերծված ու դառնաղի ավազանների դոլոմիտի հանքավայրերը։

Աղազերծված ավազաններում են առաջացել վերին սիլուրի հասակի դոլոմիտները՝ ԱՄՆ-ի, Էստոնիայի, Սատկայի հանքավայրերում. պերմի ժամանակաշրջանի դառնաղի ավազաններում առաջացել են Մերձուրալյան, Պովոլժիեի, Դոնբասի և ուրիշ դոլոմիտները, որտեղ նրանց շերտերը զուգակցվում են գիպսի ու քարաղի հետ։

Դոլոմիտը առաջանում է ըստ Հայդինգերի ռեակցիայի՝ $2CaCO_3 + MgSO_4 \rightarrow CaSO_4 + MgCO_3 \cdot CaCO_3$ կամ, երբ ողջ $MgSO_4$-ը ծախսված է, ավազանի հատակի կրաքարային տիղ-

մի և ծովի ջրի $MgCl_2$-ի փոխազդեցության հետևանքով, ըստ Մարինիակի ռեակցիայի՝ $2CaCO_3 + MgCl_2 \rightarrow CaCl_2 + MgCO_3 \cdot CaCO_3$:

3. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԿՈԼՈԻԴԱԼ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻՑ

Կոլոիդալ լուծույթների ձևով տեղափոխվում ու նըստում են գլխավորապես Fe, Mn, Al ու, հավանաբար, որոշ այլ մետաղներ (Cu, Zn, Pb, Ba, V, U, Mo, Ag*...):

Այդ մետաղների կոլոիդալ միացությունների նստեցումը (կոագուլացումը) տեղի է ունենում ծովային ավազանների մերձափնյա տեղամասերում ծովի մեջ լուծված աղերի էլեկտրոլիտների ազդեցության տակ. լճային ավազաններում մետաղների նստեցումը պայմանավորվում է հումուսային թթուների հավելուրդով կամ մանրէների ու ջրիմուռների կենսագործունեությամբ:

Առանձնացվում են հանքավայրերի հետևյալ տիպերը՝

1. Երկաթի հանքանյութեր. երկաթի տեղափոխումը կատարվում է $Fe(OH)_3$ կազմության զոլերի ձևով հումուսային թթուների պաշտպանողական ազդեցության տակ, մասամբ $FeSO_4$ ու $FeCO_3$-ի ձևով:

Երկաթի նստվածքային կուտակումների առաջացման հիմնական աղբյուր են, հավանաբար, լատերիտային ծածկոցներն ու Fe պարունակող գետնաջրերը: Երկաթի տեղափոխման մասշտաբների մասին կարելի է դատել, օրինակ, հետևյալ փաստով. Ամազոն գետը, որի ջուրը պարունակում է ընդամենը 0,003 գ/լ Fe, 176000 տարվա ընթացքում կարող է ստեղծել 2 մլրդ տ երկաթի հանքանյութի զանգված, այսինքն երկաթի հանքանյութերի շատ խոշոր հանքավայր:

Երկաթի մյուս կարևոր աղբյուրը հրաբխային էքսհալացիաներն են. կարելի է բերել ցայտուն օրինակ՝ Յուրիևա լեռնային գետը, որը սկիզբ է առնում էբեկո հրաբխից (Պարա-

* Փակագծի մեջ բերվածները մասամբ տեղափոխվում են նաև իրական լուծույթներով:

մուշիր կղզի, Կուրիլյան բլրաշար) սկսվում է ժամանակակից թերմերով, որոնք դուրս են բերում Fe. գետաբերանային մասում ջուրը պարունակում է 0,220 գ/լ Fe և 1,8 խոր. մ/վրկ դեբիտի դեպքում ամեն օր դուրս է բերում 35 տ լուծված Fe։ Դժվար չէ հաշվել, որ նատեցման բարենպաստ պայմանների դեպքում ընդամենը 10 հազար տարվա ընթացքում կարող է կուտակվել 126 մլն տ մետաղի պաշարով երկաթի զանգված։

Ավազանում նստեցման պայմաններից կախված (PH-ի մեծությունը, հանքանյութերի օքսիդացման պոտենցիալը) նստում են կամ օքսիդային (խոպեր, կլինտոն և այլն), սիլիկատային (Թյուրինգիա, Բոհեմիա, մասամբ Լոթարինգիա), սիդերիտային (Անգլիա, ԱՄՆ, մասամբ Լոթարինգիա) կամ սուլֆիդային (Բորովիչի, Մյոգեն և այլն) հանքանյութեր։

Երկաթի հանքանյութերի նստվածքային հանքավայրերը արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունեն. այս տիպին բաժին է ընկնում երկաթի համաշխարհային արդյունահանման շուրջ 30%-ը։

2. **Մանգանի հանքանյութեր.** մանգանի օքսիդների (պիրոլյուզիտ, պսիլոմելան) նստեցումը կատարվում է ծովային ավազանների **մերձափնյա տեղամասերում կայծքարային** (օպալ) նստվածքների սերտ զուգակցմամբ. ափից քիչ հեռու նստում են մանգանի կարբոնատներն ու սիլիկատները։ Այս տիպի խոշոր հանքավայրերից են՝ Ճիաթուրան, Նիկոպոլը, Պոլունոչնոյեն, Ում-Բոգման։ Մանգանի համար այս տիպը ունի առաջնային նշանակություն և տալիս է համաշխարհային արդյունահանման $^2/_3$-րդ մասը (գլխավորապես ՍՍՀՄ-ում)։

3. Ալյումինի (բոքսիտային) հանքանյութեր։ Ակադ. Ա. Դ. Արխանգելսկու լավ հիմնավորված տեսակետի համաձայն, բոքսիտի բազմաթիվ հանքավայրերը կոլոիդալ լուծույթներից շամոզիտ-դիասպորային նյութի նստեցման արդյունք են։ Այդ տիպին նա դասում է Հյուսիսային Ուրալի (Կրասնայա Շապոչկա և այլն), ինչպես նաև Հարավային Ֆրանսիայի, Իտալիայի, Հունգարիայի, Ռումինիայի, Հարավսլավիայի ու Միջերկրածովային գոնայի այլ երկրների հանքավայրե-

րը. այս տիպին բաժին է ընկնում բոքսիտային հանքանյութերի համաշխարհային արդյունահանման շուրջ կեսը։

4. Վանադիումային հանքանյութեր (երբեմն U, Mo-ի խառնուրդով). վանադիումի նստեցումը կոլոիդալ SiO_2-ի հետ համատեղ առաջացնում է վանադիումի խոշոր կուտակումներ, որոնք ներկայացված են վանադիումաբեր կայծքարային թերթաքարերի ձևով (Կարատաու, ԱՄՆ-ի Այդահո նահանգի, Շվեդիայի, Ֆրանսիայի և այլ հանքավայրեր). վանադիումի հետ մեկտեղ երբեմն նստում են U-ի ու Mo-ի փոքր քանակություններ։

Մետաղներ պարունակվում են կայծքարային, սև գույնի (օրգանական նյութերով հարուստ) Cm—S, ավելի հազվադեպ P հասակի թերթաքարերում, որոնցում օրգանական նյութով ու մետաղներով հարուստ սև գույնի ենթաշերտերը հերթափոխվում են բաց գույնի, մետաղներից աղքատ, ենթաշերտերով։ Սև ենթաշերտերում V-ի պարունակությունը կազմում է 0,2—1% և ավելի, իսկ U-ինն ու Mo-ինը՝ համապատասխանաբար, տոկոսի հազարերորդական կամ հարյուրերորդական մասեր։

Մետաղների վերաբաշխման հետևանքով տեղ-տեղ նրանց կոնցենտրացիան խիստ բարձրանում է, որը արդյունաբերական հետաքրքրություն է ներկայացնում, քանի որ այդ մետաղների ընդհանուր պաշարները հսկայական են, իսկ նրանց կորզման տեխնոլոգիան մշակված է։

Ապագայում այս տիպն, անկասկած, ձեռք կբերի կարևոր նշանակություն ոչ միայն V-ի, այլև U-ի ու Mo-ի համար։

5. Պղնձի հանքանյութեր (Zn, Pb, Ag, Mo, Re և ուրիշ մետաղների խառնուրդով)։ ԳԴՀ-ում Մանսֆելդի պղնձի հանքանյութերի խոշոր հանքավայրն ուսումնասիրող երկրաբանների կարծիքով այն առաջացել է ծծմբաջրածնային պայմաններում՝ մանրէների մասնակցությամբ։ Հանքային շերտի վերին հորիզոնները ներկայացված են ցինկի, տեղ-տեղ կապար-ցինկի հանքանյութերով։ Հավանաբար, իրենց առաջացման պայմաններով նման հանքավայրեր ուսումնասիր-

վում են նաև ՍՍՀՄ-ում, ԱՄՆ-ում, Լեհաստանում և այլ երկրներում։

6. Բարիտային (ցինկով, պիրիտով) հանքանյութեր։ Մյոգեն հանքավայրը (ԳՖՀ) ներկայացված է սֆալերիտի ու պիրիտի խառնուրդ պարունակող բարիտի շերտով և, ինչպես համարում են, առաջացել է ջրային ավազանում Ba, Fe ու Zn-ի նստեցման հետևանքով։ 6 մ հզորության շերտը զբաղեցնում է 2,5×1,5 կմ տարածություն ու շահագործվում է որպես սֆալերիտի ու պիրիտի առանձին բներով ներկայացված բարիտի հանքավայր։

Կոլոիդալ լուծույթներից առաջացած նստվածքային հանքավայրերն ունեն շատ մեծ նշանակություն երկաթի (համաշխարհային արդյունահանման 30%), մանգանի (արդյունահանման $^2/_3$-րդ մասը), բոքսիտների (արդյունահանման շուրջ 50%), իսկ ապագայում կմշակվեն նաև V, Cu, U, Mo։

Հետաքրքիր ու հեռանկարային ժամանակակից նստվածքային հանքավայրերի տիպ են երկաթ-մանգանային կոնկրեցիաների կուտակումները օվկիանոսների հատակում։ Կոնկրեցիաներն ամենից ավելի տարածված են խորջրյա նստվածքներում՝ կարմիր կավերում, ռադիոլարիտային և կարբոնատային տիղմերում։

Հանքային կոնկրեցիաների տարածման մարզերը բավականին լավ համընկնում են օվկիանոսի հատակի այն տեղամասերի հետ, որտեղ կան բազմաթիվ հրաբխային կղզիներ ու գործող հրաբուխներ։ Օվկիանոսի հատակի մակերեսը 20—50%-ով ծածկված է կոնկրեցիաներով, որոնց մեջ Mn-ի պարունակությունը կազմում է 20% և ավելի. կոնկրեցիաների մաքսիմալ կուտակումներն առաջանում են կարմիր կավերում և կարբոնատային նստվածքներում Mn-ի խիստ բարձր պարունակությունների ֆոնի վրա։

Բացի մանգանից, կոնկրեցիաները հաճախ պարունակում են մինչև 15% Fe, զգալի քանակություններով Co, Ni, Cu և ուրիշ մետաղներ։

Գ. Ս. Զոժենիձեի կարծիքով, կոնկրեցիաներում մանգանի և ուրիշ հանքային տարրերի աղբյուրը կարող է լինել

միայն ստորջրյա հրաբխականությունը, ընդ որում, հրաբխային էքսհալացիաների հետ մեկտեղ, նրա կողմից ընդունվում է հիդրոթերմերի ու հրաբխային նյութի քայքայման պրոցեսների ղգալի դերը։

4. ԿԵՆՍԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Երկաթի, մանգանի, բոքսիտների նստվածքային հանքավայրերի, ինչպես նաև V, Cu, Pb—Zn-ի ու բարիտի նրստվածքային հանքանյութերի համար որոշակի դեր են խաղում, հավանաբար, միկրոօրգանիզմները, որոնք նպաստում են այդ մետաղների նստեցմանը կամ կուտակում են մետաղներն իրենց օրգանիզմներում։ Բայց կա հանքավայրերի մի խումբ, որոնց համար մակրո- ու միկրոօրգանիզմների կենսագործունեությունը անկասկած խաղում է վճռական դեր և որոնք գոյանում են որպես այդ գործունեության արդյունք՝ կազմելով կենսաքիմիական հանքավայրերի խումբը, որոնց շարքին են դասվում օրգանածին կրաքարերի, դիատոմիտների, ֆոսֆորիտների ու բնածին ծծմբի հանքավայրերը։

Օրգանածին կրաքարերի հանքավայրերը կապված են կրաքարային կմախք կամ խեցիներ ունեցող օրգանիզմների կենսագործունեության հետ։ Տարբերում են կորալային, ուստրանիների, մամռակերպերի, փափկամորթների խեցիներից կազմված կրաքարեր։

Դիատոմիտների հանքավայրերն առաջանում են ջրիմուռների՝ դիատոմների կենսագործունեության հետ կապված, որոնք ունեն կայծքարային խեցիներ։ Այդ խեցիների համար անհրաժեշտ SiO_2-ը նրանք կորզում են կավերի ալյումոսիլիկատների կամ տուֆային նյութի քայքայումից, որն ընկնում է ավազանները հրաբխային ժայթքումների ժամանակ։ Գոյություն ունի այն կարծիքը, որ դիատոմիտների հզոր հաստվածքները առաջանում են հրաբխային ինտենսիվ գործունեության հետ համընկնող կամ անմիջականորեն նրանց հաջորդող ժամանակաշրջաններում։

Դիատոմիտների խոշոր հանքավայրեր հայտնի են Ան-

դրկովկասում, Կալիֆոռնիայում, Ալժիրում և այլն։ Գետնաջրերով վերամշակված դիատոմիտներին, որոնցում SiO_2-ի մի մասի վերանստեցումը հանգեցնում է նրանց առաջնային ստրուկտուրայի կորստին, անվանում են տրեպելներ։

Ենթադրում են, որ Ուրալում լայն տարածված պալեոզոյան հասակի հասպիսների առնվազն մի մասն առաջացել է դիատոմիտների մետամորֆիզմի հաշվին։

Ֆոսֆորիտների հանքավայրեր. սրանց առաջացման հարցում գոյություն ունեն երկու տեսություն՝ բիոլիտային ու քիմիական (ավելի ճիշտ՝ կենսաքիմիական)։

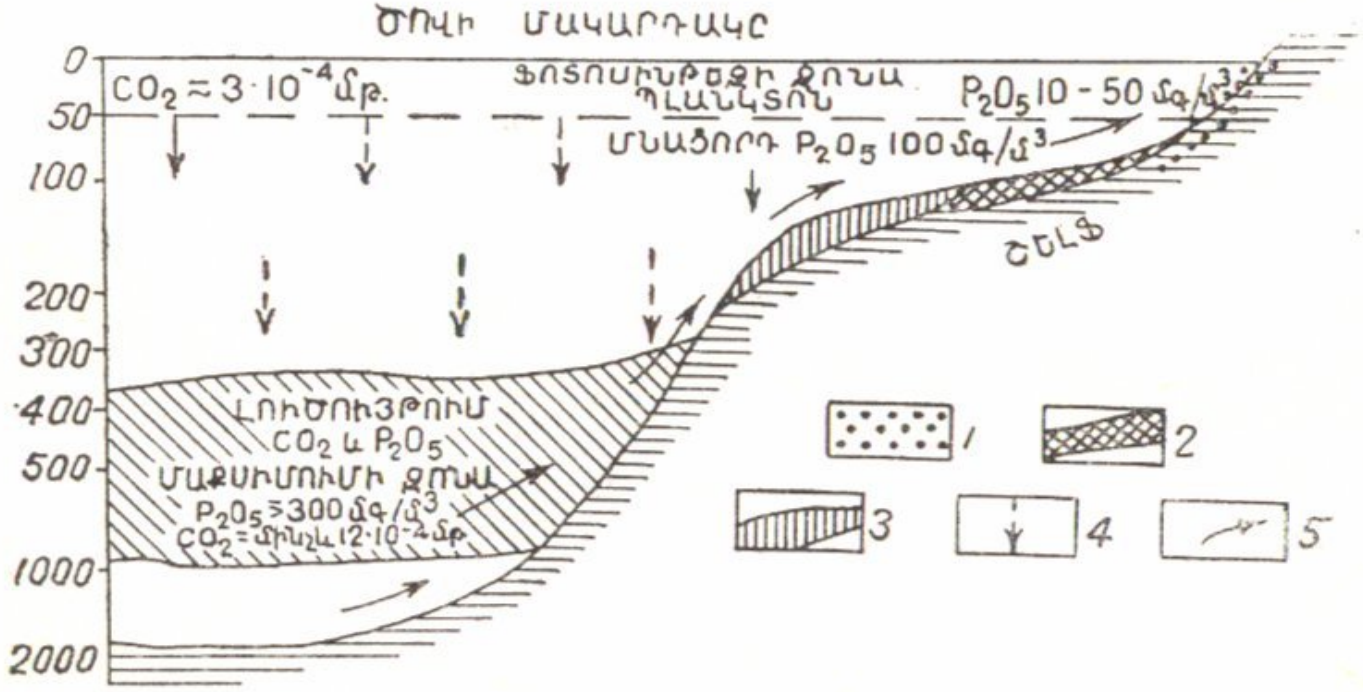
Բիոլիտային տեսությունը հիմնվում է հետևյալ տվյալների վրա՝ ողնաշարավորների կմախքների ոսկորները պարունակում են մինչև 58% $Ca_3P_2O_8$, Obolus ուստանիների խեցինները՝ 36,5% P_2O_5 ու 2,78% F, իսկ Lingula-ի խեցինները՝ 41% P_2O_5 ու 1,52% F։

Որոշ պայմաններում (օրինակ, ծովի տաք ու սառը հոսանքների հանդիպում, ծովային ավազանի հավասարակշռության խախտում և այլն) տեղի էր ունենում օրգանիզմների մասսայական ոչնչացում, որոնց քայքայման հաշվին ծովի ջուրը հարստանում էր CO_2-ով ու NH_3-ով (կազմում են ածխաթթվային ամոնիում)։ Ջրի մեջ CO_2-ի, ածխաթթվային ամոնիումի ու NaCl-ի առկայությունը բարձրացնում էր ոսկորների, խեցիների, մկանային հյուսվածքների ֆոսֆորաթթվային կիրը լուծելու նրա ընդունակությունը։

Ֆոսֆորաթթվային կալցիումը, մտնելով լուծույթի մեջ, միանում էր ածխաթթվային ամոնիումի հետ և կազմում ֆոսֆորաթթվային ամոնիում. վերջինս, հատակային նստվածքի պինդ մասնիկների ու օրգանիզմների խեցիների հետ շփվելով, նատեցնում էր նրանց վրա կամ նստվածքում արդեն կոնկրեցիոն բնույթի ֆոսֆորաթթվային կալցիում, որը բնորոշ է ֆոսֆորիտային կոնկրեցիաներին։ Որպես այդ տեսության ապացույց բերվում է որոշ հանքավայրերի ֆոսֆորիտներում բրածո ֆաունայի մնացորդների առատությունը։ Այսպես, Էստոնիայում, Մաարտու ավանի (Տալլին քաղաքի մոտ) ֆոսֆորիտի երեք շերտեր համարյա ամբողջությամբ

կազմված են Obolus Apollinis խեցիներից. ֆաունան առատ է նաև ՍՍՀՄ-ի ֆոսֆորիտի պլատֆորմային հանքավայրերում և այլն։

Սակայն, հաճախ ֆաունան բացակայում է կամ քիչ է, իսկ ֆոսֆորի հզոր շերտերը կազմված են օոլիտային ֆոսֆորիտներից (Կարատաու, ժայռոտ լեռներ և այլն), որոնց համար բիոլիտային տեսությունը քիչ ընդունելի է։



Նկ. 65. Ֆոսֆորիտառաջացման սխեմա (ըստ Ա. Կազակովի)
1—մերձափնյա գլաուարերի ու ավազների ֆացիա. 2—ֆոսֆորիտային ֆացիա. 3—կրաքարային նստվածքների ֆացիա. 4—պլանկտոնի մնացորդների սուզում. 5—հոսանքների ուղղություններ.

Այդ դեպքերին ավելի է համապատասխանում պրոֆ. Ա. վ. Կազակովի կենսաքիմիական տեսությունը (նկ. 65), որը հիմնված է ծովի ջրի մեջ ֆոսֆորի բաշխման վերաբերյալ օվկիանոսագետների ու հիդրոքիմիկոսների հետազոտությունների վրա։ Այդ տվյալների համաձայն ծովի ջրի վերին շերտերը, մինչև 60 մետր խորությունը, որոնք բնակեցված են ֆոսֆորը եռանդուն կերպով կլանող ֆիտոպլանկտոնով, համարյա զուրկ են P_2O_5-ից (2—5 մինչև 50 մլգ/խոր. մ), իսկ CO_2-ի պարցիալ ճնշումը այստեղ բարձր չէ $3 \cdot 10^{-4}$ մթն-ից։

Մահանալով և սուզվելով, ֆիտոպլանկտոնը իր հետ վերին շերտերից դեպի խորքն է տանում P-ն, որտեղ CO_2-ի պարունակությունը օրգանիկայի օքսիդացման հաշվին ավելի բարձր է. CO_2-ի այդպիսի բարձր պարունակությունը, առավել խոր հորիզոններում, նպաստում է ոչնչացվող օրգանիզմների ֆոսֆատի անցմանը լուծույթի մեջ:

Մահացող միկրոօրգանիզմների զգալի մասը քայքայվում է չհասնելով մինչև 500—1500 մ. խորությունները, այդ պատճառով էլ այդ շերտերը CO_2-ով ու P-ով ամենահարուստն են. 300—800 մ խորություններում P_2O_5-ի պարունակությունը հասնում է 300—1000 մգ/մ^3, իսկ CO_2-ի պարցիալ ճնշումը բարձրանում է մինչև 12.10^{-4} մթն.:

Բարձրացող հոսանքները կարող են P-ով ու CO_2-ով հարուստ խորքային ջրերը հասցնել շելֆային գոնա՝ նրանցից աղքատ վերին շերտերի ջրերին, որտեղ CO_2-ի պարցիալ ճնշումը նվազում է CO_2-ի ավելցուկի դիֆուզիայի պատճառով, ինչպես նաև ճնշման նվազման ու ջրերի տաքացման հետևանքով:

CO_2-ից աղքատ ջուրը դառնում է ֆոսֆատով գերհագեցված և վերջինս 100±50 մ. խորություններում, շելֆի գոնայում, առաջացնում է նստվածք կոլոիդալ ֆտոր-ապատիտի ու ֆոսֆորիտային օոլիտների ձևով:

