НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РА
Центр эколого-ноосферных исследований

С. А. Аракелян

ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

Ереван 2006

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF RA
Center for Ecological-Noosphere Studies

S. A. Arakelyan

GENERAL GEOLOGY

Yerevan 2006

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն

Ս. Ա. Առաքելյան

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Թույլատրված է ՀՀ Կրթության և Գիտության Նախարարության կողմից որպես ուսումնական ձեռնարկ բուհերի աշխարհագրական ֆակուլտետների ուսանողների համար

Երևան 2006

ՀՀ ԳԱԱ էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի հրատարակչություն

ՀՏԴ 55(07)
ԳՄԴ 26.3 g73
Ա 706

Ուսումնական ձեռնարկը հրատարակության է երաշխավորված
ՀՀ Կրթության և Գիտության Նախարարության և
ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի
Գիտական խորհրդի կողմից

Առաքելյան Ս. Ա.

Ա 706 **Ընդհանուր երկրաբանություն**: Ուսումնական ձեռնարկ: – Երևան: ՀՀ ԳԱԱ էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի հրատ., 2006. 316 էջ:

Ուսումնական ձեռնարկը գրված է բուհերի աշխարհագրություն մասնագիտության ընդհանուր երկրաբանություն առարկայի ծրագրին համապատասխան: Այն կարող է օգտակար լինել նաև ընդհանուր երկրաբանություն, միներալոգիա ու պետրոգրաֆիա ուսումնասիրող բուհերի ուսանողների և երկրաբանություն ուսումնասիրող այլ մասնագիտությունների, ինչպես նաև ընթերցող լայն հասարակության համար:

Գրախոսներ
երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր,
պրոֆեսոր *է. Ա. Սաղաթելյան*,
երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու,
դոցենտ *Հ. Պ. Գուլումջյան*,
աշխարհագրական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր *Դ. Ա. Պողոսյան*.

ԵՊՀ Գրադարան



ԳՄԴ 26.3 g73

ISBN 99941-907-7-6

© Ս. Ա. Առաքելյան, 2006թ.
© ՀՀ ԳԱԱ էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն, 2006թ

ՆԱԽԱԲԱՆ

Երկրաբանությունը մարդկությանը հայտնի հնագույն գիտություններից մեկն է և ծնունդ է առել վաղ անցյալում:

Դեռևս պալեոլիթում մարդիկ հավաքում և կարողանում էին տարբերել որոշ կարծր ապարներ ու միներալներ՝ խալցեդոն, հասպիս, սիլիցաքար, օբսիդիան և այլն: Այս նմուշները հիմնականում օգտագործում էին զենքեր պատրաստելու համար: Կարողանում էին նաև հանքային ջրերից ստանալ աղ, իսկ ջրերը օգտագործել՝ բուժական նպատակներով: Հազարամյակներ են անցել այն օրերից, երբ մարդը սկսեց ձուլել և օգտագործել որոշ մետաղներ, այնուհետև՝ համաձուլվածքներ:

Հավանաբար մարդկությանն էլ ավելի վաղ հետաքրքրել են իրենց շրջակայքում կատարվող բնական պրոցեսները, և ոչինչ չհասկանալով այդ երևույթներից, փորձում էին տալ մեկնաբանություններ ու բացատրություններ, որոնք հիմնականում շատ հեռու էին իրականությունից: Բնականաբար դրանցից ոչ մեկն էլ չի պահպանվել նկարագրական եղանակ չլինելու պատճառով: Այդ երևույթների նկարագրման մեզ հասած առաջին հիշատակությունները տրված են Մերձավոր Արևելքի երկրների պետությունների կավե սալիկների արձանագրություններում և հին փիլիսոփաների և գիտնականների աշխատություններում:

Մ. թ. ա. 3-4 հազ. տարի առաջ պատրաստված խեցեգործական առարկաների, նրանց մնացորդների հայտնաբերումը, բուրգերը, հնագույն բնակավայրերի ավերակները վկայում են, որ հենց այդ տարիներին արդեն մարդիկ օգտագործում էին աղը, կավը, շինաքարը և այլ օգտակար հանածոներ: Մինչև մեր օրերը պահպանվել են հնագույն բազմաթիվ լեռնային փորվածքներ, որոնք ապացուցում են, որ հնում մարդիկ ճգտել են իմանալ հանքանյութերի բաշխման և նրանց տարածման առանձնահատկությունների և օրինաչափությունների մասին: Հույն տաղանդավոր փիլիսոփա և գիտնական Արիստոտելը (384-322 մ. թ. ա.) փորձել է բացատրել երկրաշարժերի առաջացման պատճառները, կազմել է միներալների առաջին դասակարգումը, նկարագրել է մի շարք երկրաբանական երևույթներ: Նա գտնում էր, որ երկրաշարժերը հաճախ տեղի են ունենում այնտեղ, որտեղ կան ճեղքեր ու քարանձավներ, ուր հայտվում են օդն ու ջուրը և որոնք առաջ են բերում երկրաշարժը: Ըստ հույն գիտնական Արիստոտելի հայրենակից Էմպեդոկլեսի (490-430 մ. թ. ա.) աշխարհը գոյություն ունի հավերժ և բաղկացած է չորս փոխադարձ ազդող տարերքներից՝ հող, օդ, ջուր և կրակ: Ավելի ուշ Ստրաբոնը նկատել է, որ Երկրի մակերևույթի բարձրացումների և իջեցումների պատճառը երկրաշարժներն են: Նա կարծում էր, որ Սիցիլիա կղզին առաջացել է Էթնա հրաբուխի ժայթքման նյութերից: Նման տեսակետ ուներ նաև

հռոմեացի գիտնական Պլինիուս Ավագը (23-79 թթ.), որը զոհվել է Վեզուվի ժայթքման ժամանակ:

Վաղ, միջին և ուշ միջնադարում բոլոր մեծ մտածողները՝ գիտնականները, փիլիսոփաները, աստղագետները, աշխարհագետները, իսկ այնուհետև նաև լեռնային գործի հմուտ մասնագետները զարգացման նոր աստիճանի բարձրացրեցին երկրաբանությունն ու լեռնային գործը:

Ներկայումս այս գիտությունն իր բազմաթիվ ճյուղերով կարևոր դեր է կատարում տարբեր երկրների տնտեսության մեջ:

«Ընդհանուր երկրաբանություն» մայրենի լեզվով գրված ուսումնական ձեռնարկը առաջին փորձն է: Ուստի հեղինակը շնորհակալությամբ կընդունի օգտակար դիտողություններն ու առաջարկությունները:

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Երկրաբանության առարկան և խնդիրները

Երկրաբանությունը գիտություն է Երկրի նյութական կազմի, կառուցվածքի, զարգացման օրինաչափությունների և նրա երկրաբանական պատմության մասին: Այն հենվում է ապարների և երկրակեղևի ուսումնասիրությունների վրա, օգտվելով աստղագիտության, ֆիզիկայի, քիմիայի, կենսաբանության, աշխարհագրության և այլ գիտությունների բոլոր հնարավոր և մատչելի մեթոդներից:

Երկիրը բարդ նյութական մարմին է, որը գտնվում է անընդմեջ զարգացման, վերածնավորման պրոցեսում և մտնում է Արեգակնային համակարգի կազմի մեջ:

Երկրաբանությունը «գեոլոգիա» հունարեն բառի թարգմանությունն է, որն առաջացել է «*գեո*» Երկիր, «*լոգոս*» ուսմունք բառերից:

Այս համալիր գիտությունը բաղկացած է մի շարք հիմնարար և կիրառական ուղղություններից՝ միներալոգիա, պետրոգրաֆիա, լիթոլոգիա, երկրաքիմիա, պալեոնտոլոգիա և այլն:

Երկրաբանության կարևորագույն ուղղություններից մեկը երկրակեղևի նյութական կազմի ուսումնասիրություններն են, որով զբաղվում են երկրաքիմիական ցիկլի գիտությունները: Պետրոգրաֆիան ուսումնասիրում է երկրակեղևը կազմող ապարները: Միներալոգիայի ուսումնասիրման օբյեկտը միներալներն են, բնական քիմիական միացությունները՝ ապարների բաղադրիչ մասերը: Բյուրեղագիտությունն ու բյուրեղաքիմիան գիտություններ են երկրակեղևը կազմող միներալների բյուրեղների մասին: Երկրաքիմիան ուսումնասիրում է քիմիական տարրերի պատմությունը, նրանց բաշխման օրինաչափությունները և միգրացիան երկրակեղևում:

Ժամանակակից երկրաբանության կարևորագույն ուղղություններից են տարաբնույթ երկրաքիմիական պրոցեսների ուսումնասիրությունները, որոնք ընթանում են ինչպես Երկրի խորքում (էնդոգեն կամ խորքային), այնպես էլ Երկրի մակերեսին (էկզոգեն կամ մակերեսային): Երկրաբանական պրոցեսների հետ են կապված նաև երկրակեղևի, տեկտոնական շարժումները, հրաբխականությունը, երկրաշարժերը: Այս ուղություններով զբաղվում են Երկրի մասին տարբեր գիտություններ: Երկրատեկտոնիկան և ստրուկտուրային երկրաբանությունը, ուսումնասիրում են ապարների տեղադրման պայմանները, նրանց դեֆորմացիաներն և երկրակեղևի ստրուկտուրաների փոփոխությունների պատճառները:

Հրաբխագիտությունը ուսմունք է հրաբուխների գործունեության վերաբերյալ, սեյսմոլոգիան՝ երկրաշարժերի մասին գիտություն է:

Առանձնահատուկ տեղ է գրավում գեոմորֆոլոգիան, որը երկրաբանության և աշխարհագրության միջև սահմանային գիտություն է և ուսումնասիրում է Երկրի ռելիեֆը, նրա առաջացումն ու զարգացումը:

Լավ հայտնի է երկրաբանության բազմակողմ կապը աշխարհագրության հետ Երկրի մակերևույթին ընթացող երկրաբանական պրոցեսների օրինաչափությունների իմացության համար: Երկրաբանությունը օգտվում է տարբեր բնագավառների՝ կլիմայագիտության, ցամաքի հիդրոլոգիայի, աշխարհագրության և օվկիանոսագիտության տվյալներից: Այս ուղղությունները կարևոր են երկրաբանության մեջ նստվածքակուտակման բարդ պրոցեսների պարզաբանման համար:

Սառցադաշտերի երկրաբանական գործունեությունը պատկերացնելու համար օգտվում են գլացիոլոգիայի տվյալներից:

Երկրաբանության կարևորագույն երրորդ ուղղությունը երկրակեղևի առաջացման և զարգացման օրինաչափությունների պատմությունն է՝ ծագման պահից մինչև մեր օրերը: Այս ուղղությանն են պատկանում ապարների կուտակման հաջորդականության և նրանց հասակի որոշման ուսումնասիրությամբ զբաղվող ստրատիգրաֆիան (շերտագրություն), որը դիտարկում է Երկրի մակերևույթի ֆիզիկա-աշխարհագրական պայմանների փոփոխությունները երկրաբանական պատմության ընթացքում:

Պալեոաշխարհագրությունը դիտարկում է Երկրի մակերևույթի ֆիզիկաաշխարհագրական պայմանների փոփոխությունները երկրաբանական պատմության ընթացքում: Պալեոտեկտոնիկան ուսումնասիրում է երկրակեղևի ստրուկտուրաների էվոլյուցիան: Երկրակեղևի զարգացման օրինաչափությունների և պատմության իմացության համար կարևոր նշանակություն ունի պալեոնտոլոգիան, օրգանիզմների բրածո մնացորդների մասին գիտությունը: Ռադիոլոգիական երկրաբանությունն ուսումնասիրում է ապարների մեջ ռադիոակտիվ տարրերի գոյությունն ու տրոհումը, որը հնարավորություն է տալիս որոշելու ապարների բացարձակ հասակը:

Առանձին ուղղություն է ռեգիոնալ երկրաբանությունն, որն ուսումնասիրում է խոշոր ռեգիոնների երկրաբանական կառուցվածքն ու զարգացման պատմությունը: Վերջին տասնամյակներում ձևավորվել է ռեգիոնալ երկրաբանության նոր ճյուղ՝ օվկիանոսային երկրաբանությունը, որն իրականացնում է հետազոտություններ ուղղված՝ ծովերի և օվկիանոսների ժամանակակից նստվածքների նկարագրմանը, նրանց հատակի ռելիեֆին ու ստրուկտուրաներին:

Երկրաբանական գիտություններից ջրաերկրաբանությունն ուսումնասիրում է ստորգետնյա ջրերը, ինժեներային երկրաբանությունն ու գրունտագիտությունը ուսումնասիրում են ապարների հատկությունները տարբեր կառույցներում օգտագործման հնարավորության տեսանկյու-

նից, ինչպես նաև ստորգետնյա քաղցրահամ ջրերի որոնումը խմելու և տեխնիկական ջրամատակարարման խնդիրների լուծման, ոռոգման, հիդրոտեխնիկական և արդյունաբերական կառույցների, շինարարության, ինժեներաերկրաբանական հիմնավորման համար:

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի վերաբերյալ գիտությունն ուսումնասիրում է երկրակեղևում տեղադրված հանքավայրերը, նրանց տեղաբաշխման և ձևավորման օրինաչափությունները և տալիս որոնման մեթոդների և շահագործման տեսական հիմունքները:

Բազմաթիվ պրոցեսներ, որոնք ընթանում են երկրակեղևում (մագմատիզմ, երկրակեղևի շարժումներ, մետաղային հանքավայրերի առաջացումներ) կապված են խորքային պրոցեսների հետ, որոնց հասկանալու համար կարևոր նշանակություն ունի երկրաֆիզիկան:

Ընդերքի իմացությունը կարևորագույն դեր է խաղացել մարդկության զարգացման պատմության մեջ, հատկապես այժմ, երբ մեծ տեղ է տրվում ոչ ավանդական հումքին և նախկինում քիչ կամ ընդհանրապես կիրառության ասպարեզ չգտած քիմիական տարրերին:

Երկրի առջև ծառացած բազմաթիվ խնդիրների լուծման համար կարևոր է երկրաբանական գիտության զարգացումը, որը մեծ նշանակություն ունի տնտեսության տարաբնույթ հարցերի լուծման գործում: Յանկացած պետության տնտեսական հզորությունը պայմանավորված է տվյալ Երկրի ընդերքի հարստությունից, այն արդյունավետ օգտագործումից, որակյալ երկրաբանական ծառայությունից: Երկրաբանությունը ունի նաև մեծ իմացաբանական նշանակություն,որը կարող է ապահովել և բացատրել բնական երևույթների աշխարհը իր պատմական զարգացման ընթացքի մեջ:

Համառոտ տեղեկություններ Երկրի նյութական կազմի մասին

Մարդու կողմից անմիջական ուսումնասիրման ենթակա է երկրակեղևի մինչև 16-20 *կմ* խորությունները, որը մի չնչին մեծություն է Երկրի շառավղի համեմատ (6371 *կմ*):

Երկրի կազմը և կառուցվածքը ուսումնասիրում են մի շարք մեթոդներով, դրանք են՝ խորը հանքախորշերի, հորատանցքերի *հանույի* (կենոնի) և հանքահորերի, բնական մերկացումների բազմակողմանի հետազոտությունները: Հանքահորերի խորությունները հազվադեպ են գերազանցում 3-3,5 *կմ* խորությունները, ամենախորը հորատանցքը (Կոլա թերակղզի) 12,5 *կմ* խորություն ունի. բնական մերկացումները և երիտասարդ լեռնային համակարգերի կանյոնները ունեն 1,5-2,5 *կմ* խորություններ ըստ ուղղահայացի: Նախկին երկրաբանական ժամանակաշրջաններում առաջացած լեռնային համակարգերը երկարատև հողմահարման հետևանքով մերկացել են, բացվել են նրանց հիմքը կազմող հին հասակի

ապարները, որոնք հետագա լեռնակազմական պրոցեսների հետևանքով բարձրացել են 15-20 *կմ* խորություններից: Այսպիսով, անմիջական ուսումնասիրությունների մեթոդներով մարդուն հասանելի է 16-20 *կմ* երկրակեղևի խորությունները: Եվ միայն հրաբխային մարզերում մագմայի այնուհետև լավայի միջոցով Երկրի մակերևույթ են դուրս բերվում խորքային նյութի կարծր բեկորներ՝ քսենոլիտներ, որոնցով կարելի է կարծիք կազմել լիթոսֆերայի 50-100 *կմ* խորությունների նյութի քիմիական կազմի վերաբերյալ.