Ըստ Ա. Վ. Կազակովի ֆոսֆորիտի հանքավայրերի առաջացման համար անհրաժեշտ պայմաններ են՝ 1) շելֆի անմիջական կապը ծովային բաց ավազանների խորքային մասերի հետ. 2) դեպի շելֆ վերընթաց հատակային այն հոսանքների առկայությունը, որոնք ֆոսֆորով հարստացած խորքային ջրերը հասցնում են շելֆի գոնա:

Հավանաբար, կենսաքիմիական ճանապարհով են առաջացել ֆոսֆորիտի խոշոր հանքավայրերից շատերը՝ Կարատաու լեռնաշղթայի միջին քեմբրի հասակի, Բաշկիրիայի ու ժայռոտ լեռների՝ վերին կարբոնի, Ալժիրի, Թունիսի, Մարոկկոյի երրորդական հասակի հանքավայրերը:

Բճածին ծծմբի հանքավայրեր. Սրանց առաջացման մեջ մեծ դեր է հատկացվում մանրէներին, գլխավորապես անա-

երոբայիններին, որոնք զարգանում են ծծմբաջրածնային խըմորման պայմաններում։ Անաերոբային մանրէների ածխածնի էներգիայի հաշվին կատարվում է ծովի ջրի սուլֆատների քայքայում ըստ հետևյալ ռեակցիայի՝ $CaSO_4+2C=CaS+2CO_2$, հետագայում՝ $CaS+CO_2+H_2O=CaCO_3+H_2S$։

H_2S բարձրանում է վերին հորիզոնները, որտեղ հանդիպում է O_2-ի՝ $2H_2S+O_2=2H_2O+S_2\downarrow$. ծծումբը նստում է հատակում։ Դրանից բացի, վերին հորիզոններում H_2S-ը հանդիպում է աերոբային մանրէների գաղութներին, որոնք շնչառության ժամանակ կլանում են H_2S-ը և կուտակում են ծծումբն իրենց օրգանիզմում՝ $2H_2S+O_2=2H_2O+S_2+122$ կալ.։ Ծծումբը գլխավորապես կուտակվում է մանրէների թիթևիկներում (*Beggiatoa*-ի թևերիկները պարունակում են 95% S), որոնց ոչնչացման ընթացքում ծծումբը նստում է հատակում՝ կուտակվելով տիղմի շերտում։ Ծծմբի շարժունակության հետևանքով հետագայում տեղի է ունենում տարրի միգրացիա ու վերաբյուրեղացում և բնածին ծծմբի էպիգենետիկ հանքավայրերի առաջացում։

Ծծումբը նստում է լագունային ավազաններում դոլոմիտի հետ միաժամանակ, գիպսից մի փոքր առաջ (Պավոլժիեի, Գաուրդակի, Սիցիլիայի հանքավայրերը), կազմելով սինգենետիկ հանքավայրեր, որտեղ ծծումբը զուգակցվում է գիպսի, անհիդրիտի, աղերի, ասֆալտի, նավթի հետ։ Բնածին ծծմբի հանքավայրերի մի մասը էպիգենետիկ է (Շորսու, Տեխաս և Լուիզիանա նահանգներ). օրինակ, Շորսուում ծծմբացումը դիտվում է տարբեր հասակի ապարների մեջ, ծծումբը կապված է նավթի հանքավայրերի հետ և զուգակցվում է բարիտի, ցելեստինի, օպալի, խալցեդոնի, պիրիտի ու սֆալերիտի հետ։

Բիշոֆը և Ուկլոնակին այդտեղ ծծմբի կուտակումը բացատրում են գետնաջրերի SO_4 իոնի ու բիտումների (նավթի) ածխաջրածինների միջև կատարվող ռեակցիայով՝ $CaSO_4+CH_4=CaS+CO_2+2H_2O$, $CaS+CO_2+H_2O=CaCO_3+H_2S\uparrow$։

H_2S-ը ճնղքիկներով աեղափոխվում է վերև, մինչև թթթ-

վածին պարունակող ջրերի հետ հանդիպելը՝ $2H_2S + O_2 = 2H_2O + S_2 \downarrow$ (ծծումբը նստում է էպիգենետիկ ձևով)։

Ծծմբի առաջացման անօրգանական վարկածը դժվար է ընդունել, քանի որ $CaSO_4$-ի ու CH_4-ի փոխազդեցության ռեակցիան էնդոթերմիկ է և կարող է ընթանալ միայն 700°C ու ավելի բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում (Ուկլոնսկու կարծիքով բարձր ճնշման ու սելենի՝ որպես կատալիզատորի, մասնակցության դեպքում, այդ ռեակցիան կարող է կատարվել 50°C ջերմաստիճանների պայմաններում)։

Ամբողջությամբ վերցրած, նստվածքային հանքավայրերի համար բնորոշ է հանքամարմինների շերտային ձևը, սովորական են նաև ոսպնյակները. նստվածքային տիպն իր մասշտաբով առաջացնում է ինչպես փոքր ու միջակ, այնպես էլ շատ խոշոր հանքավայրեր։

Նստվածքային հանքավայրերի տիպը արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունի աղերի (Na, K, Mg), դոլոմիտի, գիպսի, երկաթի, մանգանի, ալյումինի (բոքսիտի), ծծմբի, ֆոսֆորիտների, կրաքարերի, դիատոմիտների համար. վերջնականապես հաստատված չէ, սակայն ապագայի տեսակետից հեռանկարային է վանադիումի, ուրանի, մոլիբդենի, ինչպես նաև պղնձի, կապար-ցինկի, ծծմբային հրաքարի նստվածքային հանքավայրերի դերը։ Հաշվի առնելով մեխանիկական նստվածքային (ցրոնները ներառյալ) հանքավայրերը, այս տիպը մեծ նշանակություն ունի նաև կավերի, ավազների ու գետաքարերի, ոսկու, պլատինի, անագի, վոլֆրամի, տիտանի (ռուտիլի), մոնացիտի, ցիրկոնի, ալմաստի համար։

Գ. ՄԵՏԱՄՈՐՖԱԾԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Լեռնային ապարներն ու տարբեր գենետիկական տիպերի (գլխավորապես նստվածքային) հանքավայրերը բարձր ջերմաստիճանների և ճնշումների ազդեցության տակ ենթարկվում են էական փոփոխությունների՝ մետամորֆիզմի։ Լիմոնիտը ջրազրկվելով անցնում է հեմատիտի ու մագնետիտի,

ածխային նյութը՝ գրաֆիտի, ջրային ալյումոսիլիկատները՝ փայլարների, անդալուզիտի, սիլիմանիտի, կիանիտի (դիստենի), նռնաքարի և այլն։ Մետամորֆիզմի ժամանակ մեծ դեր են կատարում այդ պրոցեսների ընթացքում գոյացող H_2O-ն ու CO_2-ը, որոնք հեշտացնում են տարրերի միգրացիան ու վերախմբավորումը։ Մետամորֆիզմի պրոցեսները հաճախ ուղեկցվում են հանքամարմինների ձևերի ու հանքանյութերի տեքստուրաների փոփոխություններով (Ուրալի հրաբարային կուտակումներում ճղմված ոսպնյակներ ու զոլավոր հանքանյութեր)։ Խորքային մետամորֆիզմի պայմաններում հաճախ կատարվում է նոր նյութերի ներբերում, ավելի վաղ առաջացածների լուծում ու թե՛ մեկի, և թե՛ մյուսի վերանստեցում։

Մետամորֆիզմի պրոցեսի ընթացքում առաջանում են հանքավայրերի երկու խմբեր՝

1. Մետամորֆացված, որոնցում դոյություն ունեցող հանքավայրերը փոփոխված են օգտակար հանածոյի ֆիզիկաքիմիական և արդյունաբերական հատկությունների պահպանմամբ.

2. Մետամորֆիկ, որոնք վերստին առաջացել են մետամորֆիզմի պրոցեսում մինչ այդ մեծ արժեք չներկայացնող լեռնային ապարների հաշվին, կամ էլ այնքան խիստ են փոփոխված, որ էապես փոխվում են հանքանյութերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունները և գոյանում են նոր՝ կիրառման բոլորովին այլ բնագավառներ ունեցող օգտակար հանածոներ։ Վ. Ս. Դոմարևը առանձնացնում է մետամորֆածին հանքավայրերի երեք հիմնական խմբեր՝

1. Հանքավայրեր, առաջացած կամ վերափոխված մագմատիկ ինտրուզիայի անմիջական ազդեցության ներքո, նրա կոնտակտային պսակում։

2. Հանքավայրեր, առաջացած կամ վերափոխված ռեգիոնալ մետամորֆիզմի պրոցեսների ժամանակ։

3. Հանքավայրեր, առաջացած կամ վերափոխված ուլտրամետամորֆիզմի երևույթների ժամանակ։

Յա. Ն. Բելևցևը և ուրիշներ Կրիվոյ Ռոգի, ԿՄԱ-ի, ՋԺՀ

ու Հնդկաստանի երկաթի հանքավայրերի օրինակով առանձնացնում են մետամորֆածին հանքավայրերի երեք գենետիկ խմբեր՝ մետամորֆացված, մետամորֆիկ և ուլտրամետամորֆիկ։

Ն. Գ. Սուդովիկովը իր մի շարք աշխատություններում քննարկում է մետամորֆածին հանքայնացման ամենակարեվոր հարցեր՝ հանքային տարրերի մոբիլիզացումը, միգրացիան, հանքային նյութի տեղափոխումն ու նստեցումը, ինտրուզիաների դերը մետամորֆածին հանքայնացման մեջ ու ռեգիոնալ մետամորֆիզմի մասշտաբները համեմատած կոնտակտայինի հետ։

Մետամորֆածին հանքայնացման պայմանների պարզաբանման համար պետք է հաշվի առնել հանքային պրոցեսի հետևյալ ուղղությունները.

Առաջին, հանքային տարրերով հարուստ ապարի բաղադրամասերի վերաբյուրեղացում, առանց նրանց զգալի տեղափոխման և մետամորֆացված հանքավայրերի առաջացում.

Երկրորդ, վերաբյուրեղացում զգալի վերաբաշխումով՝ առաջնային նյութի մետամորֆային դիֆերենցումով մետամորֆիզմի ենթարկվող հաստվածքի ներսում և մետամորֆիկ հանքավայրերի առաջացում.

Երրորդ, մասնակի կամ լրիվ վերաբյուրեղացում մետամորֆիզմի ենթարկվող ապարի հալմամբ ուլտրամետամորֆիզմի գոնաներում, մետամորֆային հանքային լուծույթների ներբերում ավելի ցածր աստիճանի մետամորֆիզմի ենթարկված ապարների մեջ, որտեղ առաջանում են ետգրանիտացման կամ ուլտրամետամորֆիկ հանքավայրեր. վերջիններս, ի տարբերություն մետամորֆացված ու մետամորֆիկ հանքավայրերի, առաջանում են մետամորֆիկ հիդրոթերմալ լուծույթներով ներբերված հանքային կոմպոնենտների հաշվին։

Մետամորֆածին հանքայնացումը ներկայացնում է ապարների մետամորֆիզմի և ուլտրամետամորֆիզմի պրոցեսների մի մասը և տեղի է ունենում նույն ֆիզիկաքիմիա-

կան պայմաններում՝ ջերմաստիճանի, ճնշման ու քիմիապես ակտիվ լուծույթների (ածխաթթու գազ, ալկալիներ, թթվածին պարունակող ջրեր) ազդեցության տակ։ Ուլտրամետամորֆիզմի ժամանակ ալկալիներն իրենցից ներկայացնում են գլխավոր շարժունակ կոմպոնենտները և որոշում պրոցեսի ընթացքը։

Երկրի կեղևի ճկուն զոնաներ բարձրացող ջերմային հոսքերը հավանաբար հանդիսացել են նստվածքային ու հրաբխածին ապարների ռեգիոնալ մետամորֆիզմի, ինչպես նաև մետամորֆածին հանքայնացման գլխավոր գործոնը (ըստ Յա. Ն. Բելևցևի)։

Մետամորֆիզմը կատարվում է 200—300°C-ից մինչև 1000°C-ի պայմաններում, իսկ հանքառաջացումը կատարվում է տաք ջրային ու գազաջրային հիդրոթերմալ լուծույթներից. վերջիններիս աղբյուր են նստվածքային ապարների ծակոտկեն տարածություններում պարունակվող ջուրը (ազատ ու հիգրոսկոպիկ), միներալների մեջ (հիդրատներում) կապված ջուրը, ենթակեղևային խորություններից բարձրացող յուվենիլ ջրերը, խորքային շրջանառության մթնոլորտային ջրերը և այլն։

Հանքային նյութերի աղբյուր ծառայում է նրանց առաջնային կուտակումը նստվածքային, հրաբխային և ինտրուզիվ ապարներում ու նրանց տեղափոխումը և արտածումը մետամորֆիզմի և ուլտրամետամորֆիզմի ժամանակ, որոնք ուղեկցվում են հանքառաջացնող լուծույթների գոյացումով։

1. ՄԵՏԱՄՈՐՖԱԾՎԱԾ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Սրանց շարքին դասվում են սկզբնական շրջանում նստվածքային ծագում ունեցող, իսկ հետագայում մետամորֆիզմի ենթարկված երկաթի, մանգանի, ոսկու և ուրանի, ֆոսֆորիտի հանքավայրերը։

ա) Երկաթի հանքավայրեր. առաջանում են երկաթի հիդրօքսիդների ու կոլոիդալ սիլիկահողի իրար հաջորդող շերտիկներով ներկայացված հզոր նստվածքային հաստվածք-

ների մետամորֆիզմի ժամանակ. նրանց հաշվին գոյանում են երկաթախառն եղջրաքարեր ու երկաթախառն քվարցիտներ (ջեսպիլիտներ)։ Հանքանյութերը բարակ զոլավոր են (1—2 մմ-ից մինչև 1—2 սմ), մագնետիտ-հեմատիտային շերտիկները հերթագայվում են քվարցայիններ հետ, երկաթի միջին պարունակությունը ցածր է, սովորաբար 20—30%։ Մետամորֆիկ, թերմալ (հիդրոթերմալ) կամ մթնոլորտային ջրերի ազդեցության հետևանքով, որոնք ուղեկցում են մետամորֆիզմին, կատարվում է շերտիկների նյութի վերաբաշխում սիլիկահողի դուրսբերումով ու նրա փոխարեն երկաթի միներալների՝ մագնետիտի, հեմատիտի, սիդերիտի, հիդրոհեմատիտի նստեցմամբ. որպես արդյունք առաջանում են երկաթի հարուստ հոծ հանքանյութեր (երկաթային քվարցիտների զոլավոր տեքստուրայի մնացուկներով) երկաթի բարձր, մինչև 50—65% ու վնասակար խառնուրդների (S, P) ցածր պարունակությամբ։

Հանքավայրերը տեղադրված են վահանների մինչքեմբրյան հաստվածքներում. նրանց են դասվում Կրիվոյ Ռոգը, ԿՄԱ-ն և այլն (ՍՍՀՄ-ում), Վերին լճի (ԱՄՆ-ում), Հնդկաստանի, Բրազիլիայի, Հարավային Աֆրիկայի, Ավստրալիայի, Չինաստանի, Նորվեգիայի և այլ երկրների շատ խոշոր հանքավայրերը. այս տիպին բաժին է ընկնում երկաթի հանքանյութերի համաշխարհային պաշարների 90%-ից ավելին և արդյունահանման շուրջ 60%-ը։

Ամենահզոր արդյունաբերական երկրների՝ ՍՍՀՄ-ի, ԱՄՆ-ի, Ճապոնիայի մետալուրգիան հիմնվում է գլխավորապես այս տիպի հանքանյութերի վրա։

բ) Մանգանի հանքավայրերը առաջանում են մանգանի նստվածքային հանքավայրերի կամ մանգանով հարուստ լեռնային ապարների (սովորաբար թերթաքարերի) մետամորֆիզմի ժամանակ։

Մանգանի հիդրօքսիդները վերածվում են բրաունիտի կամ հաուսմանիտի, առաջանում են մանգանի սիլիկատներ՝ ռոդոնիտ, մանգանային նռնաքարեր, պիրոքսեններ, էպիդոտ և այլն (մանգանով հարուստ լեռնային ապարների հաշվին).

երբեմն կատարվում են մանգանի միներալների վերանստեցման պրոցեսներ, երբ առաջանում են արտաքուստ հիդրոթերմալներին նման երակաձև հանքային մարմիններ։ Այս տիպին են դասվում ՍՍՀՄ-ի համեմատաբար ոչ մեծ հանքավայրերը (Հարավային Ուրալի Մերձմագնիտոգորսկի խումբը, Ղազախական ՍՍՀ-ի Ջեզդին և այլն), ինչպես նաև Հնդկաստանի, Բրազիլիայի, Հարավային Աֆրիկայի, Գանայի խոշոր հանքավայրերը, որտեղ շահագործվում են գլխավորապես մանգանի մետամորֆացված սիլիկատային հանքանյութերի հողմահարման հաշվին առաջացած մանգանի գլխարկները։

Այս տիպին, գլխավորապես մանգանի գլխարկների շահագործմանը, բաժին է ընկնում համաշխարհային արդյունահանման շուրջ $^1/_3$ մասը (հիմնականում արտասահմանյան երկրներում)։

գ) *Ոսկի-ուրանային հանքանյութերի հանքավայրեր.* այս տիպի հանքավայրերի դասական օրինակ են Վիտվատերսրանդի (ՀԱՀ-ում) ոսկի և ուրանաբեր պետաքարերը (կոնգլոմերատները), որոնք իրենցից ներկայացնում են հին մինչքեմբրյան հասակի մետամորֆացված ցրոններ։ Այս տիպին են պատկանում նաև Բրազիլիայի Ժակոբինա ու Կանադայի Բլայնդ-Ռիվեր, երկուսն էլ մինչքեմբրյան հասակի, հանքավայրերը։

Այս տիպի հանքանյութերում Au-ի պարունակությունը տատանվում է 1—10 գ/տ, իսկ ուրանի պարունակությունը՝ 0,01—0,1 %-ի սահմաններում։

դ) *Ապատիտի հանքավայրեր,* որոնք առաջանում են ֆոսֆորիտների ու նրանց հատող ինտրուզիվ ապարների կոնտակտում. այս տիպին են դասվում Կարատաու լեռնաշղթայի հանքավայրի որոշ տեղամասեր, որտեղ դրանիտոիդային ինտրուզիայի կոնտակտում միջինքեմբրյան հասակի ֆոսֆորիտների շերտը վերափոխվում է ապատիտային ապարի։

2. ՄԵՏԱՄՈՐՖԻԿ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ

Սրանց շարքին են դասվում հետևյալ տիպերը՝

ա) «Ամորֆ» (մանրադիտակի տակ՝ մանրաբյուրեղ) գրա-

ֆիտի հանքավայրերը, որոնք առաջացել են քարածխի հզոր շերտերի և տրապների ու հրաբխային ուրիշ ապարների կոնտակտում թերմալ մետամորֆիզմի հետևանքով։ Օրինակ՝ Տունգուսկայի ավազանի Կուրեյկա, Բախտա, ինչպես նաև Ուրալի արևելյան լանջի, Կորեայի, Չեխոսլովակիայի և այլ խոշոր հանքավայրերը։

բ) Թեփուկավոր գրաֆիտի հանքավայրեր պարագնեյսներում. առաջացել են պարագնեյսների վերածված նստվածքային ապարների կարբոնատային ու օրգանական նյութի մետամորֆիզմի հաշվին։ Հանքավայրերի տիպիկ օրինակներ են՝ Ուկրաինական ՍՍՀ-ի Մերձազովյան ու Մերձբուգյան հանքավայրերը։

գ) Կիանիտային, սիլիմանիտային ու անդալուզիտային թերթաքարերի հանքավայրեր. առաջացել են կավային թերթաքարերի դինամո- և թերմալ մետամորֆիզմի ժամանակ։ Խոշոր հանքավայրեր հայտնի են Կարելիայում ու Կոլա թերակղզում։

դ) Ռուտիլաբեր թերթաքարերի հանքավայրեր, որոնք հայտնի են Մեքսիկայում, Ավստրալիայում, Անդրկովկասում։

ե) Ծածկի թերթաքարերի հանքավայրեր, որպես մինչ այդ արժեք չներկայացնող կավային թերթաքարերի դինամո-մետամորֆիզմի արդյունք. օրինակ՝ Հյուսիսային Կովկասի Լարսկոյե և այլ հանքավայրերը։

է) Մարմարի հանքավայրեր՝ առաջացած կրաքարերի հաշվին (Վերխնի Ուֆալեյ և այլն)։

թ) Նաժդակի (հղկաքարի) հանքավայրեր, որպես հրաբխային ապարների կոնտակտում բոքսիտի մետամորֆիզմի արդյունք (Ուրալի Պրիիրտյաշսկոյե, Արևմտյան Սիբիրի Բերդինսկոյե, Հունաստանի Նակսոս կղզու և ուրիշ հանքավայրեր)։ Հավանաբար, մետամորֆիկ տիպին պետք է դասել նաև պալեոզոյի-մինչքեմբրի ոսկեբեր սև թերթաքարերի հանքավայրերը, որոնք ուսումնասիրվում են ՍՍՀՄ-ի ու մի շարք արտասահմանյան երկրների հանքային շրջաններում։

Մետամորֆածին հանքավայրերի հանքամարմինները սովորաբար շերտաձև կամ ոսպնյակաձև են, սակավ, սյունաձև

ու երակային։ Արդյունաբերական մեծ նշանակություն ունեն երկաթի, մանգանի, ոսկի-ուրանային մետամորֆացված հանքանյութերի, ինչպես նաև գրաֆիտի («ամորֆ» ու թեփուկավոր), ռուտիլի, կիանիտ-սիլիմանիտ-անդալուզիտային թերթաքարերի մետամորֆիկ հանքավայրերը։

ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՏԵՂԱԿԱՅՈՒՄԸ ՀՍԿՈՂ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԸ

Ինչո՞ւ է հանքանյութը տեղադրված հենց այնտեղ, որտեղ մենք նրան գտնում ենք, որո՞նք են նրա կուտակման օրինաչափությունները տվյալ տեղամասերում, հարցեր, որոնք վաղուց ի վեր զբաղեցնում են երկրաբանների միտքը։

Ներկայումս հանքայնացման տեղակայումը հսկելու գործում ընդունված է չորս խմբի՝ ստրուկտուրային, ստրատիգրաֆիկ, լիթոլոգիական և մագմատիկ գործոնների մեծ դերը։

Հանքայնացման հսկման ստրուկտուրային գործոնները բաժանվում են ռեգիոնալների ու տեղականների։

Ռեգիոնալ գործոններին են դասվում՝

ա) Լեռնաշղթաները, այժմ գոյություն ունեցող և լվացված, որպես գեոսինկլինալների, մագմատիզմի ու հանքայնացման զարգացման մարզեր։