Երկրաֆիզիկական մեթոդներն ունեն կարևոր նշանակություն երկրակեղևի և Երկրի խորը հորիզոնների իմացության համար:

Սեյսմիկ (հուն. *սեյսմոս*՝ ցնցում, երկրաշարժ) ***մեթոդը*** հիմնված է առաձգական ալիքների տարածման արագությունների ուսումնասիրման վրա, որոնք առաջանում են երկրակեղևի տարբեր խորություններում գտնվող երկրաշարժերի օջախներում կամ արհեստական պայթեցումներով Ալիքների տարածման արագություններով կարելի է դատել երկրակեղևի խորը հորիզոնների կառուցվածքի և նյութի վիճակի մասին:

Երկրակեղևի կառուցվածքի ուսումնասիրման նպատակով ենթակեղևային թաղանթի վերին հորիզոնում (պատյան) իրականացվում է սեյսմիկ զոնդավորման մեթոդը՝ հիմնված արհեստական պայթեցումների վրա: Վերջինս առաջացնում է առաձգական ալիքներ, որոնք գրանցվում են հատուկ սարքերով: Հաստատված է որ Երկիրն ունի թաղանթային, շերտավոր կառուցվածք:

Սեյսմիկ ալիքները երկու տիպի են՝ երկայնական ալիքներն արդյունք են որպես միջավայրի ծավալի փոփոխության ռեակցիայի և տարածվում են պինդ ու հեղուկ միջավայրերում և բնութագրվում են ամենամեծ արագություններով: Լայնական ալիքները ձևի փոփոխության վրա միջավայրի ռեակցիայի արդյունք են և տարածվում են միայն պինդ մարմիններում:

Սեյսմիկ ալիքների տարածման արագությունները տարբեր ապարներում տարբեր են և կախված են նրանց առաձգական հատկություններից և խտություններից: Որքան միջավայրը խիտ է և առաձգականությունը մեծ՝ այնքան ալիքների տարածման արագությունը ավելանում է:

Ծանրաչափական (գրավիմետրական) ***մեթոդը*** հիմնված է հատուկ գործիքներով Երկրի մակերևույթին ծանրության ուժի տեղաբաշխման ուսումնասիրման վրա: Ուսումնասիրություններով պարզաբանվել է Երկրի մակերեսի վրա տարբեր կետերում ծանրության ուժի նորմալ մեծությունից շեղումներ: Այդ շեղումներին անվանում են *ծանրության ուժի անոմալիաներ* կամ՝ *գրավիտացիոն անոմալիաներ*, որոնք ցույց են տալիս երկրակեղևում զանգվածների անհավասարաչափ բաշխման և երկրաբանական կառուցվածքի առանձնահատկությունները: Ծանրության ուժի դրական անոմալիաները վկայում են ընդերքում եղած առավել

խիտ զանգվածների գոյությանը, բացասականը՝ փոքր խտություն ունե ցող զանգվածները: Այս մեթոդը երկրաբանական այլ մեթոդների հետ միասին կիրառվում է նաև մետաղային, այրվող և այլ օգտակար հանա ծոների հանքավայրերի որոնման համար:

Աղյուսակ 1. Սեյսմիկ ալիքների արագությունների, նյութերի խտության և ճնշման բաշխումը ըստ խորությունների

Թաղանթը	Ընդունը	Խորությունը, *կմ*	V_p	V_s	Խտությունը, *գ/սմ³*	Ճնշումը, կբար
			կմ/վրկ			
Երկրակեղև	A	0-40 մայրցամաք 5-12 օվկիանոս	5,5-7,0 (7,2)	3,2-4,3	2,4-2,9	10
Մոխորովիչիչի սահման I-ին կարգի բաժանում						
Վերին պատյան	B C (Գոլիցինի)	40/12-420 410-1000	8,0-9,0 9,0-11.4	4,5-5,0 5,0-5,4	3,3-3,5 4,5	140 350
II-րդ կարգի բաժանում						
Ստորին պատյան	D D_1	1000-2700 2700-2900	11,4-13,6 13,6	5,4-7,3 7,3	5,6	1360
I-ին կարգի բաժանում						
Արտաքին միջուկ	E F	2900-4980 4980-5120	8,1-10,4 10,4-9,5	- -	10,0	3200
Ներքին միջուկ	G	5120-6370	11,2-11,3	-	12,5	3610

Մագնիսաչափական մեթոդն ուսումնասիրում է Երկրի մակերևույթին մագնիսական դաշտի փոփոխությունները: Այն որոշվում է երկրակեղևում տարբեր մագնիսական հատկություններ ունեցող զանգվածների բաշխումով:

Հայտնի է, որ երկրակեղևում գտնվող տարբեր ապարներն օժտված են մագնիսացման տարբեր ունակությամբ և կարող են ստեղծել իրենց յուրահատուկ դաշտը: Արդյունքում ստեղծվում են մագնիսական անոմալիաներ, այսինքն խախտվում է մագնիսական դաշտի լարվածության վեկտորը նորմալ արժեքից, որը հնարավորություն է տալիս դատելու Երկրի խորը հորիզոններում այս կամ այն ապարի լինելու մասին: Երկիրը կազմող ապարների անհամասեռությամբ են պայմանավորված մագնիսական անհամասեռությունները: Այս մեթոդը մյուս երկրաբանական մեթոդների հետ լայնորեն կիրառվում է օգտակար հանածոների հատկապես երկաթի հանքավայրերի որոնման գործում:

Երկնաքարերի (*մետեորիտների*, հուն. *մետեորոս*՝ մթնոլորտային և երկնային երևույթներ) ուսումնասիրությունները կարելի է վերագրել երկրակեղևի ուսումնասիրման ոչ անմիջական մեթոդներին: Այն հնա-

րավորություն է ընձեռում դատել Երկրի խորը հորիզոնների կազմի մասին: Երկնաքարերի առաջացման մասին կա երկու տեսակետ.

1) երկնաքարերը՝ արեգակնային համակարգի երկնային մարմինների բեկորներ են,
2) երկնաքարերը Երկրի վրա են ընկնում այլ համաստեղություններից:

Ըստ իրենց կազմի երկնաքարերը բաժանվում են երեք խմբի.

1) Երկաթային-սիդերիտներ երկաթի և նիկելի համաձուլվածք ֆոսֆորի և կոբալտի աննշան խառնուրդներով:
2) Երկաթա-քարային կամ սիդերոլիտներ՝ կազմված են երկաթից և սիլիկատային միներալներից:
3) Քարային-աէրոլիտներ, կազմված են երկաթով և մագնեզիումով հարուստ սիլիկատային միներալներից և նիկելային երկաթի ներփակումներից:

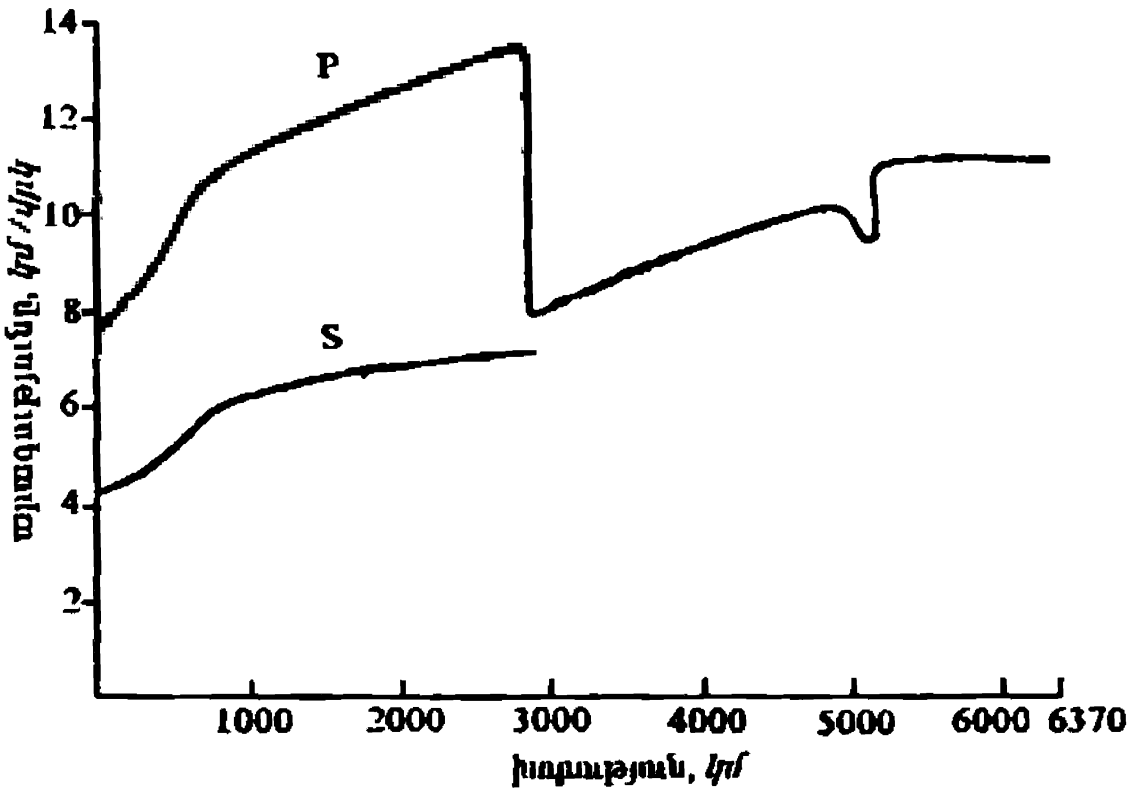
Քարային երկնաքարերի կազմը մոտ է որոշ ապարների կազմին, որոնք առաջանում են սիլիկատային հալոցքներից: Երկնաքարերի գանգվածները տարբեր են և տատանվում են փոշու հատիկից մինչև խոշոր մի քանի տոննա կշիռ ունեցողները:

Երկրագնդի ոլորտային կառուցվածքը և հասակը

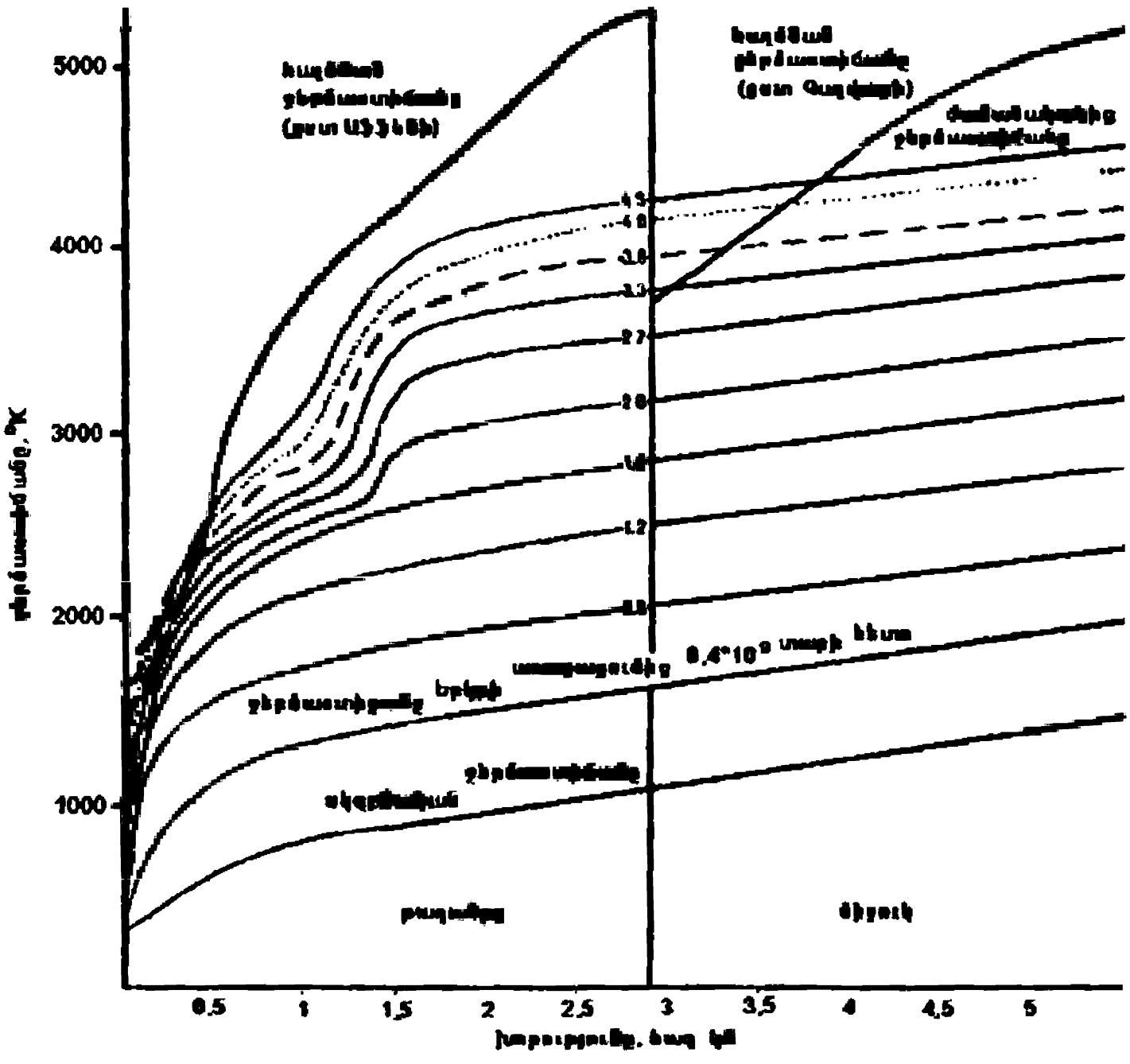
Սեյսմիկ տվյալների հիման վրա առանձնացվում են իրարից հստակորեն ստորաբաժանված երկրագնդի երեք գլխավոր ոլորտներ, որոնցում սեյսմիկ ալիքների տարածման արագությունները խիստ փոփոխվում են [**Vp** և **Vs**] (*նկ. 1, 2*):

1. Երկրակեղև (A շերտ), տարածվում է օվկիանոսների տակ միջին հաշվով 5-10 (12) *կմ* խորությունները, մինչև 30-40 *կմ* պլատֆորմների տակ և մինչև 60-70 *կմ* լեռնաշղթաների տակ:
2. Երկրագնդի արտաքին պատյան (կազմված B, C, D շերտերից), որը տարածվում է երկրակեղևից մինչև 2900 *կմ* խորությունները:
3. Երկրագնդի միջուկ՝ 2900-6371 *կմ*: Նրանում առանձնացվում են. արտաքին միջուկ (E շերտ), անցումային շերտ (F) և ներքին միջուկ (G): Սեյսմիկ ալիքների տարածման արագությունների փոփոխությունները մեկ շերտից մյուսին անցման ժամանակ, նյութի խտության և ճնշման փոփոխությունները բերված են *աղյ. 1*-ում: Երկրակեղևից դեպի վերին մանթիա անցման տեղում սովորաբար դիտվում է ալիքների տարածման կտրուկ թռիչք և խտության փոփոխություն: Այդ սահմանը հայտնաբերողի անունով անվանվում է *Մոխորովիչիչի* (M) *սահման*:

Վերին պատյանի B շերտում դիտվում է լայնական սեյսմիկ ալիքների արագությունների նվազում՝ 80-120 *կմ*-ից մինչև 200-250 *կմ* մայրցամաքների տակ և 50-60 *կմ*-ից մինչև 300-400 *կմ* օվկիանոսների տակ խորություններում: Արագությունների նվազման այդ շերտին անվանում են *աստենոսֆերա* (հուն. «թույլ շերտ») (*աղյ. 2, նկ. 3*):