Հանրահայտ է Ուրալի լեռնաշղթայի, Մեծ ու Փոքր Կովկասի, Տյան-Շանի լեռնային սիստեմի, Կորդիլիերների, Անդերի և այլ լեռնաշղթաների հանքանյութերով հարուստ լինելը։

Ջուր չէր մեծ գիտնական Մ. Վ. Լոմոնոսովը 200 տարի սրանից առաջ գրում՝ «Քարե լեռները ուղղակի ծննդավայր են, իսկական կացարան մետաղային ու այլ միներալների համար»։

բ) Ծալքավոր գոնաներ՝ ինտրուզիաների ու հանքայնացման գոտիներով։

Ուրալի վարիսյան ծալքավոր գոնան, Միջերկրածովյան ու խաղաղօվկիանոսային մեզո-կայնոզոյան ծալքավոր գոնաները միևնույն ժամանակ նաև հարստագույն մետաղաբեր

զոնաներ են իրենց բազմաթիվ հանքավայրերով, որոնք ծագումով սերտորեն կապված են գրանիտոիդների և հիմքային-ուլտրահիմքային ինտրուզիվների հետ։

գ) Ռեգիոնալ խզումներ, որոնք հանքային լուծույթների համար կատարում են ներբերիչ ուղիների դեր, որոնց երկայնությամբ լուծույթները բեռնաթափում են իրենց մետաղային բեռը։

Այսպիսին են Ալթայի ճմլման զոնաները բազմամետաղային հանքայնացումով, Տյան-Շանի վարնեուվածքը հապվագյումամետաղային ու բազմամետաղային հանքայնացումով, Ալայան տեկտոնական զոնան սնդիկ-ծարիր-ֆլյուորիտային հանքանյութերով, Դեբաքլիի բեկվածքը պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացումով, Կիյուինտուի վարնեուվածքը պղընձի հանքայնացումով, Լոնդոնյանը (Կոլորադո նահանգում) ոսկի-արծաթային ու հապվագյումամետաղային հանքայնացումով և այլն, որոնցից յուրաքանչյուրը հետամտվում է հարյուրավոր կիլոմետրեր ու հսկում է նրանց վրա շարված հանքավայրերի խմբերը։

Տեղական (լոկալ) գործոնների շարքին են պատկանում՝

ա) Երկրորդական, ռեգիոնալ խախտումներից անջատվող հանքայնացում պարունակող վարնեուվածքները, ջարդման ու կոտրատման զոնաները, որոնք իրենք են հաճախ հսկվում ծալքավոր ստրուկտուրաներով և հարում են անտիկլինալների գմբեթներին ու թևերին։

Այդպիսիների շարքին են դասվում հյուսիսարևելյան տարածման խզումները, որոնց հարում են Անդրկովկասի ու Թուրքմենիայի բարիտի երակները, լայնակի ու միջօրեականի ուղղության ճեղքերը, որոնք հսկում են Ղափանի պղնձի հանքայնացումը, ուլտրահիմքային ապարներում միջօրեականի ուղղության ջարդման զոնաները, որոնց հարում են Բաժենովոյի հանքադաշտի ասբեստային կուտակները և այլն։

բ) Փոքր ինտրուզիաների կոնտակտները ու դայկաները, որոնք ուղեկցվում են խզումներով (Բերյոզովսկոյե ոսկու հանքավայրը գրանիտ-պորֆիրների դայկաներում, Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրը գրանիտ- ու գրա-

նողիորիտ-պորֆիրների դայկաների երկայնքով), ինչպես նաև հրաբխային երախները (Չիլիի Բրադեն պղնձի, Իտալիայի Մոնտե-Ամիատա սնդիկի հանքավայրերը և այլն)։

Ստրուկտուրային գործոնը ներծին հանքավայրերի, մանավանդ ետմագմատիկ խմբի համար ունի մեծ, հաճախ վճռական նշանակություն։

Ակադ. Ա. Գ. Բետեխտինը «հանքադաշտ» անվան տակ հասկանում է այն հանքավայրերի ամբողջությունը, որոնք ծագմամբ կապված են հրային ապարների որևէ զանգվածի հետ, որը մերկացված է մակերեսում կամ տեղադրված է նրանց մոտ։

Հանքային դաշտի ստրուկտուրան նրա կողմից սահմանվում է որպես Երկրի կեղևի որևէ տեղամասում հանքային մարմինների տեղաբաշխման օրինաչափություններ, կապված նրա երկրաբանական կառուցվածքի ու տեկտոնիկայի հետ։

Հանքադաշտերի ստրուկտուրանների շարքում Ֆ. Ի. Վոլֆսոնը և Լ. Ի. Լուկինը առանձնացնում են հետևյալ տիպերը՝

1) Ծալքավոր ստրուկտուրաներ, որոնցում հանքային մարմինների տեղայնացումը հսկվում է անտիկլինային ծալքերի շարնիրներով կամ թևերով և միջֆորմացիոն շարժումներով (Ալթայի բազմամետաղային հանքավայրերը, Ջեզկազգանը և այլն)։

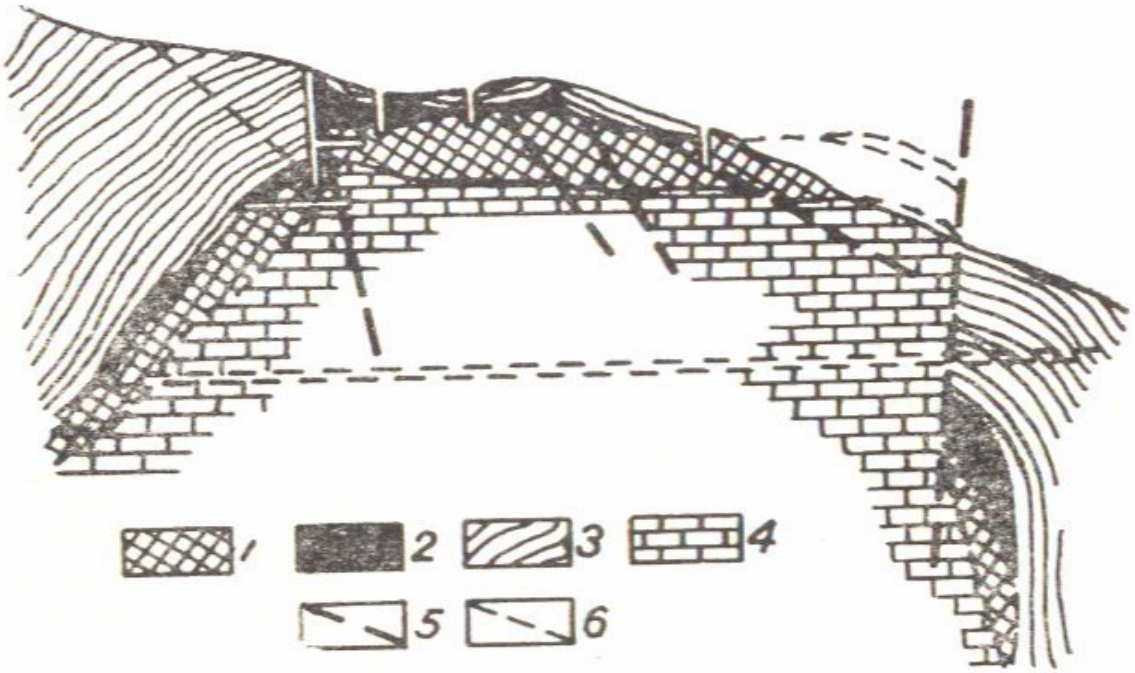
2) Ճեղքային ստրուկտուրաներ, որոնք ենթարկված են ջարդման կամ խզման (Ծանա, Էլբրուս, Բերյոզովսկոյե, Բուկուկա, Բելուխա և այլն)։

3) Բարդ ստրուկտուրաներ, որոնք ծալքավոր ու ճեղքային ստրուկտուրաների համակցված աղդեցության հետևանք են (Նիկիտովկա, Խայդարկան, Կադամջայ, Բրիչ-մուլա և այլն)։

4) Փլուզման տիպի ստրուկտուրաներ, որոնք պարտական են (ըստ Ա. Վ. Կորոլյովի) խզման երկու սիստեմների հատման տեղամասերում ներփակող ապարների տարալվացմանը և բրեկչիաների հետագա փլուզմանը և ցեմենտացմանը հանքային ու երակային միներալներով (Ալմալիկ, Հավանաբար Կլայմաքս և այլն)։

5) Վաղ մագմատիկ ստրուկտուրաներ՝ կապված ինտրուզիվների շերտավորման կամ առաջնային շերտավորման հետ համընկնող ճեղքերի փոքրաթիվ սիստեմների երկայնքով հանքաբեր մագմաների ուշ ներդրման հետ (Կեմպիրսայի քրոմիտի, Խիբինների ապատիտային հանքավայրերը և այլն)։

Ստրատիգրաֆիկ գործոնները նույնպես ստորաբաժանվում են ռեգիոնալների ու տեղականների։ Ռեգիոնալ ստրատիգրաֆիկ գործոններին դասվում են դեոսինկլինալային զոնաների սահմանները, որտեղ մերձափնյա մասերում ու ոռոշակի հասակի հաստվածքներում կուտակվում են Fe-ի (Կերչի պլիոցենում, Լոթարինգիայի միջին յուրայում և ուրիշ.), Mn-ի (Նիկոպոլ, Ճիաթուրա և ուրիշ. օլիգոցենում) նստվածքային հանքանյութերը։



Նկ. 66. Ծարիրային հանհանյութերի թամբաձև հանհամարմինները Կաղամջայի հանհավայրում (ըստ Ա. Կ. Պոլյակովի). 1—հանհաբեր էվարցի կուտակ. 2—արդյունաբերական հանհանյութեր. 3—թերթաքարեր. 4—կրաքարեր. 5—հիմնական վարենավածքներ. 6—երկրորդական վարենավածքներ.