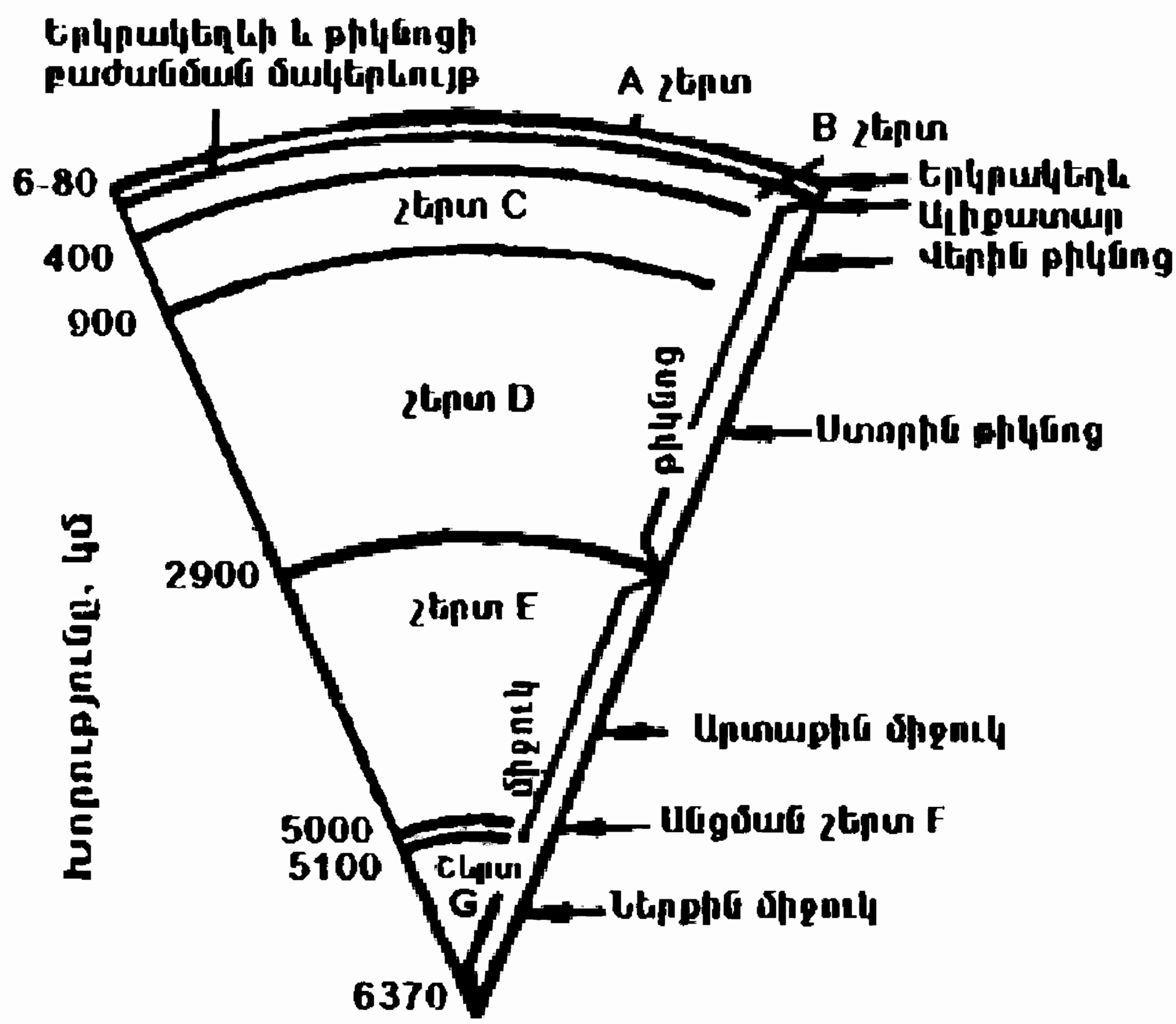
Նկար 1. Սեյսմիկ ալիքների (P և S) տարածման արագությունների գծապատկերը երկրագնդի սահմաններում ըստ (Վ. Ա. Մագնիցկու)



Նկար 2. Երկրի ներքին ջերմաստիճանի փոփոխությունը առաջացման պահից (T_0) մինչև մեր ժամանակները (T>4,5 մլրդ տարի), ըստ Ե. Ա. Կուբիմովայի

Աղյուսակ 2. Երկրագնդի ոլորտները

Թաղանթը		Խորությունների միջակայքը, *կմ*	Խտությունների միջակայքը, *գ / սմ*^{3}
Երկրակեղև (A)		0 – 33	2,7 – 3,0
Պատյան	(B)	33 – 400	3,32 – 3,65
	(C)	400 1000	3,65 – 4,68
	(D)	1000 – 2900	4,68 – 5,69
Միջուկ	(E)	2900 – 5000	9,30 – 11,5
	(F)	5000 – 5100	11,5 - 12,0
	(G)	5100 - 6371	12,0 - 12,3



Նկար 3. Սեյսմիկ ալիքների տարածման արագությունների հիման վրա առանձնացված երկրագնդի թաղանթները

Ասթենոսֆերան տարբերվում է իրենից վեր և վար գտնվող շերտերից իր փոքր մածուցիկությամբ, մեծ պլաստիկությամբ և դիտարկվում է որպես մանթիական նյութի առավել շարժուն իրավիճակի շերտ:

Երկրագնդի խորը հորիզոնների կազմի և նյութի իրավիճակի իմացության համար կարևոր նշանակություն ունեն ճնշումը և ջերմաստիճանը, որոնք ըստ խորության աճում են: Խորքից եկող միջին ջերմային հոսքը գնահատվում է $1.5 \cdot 10^{-6}$ կալ /*սմ*^{2}: Ըստ Ե. Ա. Լյուբիմովայի տվյալների գեոթերմիկ գրադիենտը արագ աճում է մինչև 1500 *կմ* խորությունները, այստեղ ջերմաստիճանը հասնում է 4000^0C: Ավելի խորը հորիզոններում ջերմաստիճանի բարձրացումը տեղի է ունենում դանդաղ և ներքին միջուկում այն չի գերազանցում $4500\text{-}5000^0C$.

Ենթադրվում է, որ աստենոսֆերայում նյութը գտնվում է մասնակիորեն հալված վիճակում և բաղկացած է պինդ և հեղուկ ֆազերից:

Վերին պատյանի պինդ վերաստենոսֆերային շերտն երկրակեղևի հետ միասին անվանում են *լիթոսֆերա* (հուն. *լիթոս*՝ քար):

Երկրագնդի ոլորտների բաժանման վերաբերյալ կան տարբեր կարծիքներ և ենթադրվում է, որ մեր մոլորակի ստեղծման համար առաջնային նյութը պահպանված է ստորին պատյանում;

Ենթադրվում է նաև, որ ներքին միջուկը կազմված է երկաթից և նիկելից (7-10%) և որոշ չափով ծծմբից և սիլիցիումից: Արտաքին միջուկը բաղկացած է «մետաղականացված» սիլիկատներից·

<u>Երկրի հասակի</u> վերաբերյալ նախկինում եղել են տարբեր ենթադրություններ, կարծիքներ:

Այս կարևորագույն հարցը լուծելու համար ուսումնասիրվել են երկրագնդի մակերեսի հնագույն ապարների զանգվածները: Այդպիսի ապարներ մերկանում են Անտարկտիդայում և Օխոտի միջնային զանգվածում և մի շարք այլ վայրերում: Նրանց հասակը որոշված է իզոխրոնակապարային մեթոդով (Է. վ. Սորոտովիչ և այլն) մոտավորապես 4000 մլն. տարի: Մ. Ի. Վոլոբուևը, Ս. Ի. Զիկովը, Ն. Ի. Ստուպնիկովան նույն մեթոդով որոշել են Ենիսեյի բլրաշարի մետամորֆային ապարների հասակը 4200 մլն. տարի:

Երկնաքարերի բացարձակ հասակի առավելագույն հասակը, որոնք ուսումնասիրվել են նախկին ԽՍՀՄ համապատասխան լաբորատորիաներում և արտասահմանում, տալիս են 4500-4700 մլն. տարի:

Հիմք ընդունելով այս հետազոտությունների արդյունքները կարելի է ենթադրել, որ Արեգակնային համակարգի մոլորակները այդ թվում նաև երկրագունդը առաջացել է 4500-4700 մլն. տարի առաջ:

Որպես Երկրի առավելագույն հասակ մի շարք հետազոտողներ առաջարկում են ընդունել ծանր ռադիոակտիվ միջուկների առաջացման ժամանակը, որոնք հաշվարկված են երկրակեղևում կապարի, ուրանի և նրանց իզոտոպների բաշխման տվյալներով: Այդ հաշվարկները նույպես ցույց են տալիս մոտավորապես 4.5-4.7 մլրդ. տարի: Այսպիսով վերը թվարկված բոլոր տվյալների համաձայն մեր երկրագունդը առաջացել է 4.5-4.7 մլրդ. տարի (հավանաբար 5 մլրդ. տարի) առաջ:

Մաս I

ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱ

Միներալները՝ բնական քիմիական միացություններ են բաղկացած հազվադեպ մեկ, առավելապես՝ մի քանի քիմիական տարրերի ատոմներից: Ըստ ագրեգատային վիճակի միներալները լինում են պինդ, հեղուկ և գազային: Բնության մեջ գերակշռում են պինդ միներալները:

Միներալների առաջացման, նրանց հատկությունների, կազմի ու կառուցվածքի ուսումնասիրման մասին գիտություն անվանվում է *միներալոգիա*:

Միներալների ուսումնասիրությամբ զբաղվել են վաղ ժամանակներից, այն հանդիսացել է բնագիտության հնագույն ճյուղերից մեկը: Միներալ բառը ծագել է լատ. «*միներա*» բառի արմատից, որը թարգմանաբար նշանակում է հանքաքար:

Պինդ միներալներից գերակշռում են բյուրեղային առաջացումները: Այդ պատճառով նպատակահարմար է ծանոթանալ բյուրեղագիտության որոշակի հիմունքների:

Գլուխ I

ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԲՅՈՒՐԵՂԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Բյուրեղային նյութը և նրա կառուցվածքը

Պինդ միներալները սովորաբար բյուրեղային նյութեր են, որոնց ատոմները դասավորված են օրինաչափ: Բյուրեղային միներալները անիզոտրոպ նյութեր են, քանի որ նրանց ֆիզիկական հատկությունները փոխվում են կախված բյուրեղների ուղղություններից, բացառությամբ խորանարդային սինգոնիայի միներալների:

Պինդ միներալների մի փոքր մասը ամորֆ է: Սրանց ատոմների դասավորվածությունը քաոսային է, ուստի և զուրկ են բյուրեղային կառուցվածքից: Այսպիսի նյութերին անվանում են *իզոտրոպ նյութեր*, որոնցում բոլոր ուղություններով ֆիզիկական հատկությունները նույն են: Ամորֆ նյութերը առաջանում են հիմնականում հրահեղուկ հալոցքների արագ սառեցման հետևանքով:

Բյուրեղային նյութի ներքին կառուցվածքի օրինաչափությունները պայմանավորված են նրա արտաքին ձևով: *Բյուրեղը* կանոնավոր բնական բազմանիստի ձև ունեցող բյուրեղագիտական նյութ է: Ուսումնասիրության համապատասխան սարքեր չլինելու պատճառով երկար ժամանակ հնարավոր չի եղել պարզելու նյութը կազմող մասնիկների բնույթը: Ամենատարբեր անվանումներ են տրվել այդ մանրագույն մասնիկ-

ներին (օր , մոլեկուլ-բյուրեղներ)։ Եվ միայն վ Կ. Ռենտգենի բացահայտած (1895 թ.) X ճառագայթներով հնարավոր եղավ պարզելու բյուրեղային նյութերում ատոմների իրական տեղաբաշխումը։ Այս ճառագայթների ալիքների երկարությանը մոտ է բյուրեղային ցանցի միջմակարդակային հեռավորություններին։ Դա թույլ տվեց Մ. Լաուէին (1912 թ.) առաջինը հետազոտել բյուրեղագիտական նյութը ռենտգենյան ճառագայթներով և ուսումնասիրել քարաղի բյուրեղագիտական կառուցվածքը։ Ժամանակի ընթացքում ռենտգենյան ճառագայթներով բյուրեղային նյութի ուսումնասիրությունը ավելի կատարելագործվեց և այժմ հանդիսանում է ռենտգենոստրուկտուրային ուսումնասիրման մեթոդներից ամենակատարյալներից մեկը։ Մոլեկուլներից կազմված բյուրեղները երկրակեղևի կազմում էական դեր չեն խաղում՝ քիչ են։

Այն տարրերի ատոմներն ու իոնները, որոնք ունեն իրենց շառավիղներին մոտ մեծություններ, կարող են տեղակալել մեկը մյուսին։ Եթե նյութն ունի միատիպ քիմիական կազմ և այն կազմող իոնները բյուրեղային ցանցում մոտ չափեր, ապա այդ նյութերը կարող են առաջացնել խառը բյուրեղագիտական ստրուկտուրաներ։ Այս երևույթն անվանվում է *իզոմորֆիզմ* (հուն. *իզոս*՝ հավասար, *մորֆե* ՝ ձև), իսկ այդ նյութերը միմյանց նկատմամբ իզոմորֆ են։

Բնության մեջ իզոմորֆիզմը բավականաչափ տարածված երևույթ է և բազմաթիվ հանքանյութեր իզոմորֆ խառնուրդներ են։ Օրինակ օլիվին հանքանյութը՝ ֆորստերիտը մագնեզիումային սիլիկատի ($MgSiO_4$) և երկաթային ֆայալիտի ($FeSiO_4$) իզոմորֆ խառնուրդն է։

Հանքանյութի կայացման համար շատ կարևոր են արտաքին ֆիզիկաքիմիական և թերմոդինամիկական պայմանները։ Այդ պայմանների փոփոխության ազդեցության տակ միևնույն բաղադրությամբ նյութը կարող է առաջացնել տարբեր ստրուկտուրաներ։ Այս երևույթը անվանվում է *պոլիմորֆիզմ* (հուն. *պոլիմորֆոս*՝ բազմաձևություն)։

Դեռևս 200 տարի առաջ դիտվել է, որ լուծույթից անջատված ծծմբի բյուրեղները պատկանում են օրթոռոմբային սինգոնիային, իսկ նրա հալոցքից՝ բյուրեղացածը՝ մոնոկլինային սինգոնիային։ Սա իզոմորֆիզմի բավականին տարածված երևույթ է, ինչպես բնական, այնպես էլ արհեստական առաջացումներում։ Ցայտուն օրինակ է ածխածնի պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաները։ Ալմաստն ու գրաֆիտը բաղկացած են մաքուր ածխածնից, սակայն ունեն տարբեր բյուրեղաքիմիական ստրուկտուրաներ։ Ատոմների ուռանձնահատուկ տեղադրման արդյունքում ալմաստը Երկրի վրա հայտնի ամենակարծր նյութն է, բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում, թափանցիկ է և ունի 3,5 $գ/սմ^3$ տեսակարար կշիռ։ Գրաֆիտը շատ փափուկ է, ունի հատակ հերձում, բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում, սև գույնի է և ունի համեմատաբար փոքր տեսակարար կշիռ 2,2 $գ/սմ^3$։

Միներալների ձևաբանությունը (մորֆոլոգիան)

Միներալների մորֆոլոգիան միներալոգիայի այն գլխավոր բաժիններից է, որն զբաղվում է միներալների արտաքին ձևերով: Հասկանալի է, որ այստեղ նկատի են առնվում պինդ միներալները, քանի որ գազային և հեղուկ ագրեգատային վիճակով հանդես եկող միներալները ձև չունեն:

Պինդ միներալները բնության մեջ հանդիպում են միայնակ բյուրեղներով, բյուրեղների հարաճումներով և ագրեգատներով, ըստ որում վերջիններս ունեն ամենամեծ տարածումը:

Միներալների արտաքին ձևերը սերտորեն կապված են ներքին կառուցվածքի հետ, նրանք բյուրեղի ստրուկտուրային արտացոլումն են:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ առանձին միներալների մոտ որոշակի ձևեր կրկնվում են, որոշ ձևեր նկատվում են տվյալ միներալի բոլոր բյուրեղներում: Այսպիսի ձևերը միներալների համար ձեռք են բերում ճանաչողական նշանակություն:

Բյուրեղների մորֆոլոգիան

Բյուրեղը նյութի օրինաչափորեն ձևավորված տնսակ է, որն օժտված է իր մասերի՝ նիստերի, կողերի և անկյունների կանոնավոր կրկնելիությամբ: Բյուրեղների բազմազան ձևերը, որոնք համախմբվում են յոթ սինգոնիաներում և 32 դասերում կամ համաչափություններում, ուսումնասիրվում են բյուրեղագիտության դասընթացում: Սակայն բյուրեղների մորֆոլոգիան կարևոր է միներալոգիայում և պարզաբանում է նրանց առաջացման պայմանները:

Բյուրեղների արտաքին ձևերը մեծապես կախված են նաև տվյալ կառուցվածքում ամենամեծ արժեքի կապերի ուղղություններից՝ վեկտորներից: Վերջիններիս նկատմամբ դասավորության բնույթից կախված, տարբերում են երեք տիպի բյուրեղային նիստեր՝ հարթ, աստիճանային, անհարթ: Առաջին տիպը բնութագրվում է նիստերի զուգահեռականությամբ երկու վեկտորների նկատմամբ, երկրորդը՝ միայն մեկ վեկտորի նկատմամբ: Անհարթ տիպի դեպքում զուգահեռականությունը նիստերի և վեկտորների միջև բացակայում է:

Բյուրեղների մորֆոլոգիայի հիմքում ընկած է պարզ ձևի հասկացողությունը: Պարզ ձևը նիստերի ամբողջությունն է, որոնք իրար հետ կապակցված են համաչափության տարրերով: Միներալների գերակշռող պարզ ձևը որոշում է նրա արտաքին ձևը՝ հաբիտուսը (լատ. *հաբիտուս*՝ արտաքին տեսք, արտաքինը): Յուրաքանչյուր սինգոնիայի միներալներին հատուկ են որոշակի հաբիտուսներ:

Ամենամեծ համաչափությամբ օժտված են խորանարդային սինգոնիայի բյուրեղները, որոնց կառուցվածքում, կապված բյուրեղագիտական հաստատունների հավասարության հետ ($a=b=c$, $\alpha=\beta=\gamma$, գոյություն

ունեն հավասար և փոխուղղահայաց ուղղություններ, ինչպես և երեք հավասար և փոխուղղահայաց քիմիական կապեր:

Խորանարդային սինգոնիայի միներալները տալիս են իզոմետրիկ բյուրեղներ (բոլոր ուղղություններով համարյա հավասար չափեր ունեցող), որոնք հանդես են գալիս խորանարդի, օկտաէդրի, ռոմբային դոդեկաէդրի և տետրագոն-տրիօկտաէդրի ձևերով կամ մի քանի ձևերի կոմբինացիաներով:

Ռոմբոէդրային, տետրագոնային և հեքսագոնային սինգոնիաների բյուրեղների բնորոշ բյուրեղագիտական հաստատուններն են՝ $a=b\neq c$: Քիմիական կապի և ուրիշ հատկանիշների տեսակետից C ուղղությունը խիստ տարբերվում է մյուս ուղղություններից: Դրա համար նշված սինգոնիաների բյուրեղներին մեծ մասամբ հատուկ են անիզոտրոպ կառուցվածքները (թերթային կամ շղթայական, ճգված ու աղյուսանման ձևերը): Ընդլայնական կտրվածքներում տետրագոնային սինգոնիայի բյուրեղները սովորաբար ունեն քառակուսի ձև, իսկ հեքսագոնային և ռոմբոէդրային սինգոնիայի բյուրեղները՝ ճգված հեքսագոնային և տրիգոնային ձևեր:

Օրթոռոմբային, մոնոկլինային և տրիկլինային սինգոնիաների բյուրեղներում նույնպես գերակշռում են անիզոտրոպ ստրուկտուրաները՝ թերթային, շղթայական և կարկասային: Օրթոռոմբային սինգոնիայի բյուրեղները մեծ մասամբ պրիզմատիկ են, մոնոկլինային սինգոնիայի բյուրեղները նման են պրիզմատիկ ձևերին, բայց թույլ համաչափությամբ են ձգտված, տրիկլինային սինգոնիայի բյուրեղները չափազանց նման են մոնոկլինայիններին, բայց սրանք նույնպես տարբերվում են փոքր համաչափությամբ:

Բյուրեղների ձևը կախված է ոչ միայն համաչափությունից, այլ նաև առաջացման պայմաններից: Բնության մեջ հազվադեպ է պատահում, որ բյուրեղի բոլոր նիստերը զարգացած հավասարաչափ: Այդ պատճառով առավելապես գոյանում են կատարյալից խոտորված՝ աղավաղված ձևեր: Բյուրեղների ձևերի փոփոխման մեջ մեծ դեր են խաղում մի շարք գործոններ՝ ջերմաստիճանը, ճնշումը, լուծույթի կամ հալոցքի գերհագեցվածությունը, միջավայրի մածուցիկությունը, քիմիական և մեխանիկական խառնուրդները և այլն:

Միներալների բյուրեղների ձևավորման ուսումնասիրության համար բացառիկ նշանակություն ունի տարածությունը: Լավ ձևավորված բյուրեղները (խորանարդներ, օկտաէդրներ, դոդեկաէդրներ, պրիզմաներ, ռոմբոէդրներ և այլն) մյուս հավասար պայմաններում առաջանում են նրանց աճման համար անհրաժեշտ տարածքի առկայության պայմաններում: Ընդհակառակը, եթե միներալաառաջացման միջավայրում տարածությունը խիստ սեղմ է, ապա բյուրեղների արտաքին ձևերը կարող են աղավաղվել, թեկուզև նրանց ներքին կառուցվածքի առանձնահատկությունները մնում են անփոփոխ:

Բացի հաբիտուսից, հանքաբանության մեջ օգտագործում են նաև տնսք հասկացությունը, որը տվյալ միներալի բյուրեղի ընդհանուր տեսքն է: Տեսքը (կերպարը) կախված է նրանից, թե բյուրեղը երեք փոխուղահայաց ուղղություններով ինչպիսի զարգացում է ստանում: Առանձնացվում են հետևյալ գլխավոր տիպերը՝ իզոմետրիկ, երկարաձգված, տափակած:

Իզոմետրիկ տեսքի դեպքում միներալի բյուրեղները բոլոր երեք ուղղություններով զարգացած են հավասարապես: Դրա լավ օրինակ են մագնետիտի օկտաէդրները, պիրիտի էկզաէդրները, նռնաքարի դոդեկաէդրները և այլն:

Երկարաձգված տեսքի բյուրեղների զարգացումը կատարվում է մեկ ուղղությամբ: Այդպիսին են պրիզմատիկ, սյունաձև, ձողաձև, ասեղնաձև բյուրեղները: Երկարաձգված տեսքի բյուրեղներով հանդես են գալիս տուրմալինը, հորնբլենդը, ակտինոլիտը, ակվամարինը և այլն:

Տափակած տեսքի բյուրեղների զարգացումը կատարվում է մեկ հարթության մեջ, որի պատճառով նրանք ձգված են երկու ուղղությամբ, իսկ երրորդ ուղղությամբ մնում են անփոփոխ: Դրանց շարքին են պատկանում աղյուսաձև, թիթեղային, թերթային, թեփուկային բյուրեղները (մուսկովիտ, բիոտիտ, տալկ, քլորիտներ, հեմատիտ և այլն):

Բնության մեջ երբեմն հանդիպում են նաև այլ տեսքի բյուրեղներ՝ սեպաձև (արագոնիտ $Ca(CO_3)$, ծրարաձև (սֆեն $CaTi[SiO]_4$), տակառաձև (կորունդ Al_2O_3):

Սովորաբար յուրաքանչյուր միներալ ունի իրեն հատուկ արտաքին տեսքը, չնայած քիչ չեն դեպքերը, երբ միևնույն միներալի բյուրեղներն ունեն տարբեր տեսքեր:

Միներալների բյուրեղների աճման ընթացքում նրանց գագաթների, կողերի և նիստերի լուծման հետևանքով տեղի է ունենում ձևերի բարդացում, քանի որ նշված մասերում գոյանում են նոր առաջացումներ: Օրինակ, ֆլյուորիտի օկտաէդրիկ բյուրեղի գագաթներում կարող են վերաճել տրիբոտդեկաէդրային բյուրեղներ, ռոդոխրոզիտի կողերով՝ դոդեկաէդր: Բյուրեղի անհավասար աճման հետևանքով ստացվում են կմախքային ձևեր, որոնք իրենից ներկայացնում են մոնոբյուրեղներ: Օրինակ՝ գագաթներով և կողերով աճը տեղի է ունենում ավելի արագ, քան նիստերով:

Այսպիսով, բյուրեղների հաբիտուսը և տեսքը պետք է տարբերել իրարից: Հաբիտուսը տվյալ միներալի հատուկ երկրաչափական ձևն է, որը կախված է համաչափությունից: Հաբիտուսների թիվը հավասար է պարզ ձևերի թվին: Տեսքը կապված է բյուրեղի աճման պայմանների հետ և, ինչպես վերևում նշվեց, լինում է միայն երեք տիպի:

Բյուրեղների չափերը տատանվում են լայն սահմաններում՝ մանրադիտակայինից մինչև մի քանի մետր: Ամենից հաճախ հանդիպող

չափերը չեն անցնում մի քանի *մմ*-ից: Բայց երբեմն որոշ միներալներ, կախված թերմոդինամիկական պայմաններից, առաջացնում են հսկա բյուրեղներ:

Այսպես, հայտնի է են սպոդումենի ($SiAl[Si_2O_6]$) բյուրեղ՝ 14 *մ* երկարությամբ և 100 *տ* կշռով, կալիումի դաշտային սպաթի ($K[Si_3AlO_8]$) բյուրեղ՝ 10 *մ* երկարությամբ և 100 *տ* կշռով, բերիլի ($Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$) բյուրեղ՝ 5,5 *մ* երկարությամբ և 18 *տ* կշռով, քվարցի (SiO_2) բյուրեղ՝ 2,7 *մ* երկարությամբ, 10 *տ* կշռով, ցիրկոնի ($Zr[SiO_4]$) բյուրեղ՝ 0,3 *մ* երկարությամբ, 6 *կգ* կշռով, բիոտիտի ($K[Mg,Fe]•3[Si_3AlO_{10}]•[OH_2]$) բյուրեղ՝ 7 $մ^2$ մակերեսով և այլն:

Բյուրեղների մորֆոլոգիական հատկանիշներից են նաև նրանց նիստերի վրա հաճախ նկատվող նրբագծերը, որոնք որոշ միներալների համար ունեն ճանաչողական նշանակություն:

Նրբագծերը լինում են կամ խիստ զուգահեռ, կամ հատվում են որոշակի անկյան տակ: Օրինակ, տուրմալինի և բերիլի պրիզմայի նիստերի վրա նրբագծերը երկայնական են, իսկ քվարցի պրիզմայի նիստերի վրա՝ ընդլայնական:

Ըստ ծագման, տարբերում են երկու տեսակի նրբագծեր՝ կոմբինացիոն և կրկնաբյուրեղային (մակլային): Առաջին տեսակի նրբագծերը, որոնք ավելի մեծ տարածում ունեն, առաջանում են տարբեր նիստերի նեղ շերտերի աստիճանաձև հերթափոխությամբ: Այսպես, Ի. Ի. Ճաֆրանովսկու տվյալներով, քվարցի պրիզմատիկ բյուրեղների վրա նկատվող նրբագծերը հետևանք են այն բանի, որ սուր ռոմբոէդրների նեղ գոլերի հարթությունները աստիճանաձև կրկնվում են՝ հերթափոխվելով պրիզմայի հարթությունների հետ: Ըստ Վ. Ի. Վերնադսկու, նիստերի աստիճանական հերթափոխությամբ գոյացող նրբագծերը կախված են լուծույթի կոնցենտրացիայից՝ մի դեպքում նույն նիստի վրա կարող են առաջանալ նրբագծեր, իսկ մյուս դեպքում՝ ոչ:

Կրկնաբյուրեղային նրբագծերը մակլման արդյունք են: Նրանք առաջանում են հատկապես պոլիսինթետիկ մակլման հետևանքով, որը ցայտուն արտահայտված է պլագիոկլազների մոտ:

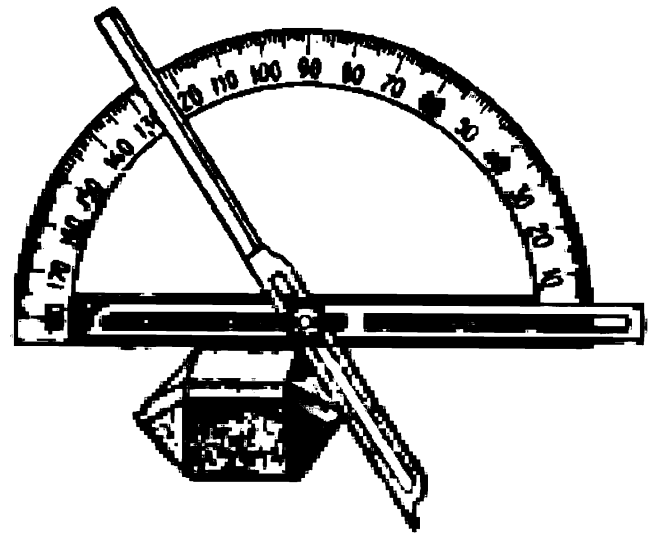
Անկյունների հաստատունության օրենքը

Բյուրեղի հարթություններին անվանվում են *նիստեր* Նիստերը իրար հետ հատվելով կազմում են կողեր: Կողերի հատման կետերը՝ գագաթներն են:

Բազմաթիվ միներալներ բնության մեջ հանդիպում են տարաբնույթ բյուրեղային ձևերով: Քվարցը (SiO_2) կարող է հանդիպել բավականին խոշոր, ավելի քան 1 *մ* մեծությամբ բյուրեղներով: Կան միներալների բյուրեղներ, որոնց չափերը բավականին փոքր են՝ *մմ*-ի հարյուրորդական չափերով. ասեղնաձև ձգված և իզոմետրիկ, պրիզմատիկ և տափակ:

Երբեմն հանդիպում են տարբեր միներալների բյուրեղներ, որոնց նիստերի մի մասը լավ չի արտահայտված. Քվարցի տարբեր բյուրեղների չափերը, նիստերի ձևերն ու քանակները, կախված առաջացման պայմաններից, կարող են փոփոխվել: Սակայն բյուրեղի աճի բնորոշ առանձնահատկությունն այն է, որ նրա նիստերը տեղաշարժվում են զուգահեռ իրենք իրենց: Այդ պատճառով էլ բյուրեղների մեջ համապատասխան նիստերի անկյունները մնում են անփոփոխ: Այս օրենքը հայտնաբերել է դանիացի գիտնական Ն. Ստենսենը (1669 թ.) և կոչվել է *բյուրեղագիտության առաջին օրենք*:

Բյուրեղի նիստերի միջև կազմված անկյունների չափման համար օգտագործվում է *անկյունաչափ* (գոնիոմետր) կոչվող գործիքը (*նկ. 4*): Ավելի ճշգրիտ չափումների համար օգտագործվում է թեոդոլիտային կրկնակի շրջագծով գոնիոմետր:



Նկար 4. Կիրառական անկյունաչափ

Բյուրեղների սիմետրիան

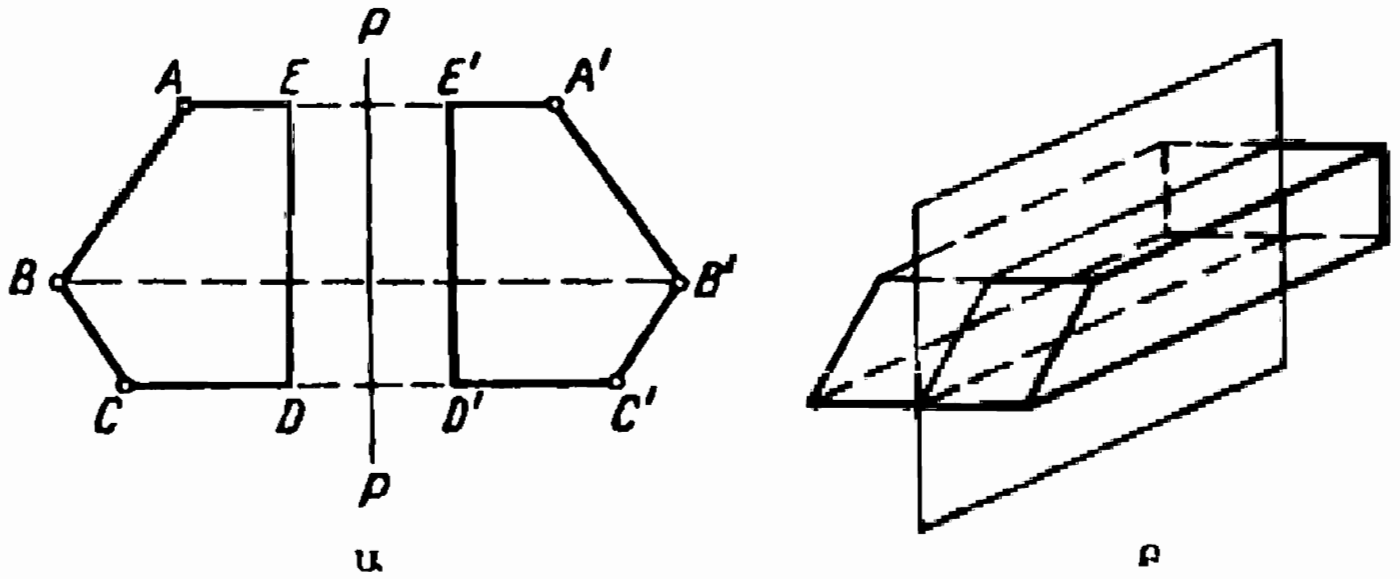
Սիմետրիան (հունարենից թարգմանաբար նշանակում է հարմոնիա, համաչափություն) տարածության մեջ ֆիգուրի դիրքի որոշակի օրինաչափությունն է:

Սիմետրիան բնության մեջ շատ տարածված երևույթ է, սակայն առավելապես հանդիպում է բյուրեղներում, քանի որ այն բյուրեղին բնորոշ առանձնահատկություններից մեկն է:

Մարմինը սիմետրիկ է համարվում, եթե կարող է ինքն իրեն համատեղել մեկ կամ մի քանի անդրադարձման արդյունքում: Անդրադարձումները անվանվում են *սիմետրիկ վերափոխումներ*, իսկ կետերը, գծերը և հարթությունները, որոնք ապահովում են այդ վերափոխումները՝ *սիմետրիայի տարրեր*:

Սիմետրիայի հարթությունը դա այն հարթությունն է, որում ֆիգուրի արտացոլման դեպքում համատեղվում է իր նախնական դիրքի հետ (*նկ. 5*):

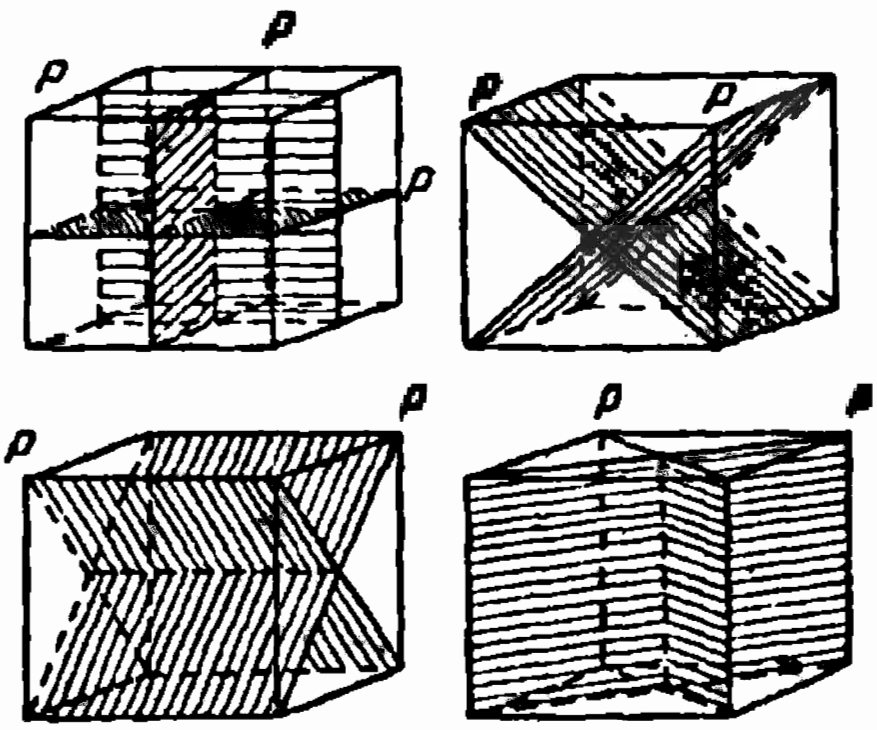
Բնության, այդ թվում նաև կենդանական օրգանիզմների մեջ, բազմաթիվ ֆիգուրներ կան մեկ սիմետրիայի հարթությամբ: Պայմանականորեն սիմետրիայի հարթությունը նշանակում են լատիներեն **P** տառով: Սիմետրիայի հարթությունների քանակն արտահայտող թիվը գրվում է **P** սիմվոլից առաջ: Խորանարդի վրա կան 9 սիմետրիայի հարթություններ, հետևաբար գրվում է **9P** (*նկ. 6*):



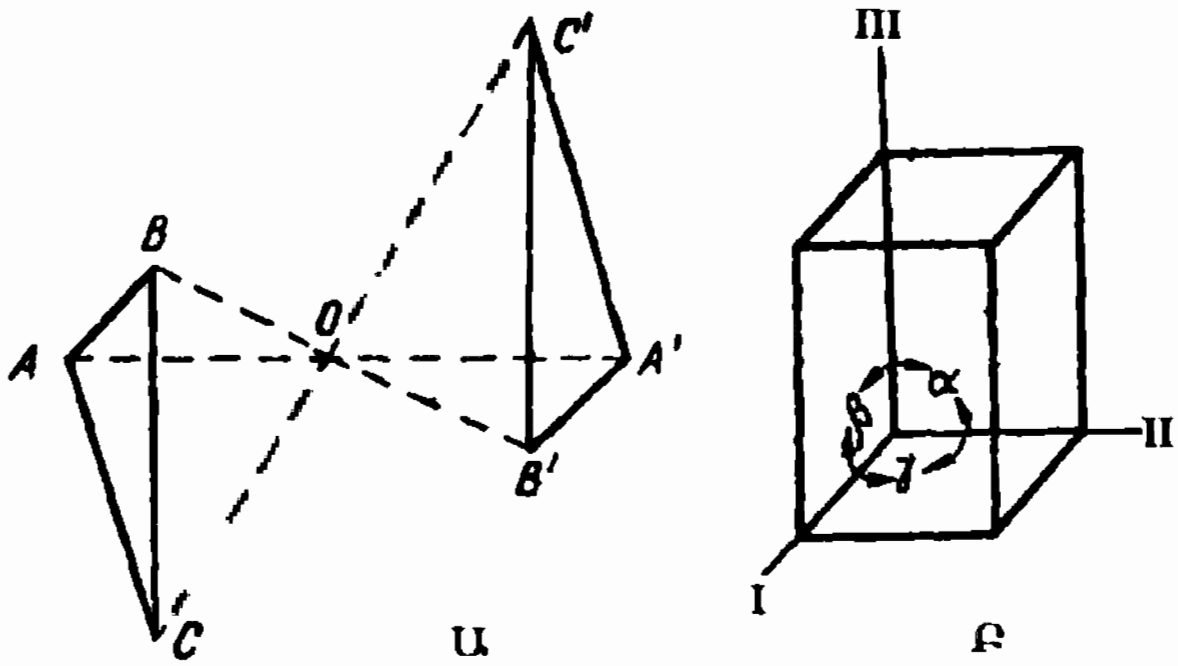
ա բ

Նկար 5. Սիմետրիայի հարթությունը (Ա), Բ - պատկեր սիմետրիայի այդ տարրով

Արտացոլումը կարող է իրականացվել ոչ միայն հարթությամբ, այլ նաև կետի մեջ: Կետի արտացոլումը անվանվում է *ինվերսիա*, համապատասխան սիմետրիայի տարրը՝ ինվերսիայի կենտրոն կամ սիմետրիայի կենտրոն, և նշանակում է C տառով (*նկ. 7*): Ցանկացած բյուրեղի մեջ չի կարող մեկից ավելի սիմետրիայի կենտրոն լինել: Կան բյուրեղներ, որոնք չունեն սիմետրիայի կենտրոն:



Նկար 6. Սիմետրիայի հարթությունները խորանարդի մեջ

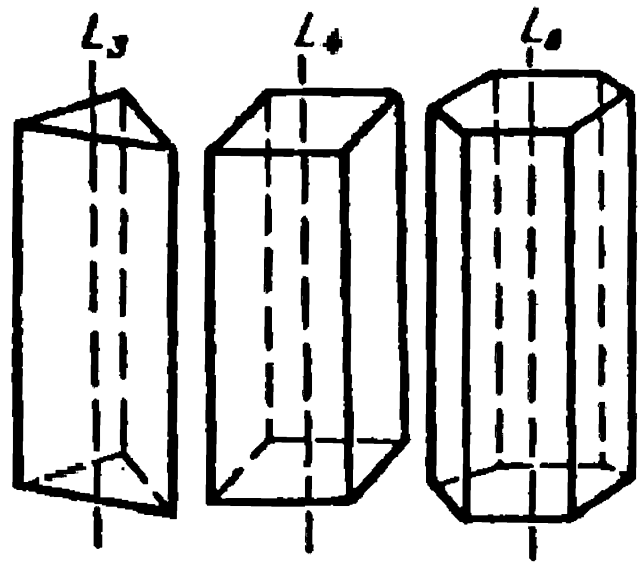


ա բ

Նկար 7. Սիմետրիայի կենտրոնը (Ա) և սիմետրիայի այդպիսի տարր ունեցող պատկեր (Բ)

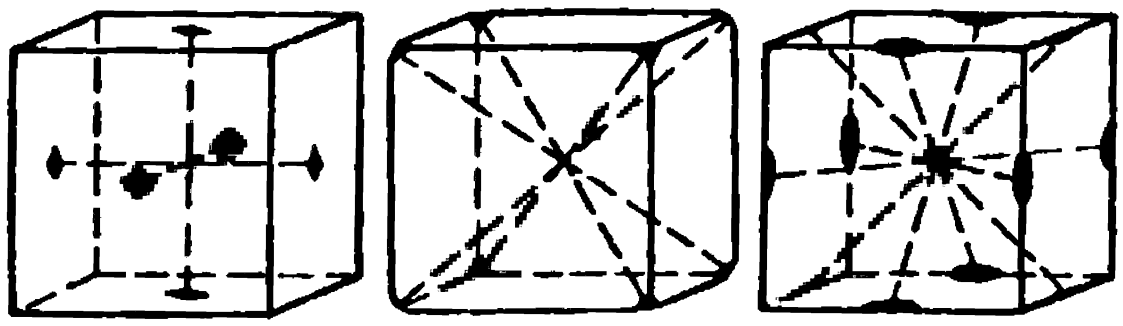
Սիմետրիայի առանցքը ֆիգուրին տվյալ առանցքի շուրջ 360^0 պտտելիս տալիս է համատեղումներ: Այն անվանվում է *սիմետրիայի առանցք* : Բազմաթիվ ֆիգուրներ ունեն անվերջ առաջին կարգի սիմետրիայի առանցք. քանի որ ֆիգուրը 360^0 պտտելիս տեղի է ունենում համատեղում: Պայմանական համատեղումների քանակը նշանակում են n տառով: Այս դեպքում մենք կունենանք n=1.

Երկրորդ կարգի առանցքը n=2 պայմանավորվում է համատեղում երկու անգամ $360^0:2=180^0$, երրորդ՝ (n=3), չորրորդ՝ n=4, վեցերորդ՝ n=6 առանցքներին համապատասխանում է 120^0, 90^0, 60^0: Սիմետրիայի առանցքը նշանակում են լատիներեն L տառով, իսկ տառի ներքևի աջ անկյունում գրվում է առանցքի կարգի թիվը L_2, L_3, L_4, L_6 (*նկ. 8*):



Նկար 8. Երրորդ, չորրորդ և վեցերորդ կարգի սիմետրիայի առանցք ունեցող պատկերներ

Բյուրեղում կարող են լինել տարբեր կարգի սիմետրիայի առանցքներ: Սիմետրիայի առանցքն արտահայտող տառի առջև գրված թիվը ցույց է տալիս սիմետրիայի առանցների թիվը բյուրեղի մեջ: Օրինակ՝ խորանարդի մեջ երեք չորրորդ կարգի սիմետրիայի առանցքը հակադիր նիստերի կենտրոնները իրար միացնող գիծն է: Ամենի ցածր կարգի չորս երրորդ կարգի առանցքներն առաջանում են հակադիր գագաթները իրար միացնող գիծ-առանցքներով: Վեց երկրորդ կարգի առանցքները առաջանում են հակադիր կողերի կենտրոնները միմիանց միացնող գծով 360^0 պտտելու հետևանքով: Խորանարդի մեջ առկա են սիմետրիայի առանցքների հետևյալ քանակները. $3L_4$, $4L_3$, $6L_2$ (*նկ. 9*):



Նկար 9. Սիմետրիայի առանցքները խորանարդի մեջ

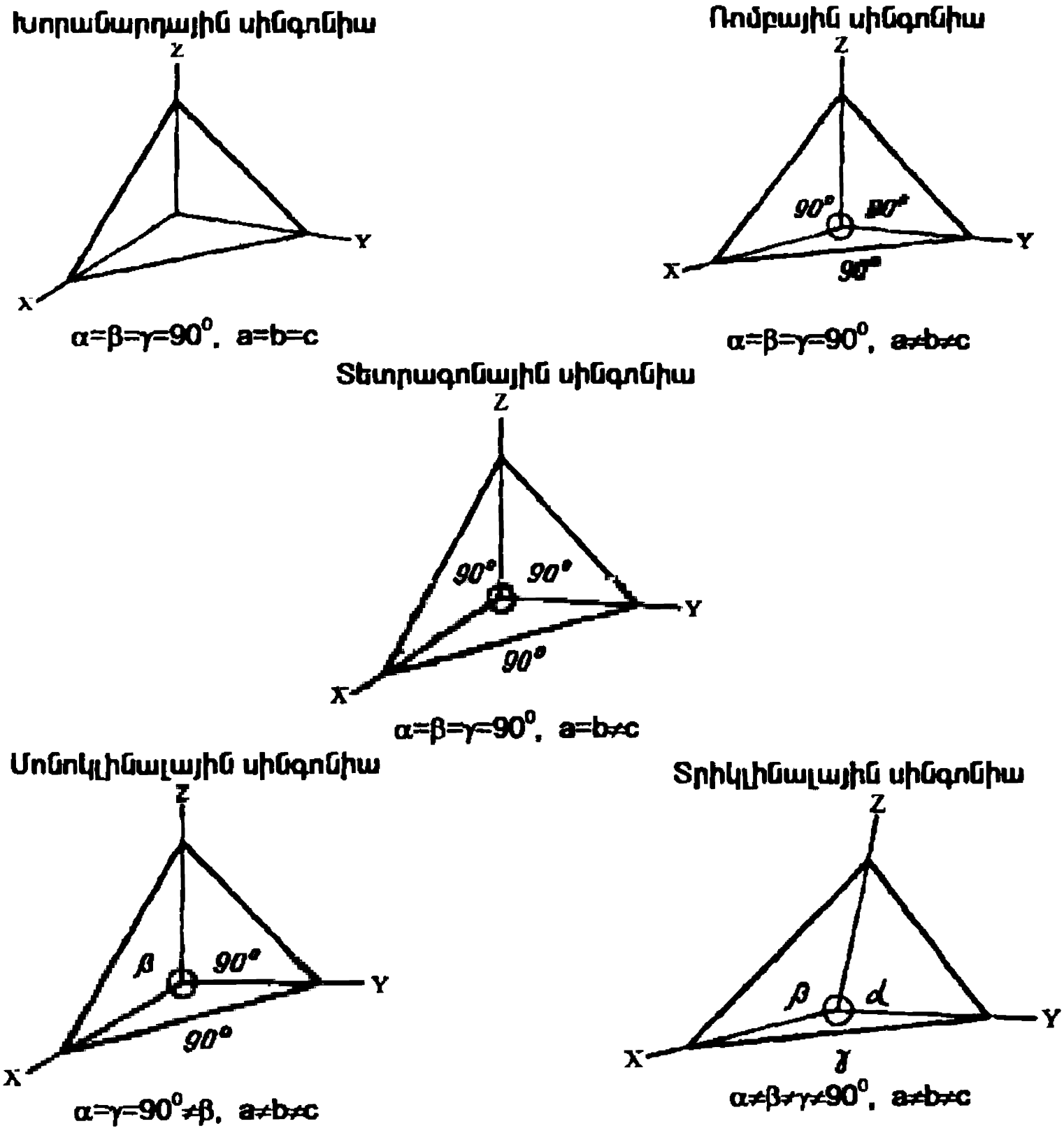
Այս պարզ սիմետրիայի տարրերից բացի կան նաև ավելի բարդ՝ սահող անդրադարձման հարթությունը, սիմետրիայի պտուտակային առանցքը և այլն:

Ուսումնասիրություններով հաստատվել են հնարավոր սիմետրիայի 32 խմբեր, որոնք կարելի է միացնել ավելի խոշոր դասակարգման միավորների մեջ: Այդ միավորումներն անվանում են *սինգոնիաներ*

(հուն. *սին* – համատեղ, *գոնիա* – անկյուն), թարգմանությամբ այն նշանակում է միանման անկյունայնություն: Յուրաքանչյուր սինգոնիայում միավորված են խմբեր, որոնք ունեն մեկ գլխավոր առանցք, իսկ եթե այն չկա համախմբում են խմբերը միևնույն ոչ գլխավոր առանցքներով:

Առանձնացվում են հետևյալ սինգոնիանները (*նկ. 10*).