Տարբեր հասակի կարբոնատային հաստվածքների ստրատիգրաֆիկ աններդաշնակ մակերեսների հետ կապվում են

բոքսիտի հանքավայրերը (Կրասնայա Շապոչկա և այլն), իսկ հիմքի կոնգլոմերատների հետ՝ բրածո ցրոնները։

Ծովալճակների (լագունների) ավազանների սահմաններում նստում են աղերը, գիպսը, ծծումբը, դոլոմիտը, իսկ լճային ավազաններում՝ կավերը, կաոլինը, քվարցային ավազները, դիատոմիտը, երկաթի հանքանյութերը։

Տեղական ստրատիգրաֆիկ գործոններին դասվում է շերտավորությունը, որի երկայնքով լուծույթները թափանցելով առաջացրել են, օրինակ, Սատկայի մագնեզիտի հանքավայրը, ԱՄՆ-ի արևմտյան նահանգների ուրանավանադիումային հանքանյութերի ոսպնյակները և այլն։

Լիթոլոգիական գործոնը ունի տեղական նշանակություն և կապված է հանքայնացումը ներփակող լեռնային ապարների ֆիզիկական ու քիմիական հատկությունների հետ։

Ապարների ֆիզիկական հատկությունները՝ ծակոտկենությունը, խտությունը, փխրունությունը (ճաքճքման ունակությունը) զգալի ազդեցություն են թողնում հանքայնացման տեղայնացման վրա։

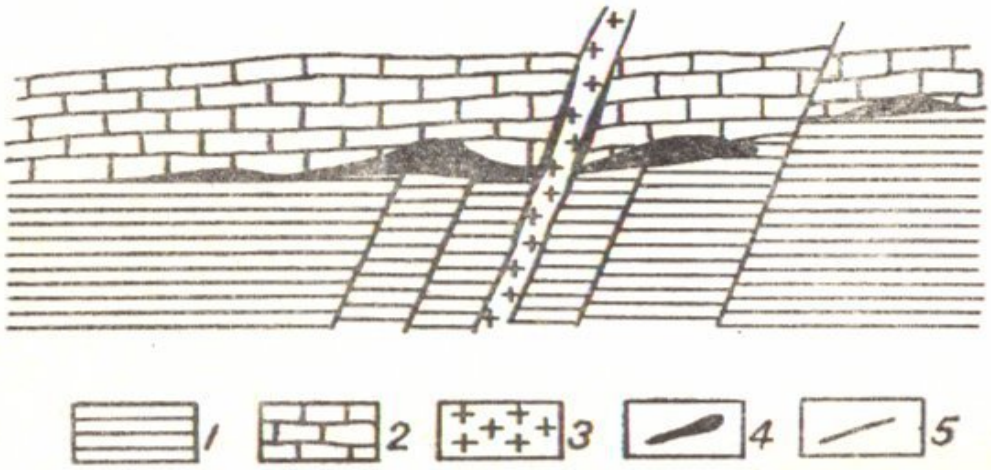
Կենտրոնական Ասիայի (Հյուսիսային Ռոդեզիա և Զաիր) պղնձաբեր ավազաքարերի հանքավայրերում ու Ջեզկազգանում հանքայնացումը հարում է հիմնականում ծակոտկեն ավազաքարերի հորիզոններին։

Ստեպնյակ հանքադաշտում (Հյուսիսային Ղազախստան) ոսկեբեր երակները տեղադրված են միմիայն փխրուն ապարներում, իսկ Բալեյի (Արևելյան Անդրբայկալ) հանքավայրերում հանքայնացումը կենտրոնացված է փխրուն• կոնգլոմերատների հորիզոնում։

Մեծ նշանակություն ունի ապարների թափանցելիությունը և էկրանավորող թերթաքարերի առկայությունը, որոնք ամբարտակում են հանքաբեր լուծույթները և նպաստում հանքայնացման կուտակմանը տեղակայման համար բարենպաստ (սովորաբար կրաքարերում, մերգելներում) ապարներում՝ էկրանների տակ (Կադամջայ, Խայդարկան) կամ էկրաններից վեր (Մոսրիֆ)։

Ապարների բիմիզմի աղբեցությունը առայժմ թույլ է ուսումնասիրված. ամենից հեշտ տեղակալվում են կարբոնատային ապարները և թթու- միջին կազմության էֆուզիվներն ու տուֆերը, իսկ հանքանյութերի լավագույն նստեցնողները կրաքարերն ու բիթումային ապարներն են:

Կարատաու լեռնաշղթայի (Pb—Zn), Ալդանի (Au), Հարավարևելյան Միասուրիի Լիդվիլ ու Տրիստեյտ հանքային շրջաններում (Pb—Zn) հանքայնացումը տեղադրված է կարբոնատային ապարներում. սակայն Ալթայում ու Սալաիրում Pb—Zn հանքայնացումը կենտրոնանում է սիլիկատային հաստվածքներում. Պամիրում պիեզոքվարցի երակների 90%-ից ավելին տեղադրված է քվարցիտների մեջ և միայն 7%-ը՝ կրաքարերում:



Նկ. 67. Մոսրիֆ (Դագոնի-Դարվազա) հաճախայրի կառուցվածքի սխեման
1—բերրաարեր. 2—կրաարեր. 3—գրանոդիորիտներ. 4—արսենոպիրիտային կուտակներ ու երակներ. 5—վարենավածքներ.

Մեքսիկայի Սիերա-Մոյադա հանքավայրում Pb—Ag հանքանյութերը տեղադրված են դոլոմիտներում և ընդհատվում են կրաքարերում, իսկ հարևան՝ Սանտա-Եվլալիա նույնատիպ հանքավայրերում դիտվում է հակառակ պատկերը, որը բավարար բացատրություն չի ստացել:

Մեծ Արջի լճի (Հյուսիսարևմտյան Կանադա) ճեղքերի լցման հանքավայրերում ուրանային խեժը հարում է տուֆածին ու կավային ապարների մեջ տեղադրված երակների

հատվածներին և բացակայում է պորֆիրները հատող նույն երակներում։

Պորկիյուպայնի ոսկու հանքավայրում ոսկով հարուստ քվարցային երակների հատվածները տեղադրված են կանաչքարային ապարներում, իսկ քվարցային պորֆիրներում երակները հանքազուրկ են։

Մետաղների նստեցման գործում ապարների քիմիզմի այդպիսի ընտրովի ազդեցությունն այնքան էլ պարզ չէ։

Հանճայնացման մագմատիկ գործոնը մեծ նշանակություն ունի ներծին (մագմածին՝ բառիս լայն իմաստով) հանքայնացման համար։

Ներկայումս սովետական երկրաբանները տարբերում են հանքաբեր մագմատիկ օջախների երեք տիպեր՝ բաթոլիտներ, փոքր ինտրուզիաներ (շտոկներ ու դայկաներ, կապված ոչ-բաթոլիտային տիպի խորքային օջախների հետ) և հրաբխային ապարատներ (նրանց արմատային մասերը)։

Մինչև վերջին տարիներս, հատկապես արտասահմանյան գրականության մեջ, բացառությամբ, թերևս, ճապոնականի, փոքր ինտրուզիաներին ու հրաբուխներին քիչ կարևորություն էր տրվում և իշխում էր վ. Էմմոնսի բաթոլիտային տեսությունը, որը հանքայնացումն ամբողջությամբ կապում է խոշոր ինտրուզիվ ապարների զանգվածների՝ բաթոլիտների հետ, որոնց չափերը, ձևն ու մերկացման աստիճանը հսկում են հանքայնացման տեղաբաշխումը։

Բաթոլիտի էրոզիայի աստիճանից կախված, վ. Էմմոնսը տարբերում է հետևյալ գոնաները՝ կրիպտոբաթոլիտային (սրա համար բնորոշ են Hg, Sb, Au-Ag, Pb-Zn տելեթերմալ հանքավայրերը), ակրոբաթոլիտային (Cu, Pb, Zn, մասամբ Sn), էպիբաթոլիտային (Sn, W, Au, Pb-Zn), էմբաթոլիտային (Au, Pb-Zn, Cu), էնդոբաթոլիտային (Au), հիպոբաթոլիտային (Sn, Ta-Nb-ով պեգմատիտներ զանգվածի եզրում)։ Ինչ ավելի խորը տեղադրված է հանքազուրկ գոնան (նկ. 68, 69)։

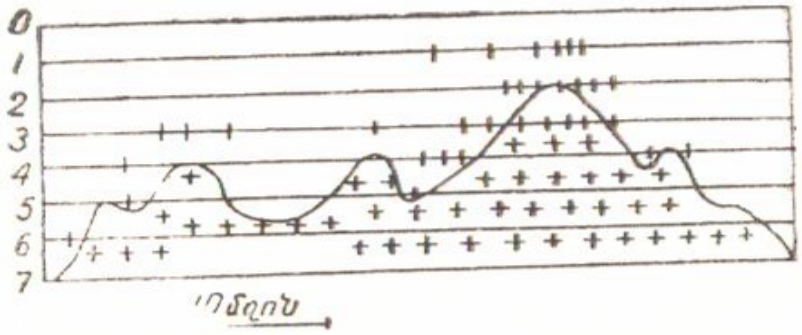
Այսպիսով, վ. Էմմոնսի տեսության համաձայն, խիստ

լվացված բաթոլիտները անհուսալի են հանքայնացման տեսակետից։

Ընդունելով Վ. Էմմոնսի այս եզրակացության մասնակի իրավացիությունը այն դեպքերի համար, երբ հանքայնացումն իսկապես կապված է բաթոլիտների, այն էլ միաֆազ բաթոլիտների հետ, հարկ է բերել այդ տեսության քննադատությունը, քանի որ նա ընդհանուր առմամբ տառապում է նույն թերություններով, ինչպես նույն հեղինակի զոնալ տեսությունը։

Նախ, բաթոլիտային տեսությունը ելնում է ինտրուզիվների ու հանքաբեր լուծույթների ստանդարտ կազմությունից, հաշվի չառնելով մետաղաբերության տեսակետից առանձին ինտրուզիվ համալիրների մասնագիտացված բնույթը։

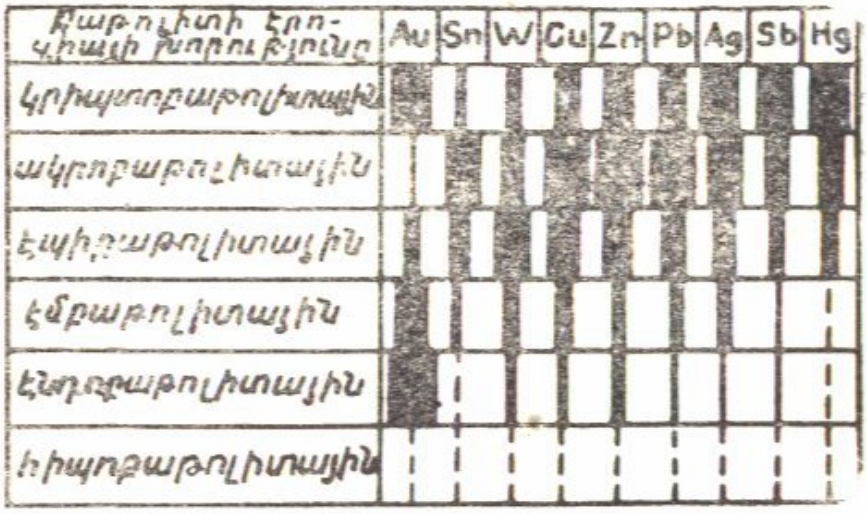
Երկրորդ, բաթոլիտային տեսությունը հաշվի չի առնում հենց իր՝ բաթոլիտի բարդ զարգացումը, նրանում մի քանի ինտրուզիվ ֆազերի՝ տարբեր չափով նրանց էրոզիայի և յուրահատուկ հանքայնացման առկայությունը։



Նկ. 68. Գրանիտային բաթոլիտի նկատմամբ հանքավայրերի տեղադրման սխեմա (ըստ Էմմոնսի). 1—կրիպտոբաթոլիտային. 2—ակրոբաթոլիտային. 3—էպիբաթոլիտային. 4—էմբաթոլիտային, 5—էնդոբաթոլիտային. 6—հիպոբաթոլիտային

Վերջապես, Էմմոնսի տեսությունը հանքայնացման միակ կրողը համարում է բաթոլիտները, հաշվի չառնելով փոքր ինտրուզիաների ու հրաբխային ապարատների դերը և բոլորովին անտեսելով հանքաբեր օջախների բոլոր երեք տիպերի համար այն երկրաբանական միջավայրի մեծ ազդեցությունը

(ստրուկտուրաներ, լիթոլոգիա և ուրիշ.), որի պայմաններում ընթանում են հանքայնացման պրոցեսները։ Սովետական եր-



Նկ. 69. Բաթոլիտի էրոզիայի խորությունից կախված հաճախայրերում որոշ մետաղային տարրերի դերը ցուցադրող էմմոնսի դիագրամը