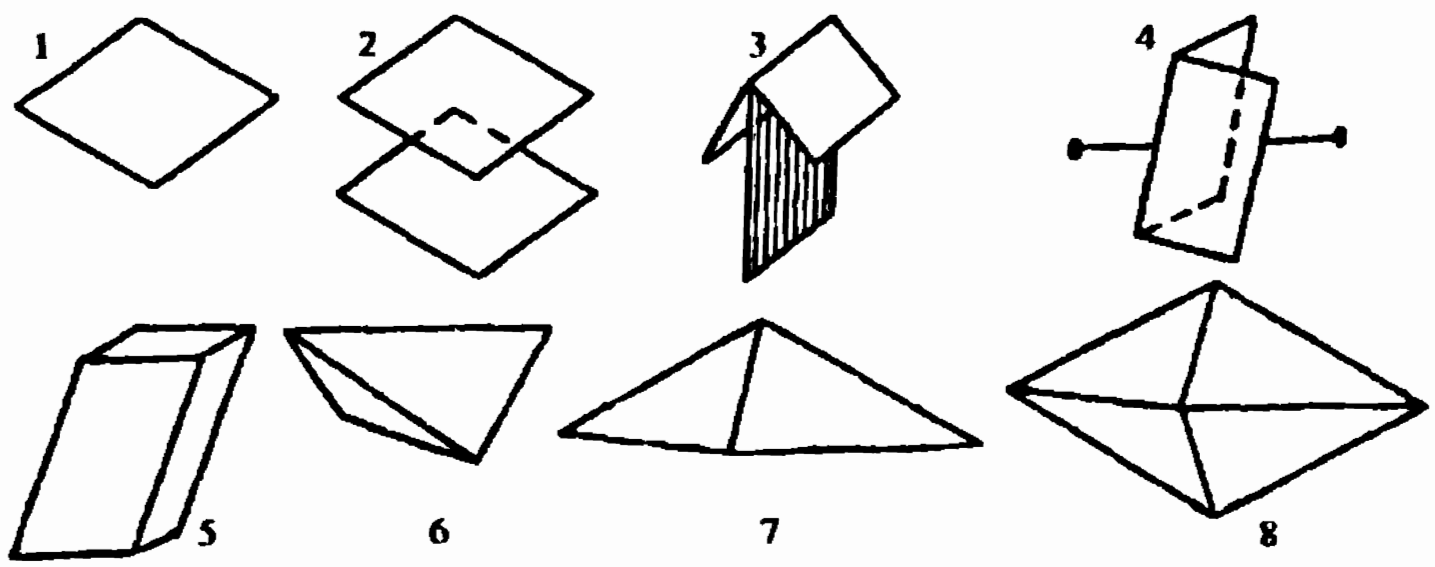
1) խորանարդային՝ մի քանի գլխավոր առանցքներ երրորդ կամ չորրորդ կարգի,
2) հեքսագոնային՝ մեկ գլխավոր առանցք վեցերորդ կարգի,
3) ռոմբոէդրային(տրիգոնային) մեկ գլխավոր առանցք երրորդ կարգի,
4) տետրագոնային՝ մեկ գլխավոր առանցք չորրորդ կարգի,
5) օրթոռոմբային՝ սիմետրիայի երկրորդ կարգի երեքից ոչ ավել առանցքներ,



Նկար 10. Սինգոնիաների առանձին նիստերը և բյուրեղագիտական առանցքները

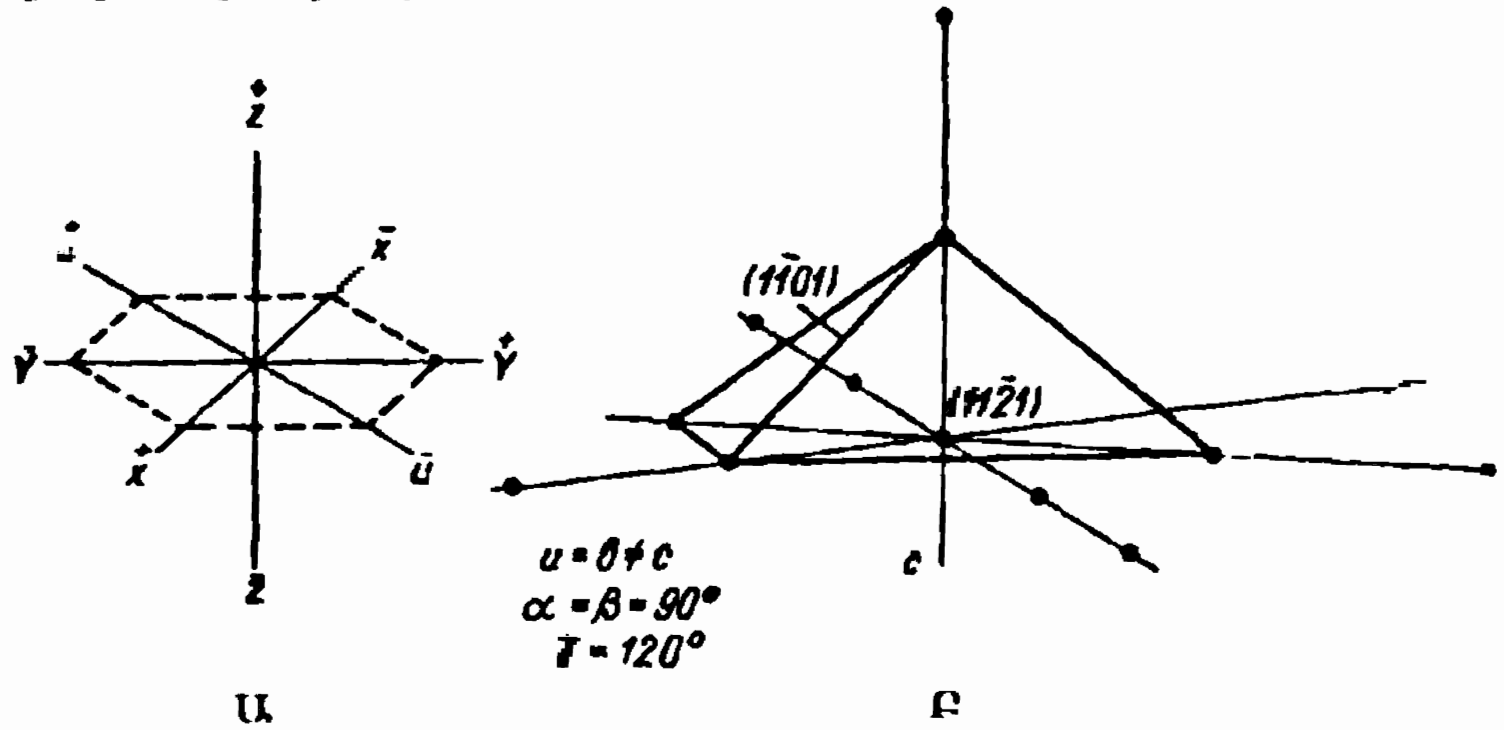
6) մոնոկլինային՝ սիմետրիայի մեկ առանցք երկրորդ կարգի,
7) տրիկլինային՝ L_1-ից ավելի սիմետրիայի առանցքներ չկան:

Սինգոնիաները բաժանվում են երեք խմբերի: Ցածրակարգ սինգոնիաներն, որոնք չունեն գլխավոր սիմետրիայի առանցք (տրիկլինային, մոնոկլինային, օրթոռոմբային, *նկ. 11*):



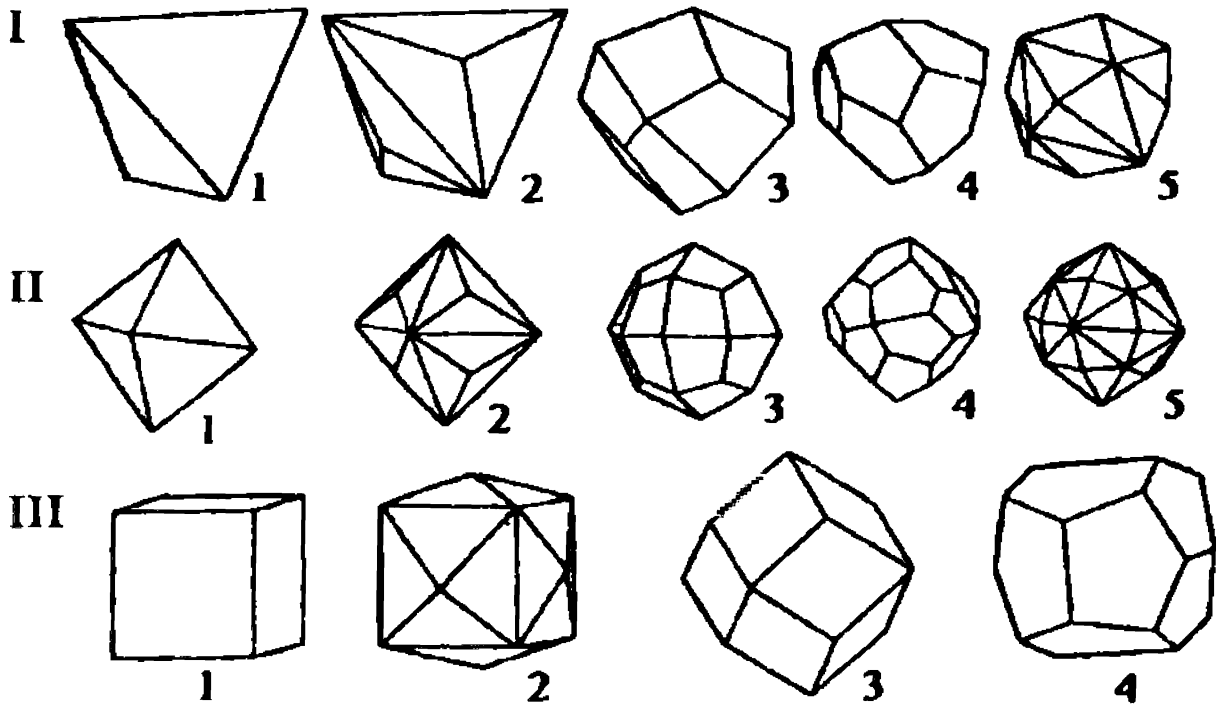
Նկար 11. Ցածրակարգ սինգոնիայի պարզ ձևերը .
1) մոնոէդր, 2) պինակոիդ, 3) դիէդրը հարթության հետ, 4) դիէդրը առանցքով, 5) ռոմբային պրիզմա, 6) ռոմբային տետրաէդր, 7) ռոմբային բուրգ, 8) ռոմբային երկբուրգ.

Միջին կարգի սինգոնիաները խմբավորվում են սիմետրիայի մեկ գլխավոր առանցքով (տետրագոնային, ռոմբոէդրային և հեքսագոնային սինգոնիաներ, *նկ. 12*):



Նկար 12. Հեքսագոնային սինգոնիայի առանձին նիստը (Բ) և բյուրեղագիտական առանցքները (Ա)

Ուղղանկյուն սինգոնիաների կարգին են պատկանում սիմետրիայի խմբեր՝ մի քանի գլխավոր առանցքներով (խորանարդային սինգոնիա, *նկ. 13, 14*):

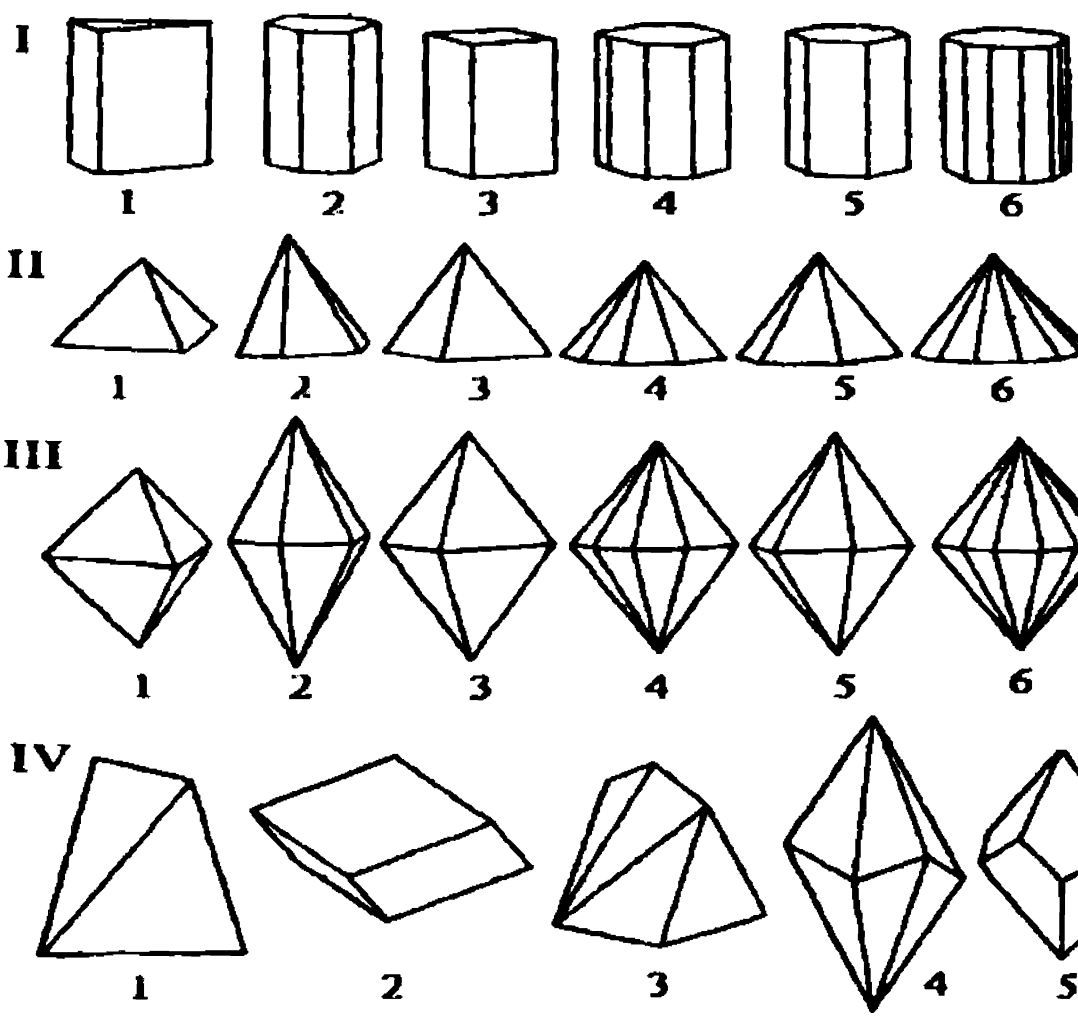


Նկար 13. Խորանարդային սինգոնայի պարզ ձևերը .

I. Տետրաէդրի շարքը՝ 1) տետրաէդր, 2) տրիգոնտրիտետրաէդր, 3) տետրագոնտրիտետրաէդր, 4) պենտագոնտրիտետրաէդր (աջ), 5) հեքսատետրաէդր,

II Օկտաէդրի շարքը՝ 1) օկտաէդր, 2) տրիգոնտրիօկտաէդր, 3) տետրագոնտրիօկտաէդր, 4) պենտագոնտրիօկտաէդր (աջ), 5) հեքսօկտաէդր,

III. 1) խորանարդ (հեքսաէդր). 2) տետրահեքսաէդր, 3) ռոմբոդոդեկաէդր, 4) պենտագոնդոդեկաէդր:



Նկար 14. Միջին սինգոնիաների պարզ ձևերը

I. Պրիզմաներ՝ 1) տրիգոնային, 2) դիտրիգոնային, 3) տետրագոնային, 4) դիտետրագոնային, 5) հեքսագոնային, 6) դիհեքսագոնային,

II Բուրգեր՝ 1) տրիգոնային, 2) դիտրիգոնային, 3) տետրագոնային, 4) դիտետրագոնային, 5) հեքսագոնային, 6) դիհեքսագոնային,

III. Կրկնաբուրգեր՝ 1) տրիգոնային, 2) դիտրիգոնային, 3) տետրագոնային, 4) դիտետրագոնային, 5) հեքսագոնային, 6) դիհեքսագոնային,

IV. 1) տետրագոնային տետրաէդր, 2) ռոմբաէդր, 3) տետրագոնային սկալենոէդր, 4) դիտետրագոնային սկալենոէդր, 5) տետրագոնային տրապեցոէդր:

Պոլիմորֆիզմ

Նախկինում կարծում էին, թե ամեն մի բնական քիմիական միացություն բյուրեղանում է որոշակի սիմետրիայում և ունի ուրույն բյուրեղային կառուցվածք: Այդպիսի տեսակետ գարգացրեց հատկապես ականավոր գիտնական Ռ. Ժ. Հայուին XIX դարի սկզբներին:

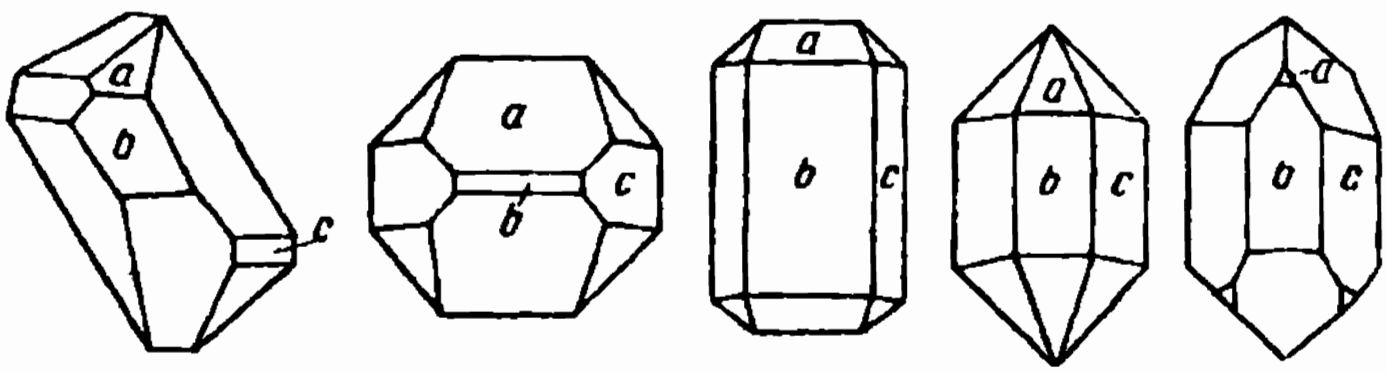
Սակայն Է. Միտչերլիխը ապացուցեց, որ միևնույն քիմիական կազմ ունեցող միներալը կարող է հանդես գալ տարբեր բյուրեղային կառուցվածքներով: Պարզվեց, որ միևնույն նյութն ի վիճակի է տալու ոչ միայն երկու, այլև ավելի բյուրեղային կառուցվածքներ:

Քիմիական միևնույն բաղադրությամբ միներալի տարբեր կառուցվածքներ տալու ունակությունը կոչվում է *պոլիմորֆիզմ*, որը բառացիորեն նշանակում է բազմաձևություն (հուն. *պոլի*՝ շատ, բազմաթիվ, *մորֆե*՝ ձև): Պոլիմորֆիզմի ցայտուն օրինակներ են ալմաստը և գրաֆիտը (C), կալցիտը և արագոնիտը ($CaCO_3$), պիրիտը և մարկազիտը (FeS_2), որոնք ունեն նույն բանաձևը, բայց բյուրեղանում են տարբեր սինգոնիաներում: Այսպես, ալմաստը բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում, գրաֆիտը՝ հեքսագոնաինում, կալցիտը՝ ռոմբոէդրայինում, արագոնիտը՝ խորանարդաինում, մարկազիտը՝ օրթոռոմբաինում:

Միևնույն նյութի՝ տարբեր կառուցվածքներով հանդես գալու ունակությունը բացատրվում է արտաքին ֆիզիկաքիմիական պայմանների փոփոխությամբ: Այդ տեսակետից առանձնակի նշանակություն ունի ջերմաստիճանը:

Որոշ դեպքերում պոլիմորֆիզմի երևույթը կապված է լինում միներալի կառուցվածքի աննշան փոփոխության հետ: Օրինակ, կարող են տեղի ունենալ ստրուկտուրային միավորների տեղաշարժեր: Այդպիսի փոփոխություններ նկատվում են α քվարցից β քվարցի անցման ժամանակ:

Միևնույն նյութի պոլիմորֆ տեսակները անվանում են *մոդիֆիկացիաներ* Սրանք իրարից այնքան են տարբերվում, որ ստացել են հատուկ անուններ (ալմաստ և գրաֆիտ, պիրիտ և մարկազիտ, ռուտիլ, բրուկիտ և անատազ և այլն): Պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաները նշանակելու համար կիրառում են նաև հունարեն α, β, γ և այլ տառեր (օր.՝ α ծծումբ, β ծծումբ, α քվարց, β քվարց (*նկ. 15*) և այլն):



Նկար 15. Քվարցի տարբեր տեսքի բյուրեղներ

Տարբեր միներալներ ունեն տարբեր քանակության մոդիֆիկացիաներ՝ երկու, երեք և ավելի. FeS_2՝ 2, S՝ 6, SiO_2՝ 9 և այլն: Սակայն բնության մեջ տարածված է դիմորֆիզմը՝ երկու մոդիֆիկացիաների դեպքը: Երբեմն ամեն մի մոդիֆիկացիա տալիս է իր իզոմորֆ շարքը, որը կոչվում է *իզոդիմորֆիզմ* օրինակ, ռոմբոէդրային կարբոնատները (մագնեզիտ, սֆերոկոբալտիտ, սիդերիտ, սմիտսոնիտ. ռոդոխրոզիտ, օտավիտ, կալցիտ) և օրթոռոմբային կարբոնատները (արագոնիտ, ստրոնցիանիտ, ցերուսիտ, վիտերիտ):

Պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաները առաջանում են որոշակի ֆիզիկաքիմիական պայմաններում: Սակայն տարբեր միներալների մոդիֆիկացիաները կայուն են ջերմաստիճանի և ճնշման փոփոխությունների միանգամայն տարբեր սահմաններում: Օրինակ, եթե ծծմբի պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաների անցումները կատարվում են արտաքին գործոնների փոփոխությունների նեղ սահմաններում, ապա ածխածնի մոդիֆիկացիաների անցումները տեղի են ունենում շատ լայն սահմաններում:

Տարբերում են երկու տեսակի պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաներ՝ կայուն կամ ստաբիլ և անկայուն կամ լաբիլ, ինստաբիլ, մետաստաբիլ: Կայուն կոչվում են այն մոդիֆիկացիաները, որոնք իրենց առաջացմանը համապատասխանող ջերմաստիճանի և ճնշման սահմաններում հնարավոր չէ փոխել տվյալ միներալի այլ մոդիֆիկացիաների: Անկայուն մոդիֆիկացիաները տվյալ ջերմաստիճանի և ճնշման դեպքում ինքնաբերաբար կարող են անցնել մյուս մոդիֆիկացիաներին: Կայուն մոդիֆիկացիաները անկայուններից տարբերվում են փոքր լուծելիությամբ և հալման բարձր ջերմաստիճանով: Պոլիմորֆ փոփոխությունները կամ դարձելի են, կամ կատարվում են մեկ ուղղությամբ: Առաջին տեսակի փոփոխությունները կոչվում են *էնանտիոտրոպ* (հուն. *էնանտիոս* – հետադարձ հակադարձ, *տրոպոս* – փոփոխություն), իսկ երկրորդ տեսակը՝ *մոնոտրոպ* (հուն. *մոնո*՝ մեկ):

Էնանտիոտրոպ փոփոխությունների լավ օրինակներ են քվարցը և ծծումբը: Սովորական ճնշման պայմաններում սիլիկահողը տալիս է հետևյալ մոդիֆիկացիաները՝ α քվարց 0-573^0C, β քվարց 573^0C, տրիդիմիտ 870^0-1470^0C, կրիստոբալիտ 1470^{0}C-1710^0C: Ջերմաստիճանի իջեցման ժամանակ կրիստոբալիտը նորից փոխվում է տրիդիմիտի, վերջինս՝ β քվարցի, իսկ β քվարցը՝ α քվարցի: Ռոմբային ծծումբը 95,5^0C փոխվում է մոնոկլինային ծծմբի, բայց ջերմաստիճանը նվազեցնելիս վերջինս նորից փոխվում է ռոմբային ծծմբի:

Իզոմորֆիզմ

Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն, ատոմների և իոնների փոխադարձ տեղակալումը բյուրեղային ցանցի հանգույցներում կոչվում է *իզոմորֆիզմ*: Այս երևույթը մեծ տարածում ունի երկրա-

կեղևում, որի ապարների կազմում մասնակցող ամենագլխավոր միներալների գերակշռող մասը՝ դաշտային սպաթները, պիրոքսենները, ամֆիբոլները և այլն իզոմորֆ խառնուրդներն են:

Իզոմորֆիզմի երևույթն տեսական և կիրառական կարևոր նշանակություն ունի: Այն հնարավորություն է տալիս ճիշտ ըմբռնելու երկրակեղևում քիմիական տարրերի բազմազան զուգորդությունների առաջացման պատճառները: Մյուս կողմից, իզոմորֆիզմի օրենքների հիման վրա կարելի է կանխագուշակել բազմաթիվ, քիչ տարածված արժեքավոր քիմիական տարրերի ներկայությունը լայն տարածում ունեցող միներալների կազմում:

Իզոմորֆիզմ (հուն. *իսոս*՝ նման, *մորֆե*՝ ձև) տերմինն առաջին անգամ օգտագործել է գերմանացի քիմիկոս Է. Միտչերլիխը, 1919 թ.. Սկզբնական շրջանում այդ տերմինի տակ հասկացվել է քիմիական կազմով մոտ նյութերի բյուրեղային ձևի արտաքին նմանությունը:

Գրեթե նույն ժամանակամիջոցում խառը բյուրեղների ուսումնասիրման հիման վրա հաստատվեց, որ բյուրեղում երկու իզոմորֆ նյութերի ատոմները փոխադարձաբար կարող են տեղակալվել փոփոխական քանակությամբ:

Հետագայում պարզվեց, որ ատոմների կամ նրանց խմբերի իզոմորֆ տեղակալումները միներալների բյուրեղներում բավականին տարածված երևույթ են:

Իզոմորֆ ձևով խառնված նյութի քանակությունը երբեմն այնքան մեծ է լինում, որ այն հաշվի է առնվում բանաձևի մեջ: Այսպես, օլիվինի բանաձևում՝ $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$, մագնեզիումի իոնները տեղակալված են երկաթի իոններով, և նշված միներալը փաստորեն երկու իզոմորֆ նյութերի (ֆորստերիտի և ֆայալիտի) խառը բյուրեղներ է: Դրա համար էլ միներալոգիայի մեջ նրանք կոչվել են խառը կամ իզոմորֆ խառնուրդներ: Սակայն խառնվող նյութերն օրինաչափորեն այնպես են թափանցված իրար մեջ, որ հանդես են գալիս որպես միատար առաջացումներ:

Իզոմորֆ խառնուրդները կոչվում են նաև պինդ լուծույթներ, հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ պինդ բյուրեղային ֆազը լուծույթների նման բաղկացած է մի քանի քիմիական միացություններից:

Ագրեգատների ձևաբանությունը (մորֆոլոգիան)

Բնության մեջ միներալներն ավելի հաճախ հանդես են գալիս ագրեգատներով, քան միայնակ բյուրեղներով: Հաշվի առնելով նրանց մորֆոլոգիան, տարբերում են հետևյալ տիպի ագրեգատները՝ հոծ, հատիկային, դենդրիտներ, դրուզներ, սեկրեցիաներ, կոնկրեցիաներ, մակահոսման ձևեր և այլն:

Հոծ և հատիկային ագրեգատները առաջանում են մեկ կամ մեկից ավելի միներալների հատիկների կուտակման հետևանքով: Միներալնե-

րի գերակշռող մասը հանդես է գալիս հոծ, հատկապես հատիկային ագրեգատներով:

Հոծ կոչվում են այն ագրեգատները, որոնց անհատներն ունեն փոքր չափեր, իսկ նրանց միջև մակրոսկոպիկ սահմանները լավ չեն արտահայտված:

Հատիկային ագրեգատներն ունեն ամենամեծ տարածումը: Այդպիսին են երկրակեղևում հսկայական տարածություններ գրավող ինտրուզիվ ապարները, նաև սուլֆիդները և այլ հանքանյութեր: Այս տիպի ագրեգատների բնութագրման համար կարևոր նշանակություն ունեն անհատների չափերը: Այդ տեսակետից տարբերում են հավասարահատիկ և անհավասարահատիկ ագրեգատներ: Միևնույն տիպի ապարում տարբեր միներալների հատիկներն տարբեր չափեր ունեն: Ա. Կ. Բոլդիրևն ըստ բյուրեղային անհատների չափերի առանձնացնում է հետևյալ խմբի ագրեգատները.

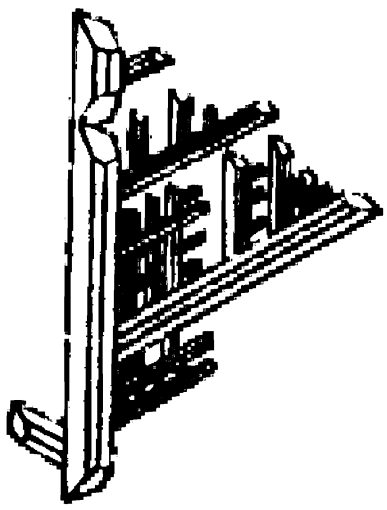
1. Շատ խոշորահատիկ՝ միջին չափերը 10 *մմ*-ից ավելի են:
2. Խոշորահատիկ՝ միջին չափերը 5-ից մինչև 10 *մմ*:
3. Միջահատիկ՝ միջին չափերը 1-ից մինչև 5 *մմ*:
4. Նրբահատիկային՝ խոշորացույցում հազիվ նշմարվող չափերից մինչև 1 *մմ*:
5. Չափազանց նրբահատիկային (հոծ)՝ խոշորացույցով չնշմարվողից մինչև նշմարվող չափերը:

Այլ հեղինակներ հատիկների չափերի հիման վրա տարբերում են՝ 1) խոշորահատիկ ագրեգատներ, որոնց հատիկների չափերը 5 *մմ*-ից ավելի են, 2) միջահատիկ՝ 1-5 *մմ*, 3) նրբահատիկային, որոնց հատիկայնությունը որոշվում է խոշորացույցի կամ մանրադիտակի տակ:

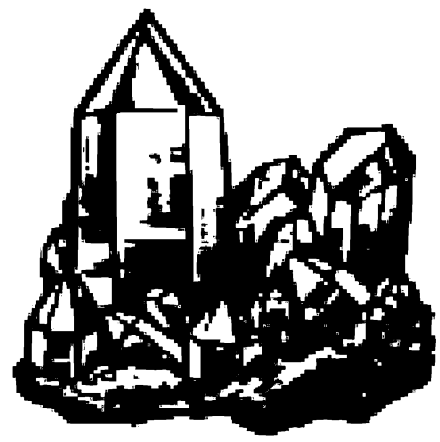
Հատիկային ագրեգատները բնութագրվում են նաև ըստ հատիկների ձևերի. օրինակ, թիթեղային տեսքի բյուրեղների դեպքում ագրեգատները կոչվում են *թերթային* կամ *թիփուկային*: Մեկ ուղղությամբ, ձգված տեսքի բյուրեղների դեպքում՝ ձողաձև, ասեղնաձև, թելային, վերջիններս ճառագայթային դասավորության դեպքում՝ ռադիալ-ճառագայթային.