կրաբանների (Ս. Ս. Սմիռնով, Յու. Ա. Բիլիբին, Ա. Գ. Բետեխտին և ուրիշն.) հետազոտությունների համաձայն, մագմատիկ ապարների ու նրանց հետ սերտորեն զուգակցվող հանքավայրերի միջև կապեր, իհարկե, գոյություն ունեն, սակայն դրանք շատ ավելի բարդ ու բազմազան են, քան դա տրվում է Վ. Էմմոնսի սխեմայում։

Հանքավայրերի ու մագմատիկ ապարների միջև սերտ կապի օգտին է խոսում ոչ միայն բուն մագմատիկ հանքավայրերի առկայությունը, այլ նաև, օրինակ, ՍՍՀՄ-ի Հյուսիսարևելյան շրջաններում անագաբեր միարոլային գրանիտների գոյությունը՝ քվարցի, դաշտաստպաթի, մուսկովիտի, կասիտերիտի ու տուրմալինի միարոլներում՝ էքսուդատների ձևով։

Հանքավայրերի գենետիկ կապերն այս կամ այն մագմատիկ ապարների հետ անսխալ որոշվում են բուն մագմատիկ, կարբոնատիտային, պեգմատիտային, երբեմն նաև սկառնային հանքավայրերի համար. հիդրոթերմալ հանքավայրերի դեպքում մագմատիկ մարմինների ու հանքավայրերի միջև եղած կապերը, տարածական փոխհարաբերություն-

ների, հանքայնացման դոնալության, երկրաքիմիական ազդակցության, նույն հասակի և առաջացման խորության հատկանիշների հաշվառմամբ, հաստատվում են ավելի դժվար։

Մագմատիկ համալիրներն ունեն երկրաքիմիական, պետրոլոգիական, միներալոգիական առանձնահատկություններ, բնութագրվում են իրենց հետ կապված մետաղածնության որոշակի հատկանիշներով և այդ բոլորը վկայում է միասնական մագմատիկ օջախից մագմատիկ մարմինների ու հանքավայրերի ծագման մասին։

Տվյալ մագմատիկ համալիրի հետ ծագմամբ կապված տարբեր տիպերի միներալային հանքավայրերի ամբողջությունը Յու. Ա. Բիլիբինը առաջարկում է միավորել «հանքային համալիր» հասկացության մեջ. նրա ընդհանուր գծերն են՝ առաջացման միևնույն խորությունը, երկրաքիմիայի ու կառուցվածքի տեսակետից նման հատկություններն ու հրստկումը, տարածման շրջանների համընկնումը։

Երբ հանքաբեր լուծույթների աղբյուրը բաթոլիտներն են, ապա հանքայնացման տարածական տեղաբաշխման վրա ազդում են հենց իրենց՝ ինտրուզիվների չափերը, մորֆոլոգիան, նրանց էրոզիայի աստիճանը, և այդ դեպքերում վ. էմմոնսի պատկերացումները՝ բաթոլիտների մասնագիտացված բնույթի ու բաղմաֆազության մասին ուղղումներով հանդերձ, ունեն որոշ նշանակություն։

Փոքր ինտրուզիվների կամ հրաբխային ապարատների զարգացման մարզերում, որտեղ հանքայնացման աղբյուրն է խորքային օջախը, այդ սպդեցությունը այնքան էլ անմիջական չէ, քանի որ փոքր ինտրուզիաների ու նրանց հետ կապված հանքայնացման տեղաբաշխումը հսկվում են ներփակող ապարների կառուցվածքներով։

Փոքր ինտրուզիաների և հանքայնացման տարածական կապը պայմանավորված է մեկ ընդհանուր խորքային օջախից ինչպես մագմատիկ նյութի, այնպես էլ հիդրոթերմալ հանքաբեր լուծույթների ներթափանցման ուղիների ընդհանրությամբ կամ համընկնումով։

Սակայն, ինչպես տեղին նշում է ակադ. Ս. Ս. Սմիռնովը, նույնիսկ այդ դեպքերի համար «Ուայտի թունոտ դիտողությունն այն մասին, թե ինտրուզիվ մարմնի մեջ տեղադրված հանքավայրն այդ ինտրուզիվի նկատմամբ ունի նույնպիսի ազգակցական կապ, ինչպես թռչունի բույնը այն ծառի նկատմամբ, որի վրա նա գտնվում է, անարդարացի է»։

Փոքր ինտրուզիաները, թեպետ և այն հանքավայրերի «ծնողները» չեն, որոնք հաճախ ներփակված են նրանց մեջ, բայց և այնպես, անկասկած, գտնվում են այդ հանքավայրերի հետ ազգակցական կապի մեջ։

ՄԵՏԱՂԱԾՆՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

Մետաղածնությունը օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին գիտության ճյուղն է, որը քննարկում է մետաղային օգտակար հանածոների հանքավայրերի տեղաբաշխման օրինաչափությունները Երկրի կեղևում՝ նստվածքառաջացման, մագմատիզմի և նրա առանձին տեղամասերի կառուցվածքների զարգացման պրոցեսների հետ կապված։

Մետաղածնության հիմունքները դրված են ակադ. Ս. Ս. Սմիռնովի ու ՍՍՀՄ ԳԱ թղթակից-անդամ Յու. Ա. Բիլիբինի աշխատություններով և հետագայում զարգացրած նրանց գործընկերների ու աշակերտների կողմից։

Մետաղածնություն գիտության հիմնական հետևությունները ամփոփվում են հետևյալ կերպ՝

1) Երկրի կեղևի կառուցվածքի երեք հիմնական տիպերի՝ վահանների ու պլատֆորմների, ծալքավոր ճկուն գոտիների և ակտիվացած մարզերի հանքայնացումը զարգանում է մի քանի փուլերով և ունի իր առանձնահատկությունները։

2) Հանքավայրերի որոշակի տիպերն օրինաչափորեն կապված են նույնպես որոշակի տեկտոնամագմատիկ համալիրների հետ, որոնք առաջանում են խոշոր ստրուկտուրաների զարգացման տարբեր փուլերում ու մեկուսանում տարածականորեն. դա իր հերթին որոնումների ուղղություն տվողն է։

3) Վահանները և պլատֆորմները մի կողմից, ճկուն ծալքավոր գոտիները մյուս կողմից, ակտիվացած մարզերը երրորդ կողմից, ունեն հանքայնացման նույնատիպ բնույթ ու հանքային ֆորմացիաների որոշակի համալիրներ (շարքեր):

4) Տասը՝ Ռուսական, Սիբիրական, Սինա-Կորեական, Կանադական, Աֆրիկա-Արաբական, Ինդոստանյան, Արևմտաավստրալիական, Գվիանական, Բրազիլական, Անտարկտիկական վահանների ու պլատֆորմների մետաղածնությունը զարգանում է երեք հաջորդական փուլերով կապված, համապատասխանաբար, վահանի հիմքի ձևավորման, նրա պլատֆորմային շապիկի և նրանց վրա ակտիվացման պրոցեսների վրադրման հետ:

Հիմքի ապարների հետ կապված են երկաթի ու մանգանի հանքանյութերի, ոսկու և ուրանի մետամորֆածին հանքավայրերը, ինչպես նաև հազվագյուտմետաղային պեգմատիտներն ու ոսկեբեր և ուրանաբեր քվարցային երակները. շապիկի ապարներում տեղադրված են պղնձի ու կապար-ցինկային հանքանյութերի շերտաձև (ստրատիֆորմ) հանքավայրերը, հրաքարային ու լիկվացիոն պղինձ-նիկելային (Co, Pt, Pd-ով) հանքանյութերի մի մասը: Վերջապես վահանների ու պլատֆորմների ակտիվացման պրոցեսների հետ կապված են հազվագյուտմետաղային պեգմատիտները, կարբոնատիտները, ալմաստաբեր քիմբերլիտները:

Հետևաբար, վահանների ու պլատֆորմների հանքայնացումը հատուկ է արտակարգ հարստությունը երկաթով, մանգանով, ոսկով, ուրանով, նիկելով, կոբալտով, պլատինոիդներով, բերիլիումով, նիոբիումով, տանտալով, ցիրկոնիումով, հազվագյուտ հողերով, ալմաստով, նվազ չափով պղընձով, կապարով ու ցինկով, գերմանիումով:

5) Ծալքավոր ճկուն գոտիների՝ Միջերկրածովյան, Խաղաղօվկիանոսյան, Ուրալյան, Ալթայա-Սայանյան, Միջինասիական և ուրիշն. մետաղածնությունը զարգանում է չորս հաջորդական՝ վաղ, միջին, ուշ և վերջնական փուլերով, եր-

Au
Pb-Zn
Mo Cu
Au
Cu
Fe
Ni
Pt
Pb-Zn
Cu
Mo
Au
Cu
Mo
Hg
Sb
Ni
Pb-Zn
Mn
Fe
Au
Sb
Sn
W
Mo
Cu
Cu
Fe
Pb-Zn
Mn
Cu ?
Cu
Fe
Hg
Cu
Mn
Cu
Hg
Pb-Zn
W
Pb-Zn
Au
Cu
Hg
Sb W
Mn Fe
Au
Mn Sn
Sn
Cu Co
Cr
Pt
Mn Au
Ni
Sn
W
Sn
Pb-Zn
Au
Cu
Fe
Au
Ni
Pb Zn
Ni
1
2
3
4
5

բեմն բիցիկլիկ կամ պոլիցիկլիկ եղանակով, մի քանի մետաղածնային դարաշրջանների ընթացքում։

Առանձին փուլերը դրսևորվում են տարբեր ինտենսիվությամբ, բնորոշվում են հանքայնացման առանձնահատկություններով ու մեկուսանում տարածության մեջ։

Վաղ փուլի համար բնորոշ են հրաքարային ու երկաթմանգանային հանքավայրերը՝ կապված հրաբխածինների հետ, ինչպես նաև քրոմիտի, տիտանոմագնետիտի ու պլատինի խմբի մետաղների հանքավայրերը՝ կապված հիպերբազիտների հետ։

Միջին փուլում՝ չափավոր-ԹԹու գրանիտոիդների հետ կապված առաջանում են երկաթի, պղնձի, վոլֆրամի (շեելիտի) և այլ սկառնային հանքավայրեր, պղինձ-մոլիբդենային, ոսկի-սուլֆիդային, բազմամետաղային, ծարիր-անդիկային, ավելի հազվադեպ՝ ուրանային հանքանյութերի հիդրոթերմալ հանքավայրեր։

Ուշ փուլում կատարվում է ԹԹու գրանիտների ներդրում, որոնք ուղեկցվում են հազվադյուտամետաղային պեգմատիտներով, անագի, վոլֆրամի, մոլիբդենի, բերիլիումի գրեյզենային հանքավայրերով, ինչպես նաև ոսկու, բազմամետաղային, ծարիր-անդիկային և ուրանային հանքավայրերով։

Սովորաբար վաղ և միջին փուլերի հանքային համալիրները հանդիպում են համատեղ և լավ են ներկայացված Ուրալում, Միջերկրածովյան ու Խաղաղօվկիանոսյան գոտիների ներքին գոնաներում, որտեղ կապված են օվկիանոսային (բազալտային) տիպի ստորադիր կեղևի հետ։

Ուշ փուլի հանքային համալիրները, իբրև կանոն, տարածականորեն մեկուսացված են առաջին երկուսից, լավ են ներկայացված ծալքավոր ճկուն գոտիների արտաքին գոնաներում՝ Ասիայի հյուսիս-արևելքում ու հարավ-արևելքում, Արևմտյան Եվրոպայում, Կենտրոնական Ղազախստանում, որտեղ կապված են կոնտինենտալ (սիալիկ) տիպի ստորադիր կեղևի հետ։

Վերջնական փուլի համար արտակարգ բնորոշ է ցածրջերմաստիճանային հիդրոթերմալ հանքայնացումը, ներկայացված ոսկի-արծաթային, ծարիր-անդիկային, ռեալգար-աուրիպիգմենտային, ուրանախեժային հանքանյութերով: Այդ տիպը տարածականորեն վրադրվում է մի կողմից վաղ և միջին փուլերի, մյուս կողմից ուշ փուլերի զարգացման շրջանների վրա, որը դիտվում է Բալկաններում, Անդրկովկասում, Անդրբայկալում, Ա.Մ.Ն-ի արևմտյան նահանգներում, Մեքսիկայում և ուրիշ մարզերում:

Կարևոր է ընդգծել, որ ծալքավոր գոտիների զարգացման առանձին փուլերն ու նրանց համապատասխանող հանքավայրերի համալիրներն առանձնանում են տարածության մեջ, ստեղծելով ստրուկտուրա-մետաղածնային գոտիներ՝ երստվածքակուտակման, մագմատիզմի, ստրուկտուրաների ու հանքայնացման իրենց առանձնահատկություններով: Սովորաբար խիստ գերիշխում են միայն 1—2 փուլ, հաղորդելով մետաղածնային գոտուն իրենց յուրահատկությունը, որը որոշում է կանխատեսման ու որոնողական աշխատանքներին գիտական ուղղություն տալու հնարավորությունները:

6) Ակտիվացման պրոցեսները վրադրվում են վահանների և պլատֆորմների, ծալքավոր գոտիների ու միջնազանգվածների վրա, արտահայտվում են կամարային բարձրացումների ու իջվածքների գոյացումով, բարդացված խախտումներով, որոնց երկայնքով ներդրվում են բարձր ալկալիության գրանիտոիդները, ուլտրահիմքային-ալկալի ու հիմքային ինտրուզիաները՝ յուրահատուկ հանքայնացումով:

Վահանների և պլատֆորմների ակտիվացման հետ են կապված հազվագյուտմետաղային պեգմատիտները, կարբոնատիտները, ալմաստաբեր քիմբերլիտները. ծալքավորումն ավարտած մարզերի ու միջնազանգվածների սահմաններում ակտիվացման հետ կապված են բազմամետաղային, ոսկի-ուրֆիդային, անդիկ-ծարիրային, ստիբնիտ-ֆերբերիտ-շեելիտային, ֆլյուորիտային ու ուրանախեժային հանքանյութերը:

7) Վահանների և պլատֆորմների, ծալքավոր ճկուն գոտիների, ակտիվացած մարզերի նույնատիպ մետաղածնային

պրովինցիաների համար, անկախ նրանց երկրաբանական հասակից ու միմյանց բաժանող տարածություններից, նույնանուն հանքային ֆորմացիաների հանքավայրերի ու հանքանյութերի տիպերի միջև հաստատվում է մեծ նմանություն։

Այսպես, ամենուրեք նույնատիպ են հրաքարային, պրղինձ-մոլիբդենային, սուլֆիդային պղինձ-նիկելային և ուրիշ հանքային ֆորմացիաների հանքանյութերը. չեն տարբերվում, օրինակ, գոնե անզեն աչքով, Փոքր Կովկասի պղնձի հրաքարային կամ պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերը Բուլղարիայի (Միջերկրածովյան գոտի) կամ Կամչատկայի ու Բրիտանական Կոլումբիայի (Խաղաղօվկիանոսյան գոտի) նույնատիպ հանքանյութերից։

Այս հանգամանքը վկայում է Երկրի կեղևում հանքային պրոցեսի զարգացման գլոբալ օրինաչափությունների առկայության մասին (նկ. 70)։

8) Ստրուկտուրա-մետաղածնային գոնաների յուրաքանչյուր տիպի (կամ մետաղածնային մարզերի տիպերի) համար մեր կողմից առանձնացվում են հանքային ֆորմացիաներին բնորոշ համալիրներ (շարքեր), որոնք առաջանում են տվյալ երկրաբանական պայմաններում համատեղ և համարյա միաժամանակ։

Կանխատեսումային-մետաղածնային քարտեզները, որոնց վրա առաջարկվում է տեղադրել հանքայնացման տիպն ու տեղադրման օրինաչափություններն հսկող երկրաբանական առանձնահատկությունները, տվյալ երկրաբանական պայմաններին հատուկ հանքային ֆորմացիաների համալիրների (շարքերի) պատկերացումների հետ մեկտեղ, կոչված են օժանդակելու կիրառական խնդիրների լուծմանը՝ որոշակի երկրաբանական ստրուկտուրաներին հատուկ հանքային ֆորմացիաների ողջ համալիրի նպատակասլաց որոնողա-հետախուզական աշխատանքների կազմակերպման գործում։

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. Госгеолтехиздат, 1955.

Бэтман А. М. Промышленные минеральные месторождения, ИЛ, 1949.

Вахромеев С. А. Месторождения полезных ископаемых, их классификация и условия образования. Госгеолтехиздат, 1961.

Вольфсон Ф. И., Дружинин А. В. Главнейшие типы рудных месторождений, «Недра», 1975.

Котляр В. Н. Основы теории рудообразования. «Недра», 1970.

Курс месторождений полезных ископаемых. Кол. авторов ЛГИ под ред. А. Г. Бетехтина и П. М. Татаринова. Госгеолтехиздат, 1964.

Линдгрен В. Минеральные месторождения, вып. 1, 2, 3, Изд-во ОНТИ, 1934—1935.

Магакьян И. Г. Рудные месторождения, «Недра», 1955; Изд-во АН Арм. ССР, 1958 (на арм. яз.), 1961 (на рус. яз).

Магакьян И. Г. Металлогения. «Недра», 1974.

Парк Ч. Ф., Мак-Дормид Р. А. Рудные месторождения, «Мир», 1966.

Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. 3-е изд., 1965, 1969, 1976, «Недра».

Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. 3-е изд., Изд-во АН СССР, 1955.

Татаринов П. М., Магакьян И. Г. Опыт классификации постмагматических месторождений. Зап. ВМО, ч. 78, № 3, 1949.

Татаринов П. М. Условия образования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. 3-е изд., «Недра», 1955, 1963, 1976.

Шнейдерхен Г. Рудные месторождения, ИЛ, 1958.

Щеглов А. Д. Основы металлогенического анализа, «Недра», 1976.

Bateman A. Economic mineral Deposits, 2 ed. New York, 1948.

Raguin E. Géologie des gîtes minéraux. Masson édit. Paris, 1961.

Routhier P. Les gisements métallifères. vol. 1,2, Paris, 1963.

Schneiderhöhn H. Erzlagerstätten. Kurzvorlesungen zur Einführung und zur Wiederholung, Jena, 1944, 1955.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Օգտակար հանածոների նշանակությունը երկրի ժողովրդական տնտեսության մեջ 5

Հիմնական հասկացությունները (օգտակար հանածո, օգտակար հանածոյի հանքավայր, հանքանյութ) և դրանց հարաբերակցությունը 8

«Օգտակար հանածոների հանքավայրեր» ուսումնի զարգացման համառոտ պատմությունը 9

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասին տեսության ժամանակակից մակարդակը ՍՍՀՄ-ում 19

Երկրի կառուցվածքը: Երկրագնդի կեղևի միջին կազմը . . . 28

Պետրոգեն (քարածին) և մետաղագեն (մետաղածին) տարրեր 37

Քիմիական տարրերի զուգակցությունները և նրանց կապը որոշակի տիպի ապարների ու երկրաբանական պրոցեսների հետ . 38

Հանքանյութերի միներալային կազմը: Կոնդիցիաները . . . 45

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման երկրաբանական պրոցեսների համառոտ բնութագիրը և հանքավայրերի դասակարգման սկզբունքները 50

Հանքավայրերի հանքային մարմինների մորֆոլոգիան . . . 60

Հանքանյութերի տեքստուրաները և ստրուկտուրաները . . 66

Ա. Ներծին (մագմածին) հանքավայրեր 73

Բուն մագմատիկ հանքավայրեր 73

Կարբոնատիտային հանքավայրեր 83

Պեգմատիտային հանքավայրեր 87

Ետմագմատիկ հանքավայրերի շարքը 95

1. Սկառնային (կոնտակտ-մետասոմատիկ) հանքավայրեր 109

2. Էքսհալացիոն (հրաբխածին) և էքսհալացիոն-նստվածքային հանքավայրեր 117

3. Հիդրոթերմալ հանքավայրեր 120

Բարձրջերմաստիճանային հանքավայրեր 120

Միջինջերմաստիճանային հանքավայրեր 127

Ցածրջերմաստիճանային հանքավայրեր 132

Հիդրոթերմալ հանքավայրերի առաջացման ջերմաստիճանների և խորության չափանիշները 138

Վ. Էմմոնսի զոնալ տեսությունը և նրա քննադատությունը 145
Բ. Արտածին հանքավայրեր 150
Հողմահարման հանքավայրեր 151
1. Էլյուվիալ-դելյուվիալ ցրոնները 151
2. Մնացորդային հանքավայրեր 153
3. Ինֆիլտրացիոն հանքավայրեր 158
4. Սուլֆիդային հանքավայրերի օքսիդացման զոնա . 160
Նստվածքային հանքավայրեր 170
1. Մեխանիկական նստվածքային հանքավայրեր . . 173
2. Քիմիական նստվածքային հանքավայրեր իրական լուծույթներից 175
3. Քիմիական նստվածքային հանքավայրեր կոլոիդալ լուծույթներից 180
4. Կենսաքիմիական նստվածքային հանքավայրեր . . 184
Գ. Մետամորֆածին հանքավայրեր 189
1. Մետամորֆացված հանքավայրեր 192
2. Մետամորֆիկ հանքավայրեր 194
Հանքայնացման տեղակայումը հսկող երկրաբանական գործոնները 196
Մետաղածնության հիմունքները 206
Գրականություն 212

ՀՈՎՀԱՆՆԵՍ ԳԵՎՈՐԳԻ ՄԱՂԱՔՅԱՆ

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման պայմանները

Հրատ. խմբագիր Լ. Ս. Սարաֆյան
Գեղ. խմբագիր Հ. Ն. Գործակալյան
Տեխ. խմբագիր Լ. Կ. Հարությունյան
Սրբագրիչ՝ Ա. Ա. Ավանեսյան

ИБ № 58

Հանձնված է շարվածքի 6. 01. 1981 թ.: Ստորագրված է տպագրության 22. 07. 81 թ.: ՎՖ 04609: Չափը 84×108 1/32, թուղթ № 1: Տառատեսակ «Գրքի սովորական», բարձր տպագրություն: Պայմ. 11,35. տպագր. 13,5 մամուլ: Հրատ.—հաշվարկ. 9,1 մամուլ: Տպաքանակ 1000: Պատվեր № 9: Հրատ. № 5473: Գինը 1 ռ. 65 կ.:

ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 375019, Երևան, Բարեկամության փ., 24 գ:
Издательство АН Арм. ССР, 375019, Ереван, ул. Барекамутян, 24 г.
ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչության տպարան, 375019, Երևան, Բարեկամության փ., 24:
Типография Издательства АН Арм. ССР, 375019, Ереван, ул. Барекамутян,24.

3564