Չորրորդ ագրեգատնային տիպը գործնականում ընդունված է անվանել մանրահատիկ: Ինչպես վերևում նշվեց, եթե անհատներն ունեն փոքր չափեր, և սովորական աչքով նրանց սահմանները պարզ չեն երևում, այդպիսի ագրեգատները կոչվում են *հոծ*: Նրանց անվանում են նաև *համատարած* կամ *զանգվածային ագրեգատներ*:

Դենդրիտները արտաքինով նման են ծառի ճյուղերի, ըստ որում ճյուղավորված ձևերը կազմված են այնպիսի բյուրեղային անհատներից, որոնք հարաճված են զուգահեռ կամ մակլման դրության մեջ: Նրանք որոշ ուղղություններով բյուրեղների արագ աճման հետևանք են (*նկ. 16*): Լավ արտահայտված դենդրիտներ են գոյացնում մանգանի օքսիդները, պղինձը, արծաթը և այլ բնածին քիմիական տարրեր:



Նկար 16. Բնածին պղնձի դենդրիտաձև բյուրեղները



Նկար 17 Քվարցի բյուրեղների դրուզը

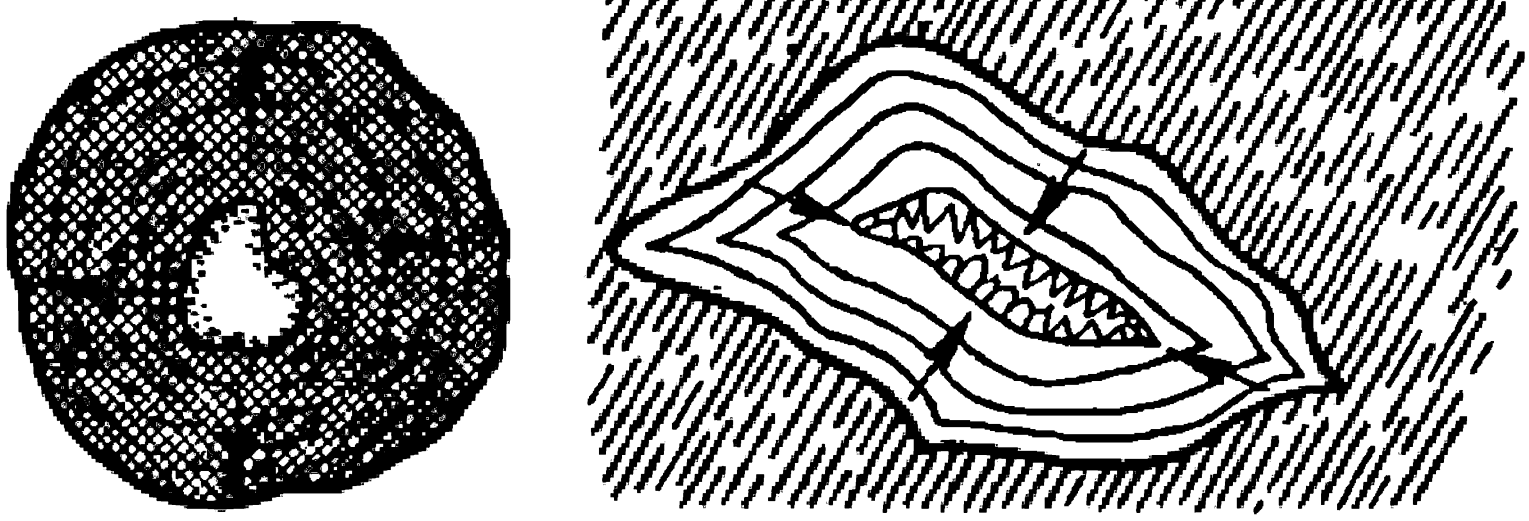
Դրուզը միևնույն միներալի կամ մեկից ավելի միներալների բյուրեղների խումբն է, որոնք իրար միացված են ընդհանուր հիմքով (*նկ. 17*): Դրուզները առաջանում են ազատ տարածություններում՝ ապարների դատարկություններում, ճեղքվածքների խորշերում, որի պատճառով ստացվում են խոշոր, կատարյալ բյուրեղներ: Դատարկությունները լինում են տարբեր մեծությունների՝ փոքր ծակոտիներից մինչև շատ մեծ չափեր ունեցող:

Ըստ Դ. Պ. Գրիգորևի և Գ. Գ. Լեմլեյնի, դրուզի ձևավորման համար կարևոր նշանակություն ունեն բյուրեղային սաղմերի ձևերը, հիմքի (սուբստրատի) ազդեցությունն այդ սաղմերի վրա և սաղմերի փոխազդեցությունը նրանց հետագա աճման ժամանակ:

Սեկրեցիաները դատարկություններ են ապարների մեջ, որոնք լցված են միներալներով: Միներալային նյութի նստեցումը կատարվում է դատարկության պատերից դեպի կենտրոն: Փոքր չափերի (մինչև 10 *մմ*) սեկրեցիաները կոչվում են *մինդալիններ*, իսկ մեծերը՝ *ժեոդներ* (*նկ. 18*):

Ա

Բ



Նկար 18. Կոնկրեցիա (Ա) և սեկրեցիա (Բ)

Շատ հաճախ դատարկության պատերից դնպի կենտրոն նկատվում են հաջորդաբար փոխանցվող կոնցենտրիկ շերտեր, որոնք իրարից տարբերվում են գույնով, երբեմն՝ միներալային կազմով:

Փոքր դատարկությունները մեծ մասամբ լցված են լինում միներալներով, որոնց կենտրոնական մասում կարելի է տեսնել ռադիալ-ճառագայթային ագրեգատներ:

Մեծ սեկրեցիաների խոռոչներում հաճախ նկատվում են տարբեր միներալների դրուզներ կամ մակահոսման ձևեր:

Կոնկրեցիաները գնդաձև կամ ոսպնյակաձև առաջացումներ են, որոնք գոյացել են որևէ կենտրոնի շուրջը միներալային նյութի նստեցման ճանապարհով, այն կոմպոնենտների հաշվին, որոնք ներփակող ապարներում գտնվում են ցրված վիճակում: Կոնկրեցիաներ հաճախ առաջացնում են երկաթի և մանգանի օքսիդները, պիրիտը, մարկազիտը, սիլիկահողը, կալցիումի կարբոնատները, ֆոսֆորիտը: Կոնկրեցիաները գոյանում են փխրուն նստվածքային ապարներում (կավերում, ավազներում), ապարների քայքայման հողային արդյունքներում:

Կոնկրեցիաներն ունեն տարբեր ներքին կառուցվածք՝ ռադիալ-ճառագայթային, կոնցենտրիկ-կեղևային և համատարած: Կոնկրեցիաների կենտրոնական մասերում կարող են լինել դատարկություններ, որոնցում տեղադրվում են օտար նյութեր:

Կոնկրեցիաների չափերը տատանվում են լայն սահմաններում՝ մանրադիտակայանից մինչև մի քանի մետր (երբեմն 30 *մ*-ից ավելի): Մի քանի *մմ* տրամագիծ ունեցող կոնկրեցիաները կոչվում են *օոլիտներ* և *սֆերոլիտներ*, որոնք երկուսն էլ գնդաձև են, սակայն իրարից տարբերվում են ներքին կառուցվածքով: Օոլիտները օժտված են կոնցենտրիկ-կեղևային, իսկ սֆերոլիտները՝ ռադիալ-ճառագայթային կառուցվածքով:

Օոլիտներն առաջանում են ջրային միջավայրում: Նրանց շերտերը մակաճում են որևէ կենտրոնի շուրջը, որը կարող է լինել ավազ, խեցու կտոր, նույնիսկ օդի բշտիկ և այլն: Օոլիտները, սովորաբար, ցեմենտանալով վեր են ածվում ապարների:

Սֆերոլիտներն առաջանում են տարբեր ուղղությամբ կողմնորոշված բյուրեղների խմբերից կամ միայնակ բյուրեղի մանրացումից: Բոլոր բարակ, ճգված բյուրեղները կարծես իրար են միանում սֆերոլիտի կենտրոնում:

Մակահոսման ձևերն առաջանում են այն ժամանակ, երբ նոր միներալային նյութն աստիճանաբար հոսում է նախորդ ձևավորված նյութերի մակերևույթով: Մակահոսման ձևերին պատկանում են բողբոջաձև, ողկույզաձև, լուլաձև ագրեգատային ձևերը, ինչպես նաև օոլիտներն ու ժեոդները:

Մակահոսման ամենից շատ տարածված ձևերից բողբոջաձև ագրեգատներն են, որոնք առաջանում են մակերևույթային պայմաններում:

Այդպիսի ձևերով հաճախ հանդես են գալիս գորշ երկաթաքարը, մալախիտը, սմիտսոնիտը, հեմատիտը և այլն:

Մակահոսման ձևերը գոյանում են նաև բյուրեղների մանրացման հետևանքով: Գ. Պ. Գրիգորևը մալախիտի մի քանի նմուշների ուսումնասիրության հիման վրա ցույց է տվել, որ կուպրիտի շերտը մալախիտի սֆերոլիտների առաջացման համար ծառայել է որպես անցքերով միջնապատ: Այդ անցքերով անցած մալախիտի բյուրեղները դարձել են նոր կենտրոններ սֆերոլիտների ծագման համար: Այդպիսով ստացվել է մալախիտի բողբոջաձև ագրեգատ:

Յուրահատուկ ագրեգատային ձևեր են «ապակյա գլխարկը», ստալակտիտները, ստալագմիտները:

«Ապակյա գլխարկը» արտաքին մակերևույթում օժտված է ապակյա փայլով և բնորոշ է ներքին կառուցվածքով՝ ունի շառավղային և միևնույն ժամանակ շերտային կառուցվածք:

Ստալակտիտները և ստալագմիտները միներալների լուլայաձև ագրեգատներն են, որոնք առաջանում են ապարների դատարկություններում և սկզբնական շրջանում ունենում են ուղղաձիգ դիրք:

Ստալակտիտներն առաջանում են միներալային նյութի չորացման կամ սառեցման հետևանքով և կախվում են վերևից ներքև: Ստալագմիտներն առաջանում են չորացող լուծույթներից դատարկության հատակում այնտեղ, որտեղ լուծույթների կաթիլները ընկնում են ստալակտիտից:

Ստալակտիտները տարբերվում են ստալագմիտներից մորֆոլոգիական առանձնահատկություններով, որոնք կապված են առաջացման պայմանների հետ: Ստալակտիտները ձգված, ավելի բարակ և երկար են, իսկ ստալագմիտները՝ կարճ ու հաստ: Ստալակտիտները շատ հատուկ են լիմոնիտին, աղերին, կրաքարերին և այլն: Երբեմն ստալակտիտների առանձին մասերը խախտվում են ուղղաձիգ դրությունից, որը կարևոր նշանակություն ունի հանքավայրերում տեղի ունեցող տեղաշարժերի մասին դատելու համար:

Միներալների ֆիզիկական հատկությունները

Միներալներն օժտված են բազմաթիվ ֆիզիկական հատկություններով, որոնց տեսական և կիրառական նշանակությունը շատ մեծ է: Նրանց օգնությամբ առաջին հերթին որոշում են միներալը:

Մի շարք կարևոր ֆիզիկական հատկանիշների շնորհիվ մեծ թվով միներալներ օգտագործվում են տեխնիկայի տարբեր բնագավառներում: Այսպես, իսլանդական սպաթը և ֆլյուորիտը կիրառվում են օպտիկական սարքերի արդյունաբերության մեջ, ռուբինը, շենլիտը, ֆլյուորիտը և այլն՝ մազերներում, լազերներում, գեներատորներում և այլուր: Լեռնային բյու-

րեղից պատրաստում են պիեզոքվարցային թիթեղներ, առանց որի չի կարող գործել ժամանակակից ստորջրյա նավատորմը և այլն:

Որոշ ֆիզիկական հատկանիշներ որոշում են միներալների գործնական արժեքը: Դրանցից են օրինակ, գույնը, փայլը և կարծրությունը ալմաստի, զմրուխտի, ակվամարինի, ռոդոնիտի, տոպազի և այլ թանկարժեք քարերի համար:

Ֆիզիկական հատկանիշների մի մասը անզեն աչքով նկատելի է (գույնը, թափանցիկությունը, փայլը, հերձումը, կոտրվածքը): Սակայն բազմաթիվ ֆիզիկական հատկությունների որոշումը պահանջում է մանրակրկիտ ուսումնասիրություն: Դրանց թվին առաջին հերթին պետք է դասել օպտիկական հատկանիշները, որոնք առավել մեծ դեր են խաղում միներալների ճանաչման ասպարեզում:

Միներալների ֆիզիկական հատկությունները գտնվում են պատճառական կախվածության մեջ նրանց քիմիական կազմից, ներքին կառուցվածքից և առաջացման պայմաններից:

Միներալի ֆիզիկական հատկությունների և քիմիական կազմի կապը ցայտուն երևում է կատարյալ իզոմորֆ լուծույթների մոտ: Մի ծայրանդամից դեպի մյուս ծայրանդամը ֆիզիկական հատկություններն օրինաչափ կերպով փոփոխվում են՝ կապված քիմիական կազմի փոփոխության հետ: Օրինակ, պլագիոկլազներում ալբիտից ($Na[AlSi_3O_8]$) դեպի անորթիտ ($Ca[Al_2Si_2O_8]$) աճում է անորթիտի քանակությունը՝ ի հաշիվ ալբիտի: Դրա հետ սերտորեն կապված աստիճանաբար մեծանում են տեսակարար կշիռը, բեկման ցուցիչները, երկբեկման ուժը և մյուս հատկանիշները:

Պլագիոկլազների քիմիական կազմի և օպտիկական հատկանիշների միջև կապն այնքան օրինաչափ է, որ վերջիններիս օգնությամբ բավականին մեծ ճշտությամբ որոշում են ալբիտ-անորտիտ իզոմորֆ շարքի յուրաքանչյուր անդամի կազմը:

Ֆորստերիտ ($Mg_2[SiO_4]$) - ֆայալիտ ($Fe_2[SiO_4]$) իզոմորֆ շարքում մագնեզիումի տեղակալումը երկաթով ուղեկցվում է բեկման ցուցիչների, երկբեկման ուժի և խտության բարձրացումով, բայց օպտիկական առանցքների կազման անկյան ($2V$) փոքրացմամբ:

Ճիշտ հակառակ պատկերն է նկատվում ֆայալիտ-տեֆրոիտ ($Mn_2[SiO_4]$) շարքում՝ երկաթի՝ մանգանով տեղակալման ժամանակ:

Ֆիզիկական հատկությունների և ներքին կառուցվածքի կապի ամենահաջող օրինակներն են միներալների պոլիմորֆ մոդիֆիկացիաները: Միևնույն քիմիական կազմ ունեցող միներալը տալիս է տարբեր ձևեր՝ օժտված միանգամայն տարբեր ֆիզիկական հատկանիշներով, որոնք գերազանցապես կապված են մոդիֆիկացիաների ներքին կառուցվածքի առանձնահատկությունների հետ:

Ֆիզիկական հատկությունների պատճառական կախվածությունը միներալների ներքին կառուցվածքից կարելի է ցույց տալ և ուրիշ շատ օրինակներով: Այսպես, անորթիտը ($Ca[Al_2Si_2O_8]$) և գրոսուլյարը ($Ca_3Al_2[SiO_4]_3$) ունեն գրեթե միևնույն քիմիական բաղադրությունը, բայց տարբեր հատկություններ, քանի որ առաջինը պատկանում է կարկասային կառուցվածքի սիլիկատներին, իսկ երկրորդը՝ կղզային կառուցվածքին: Մյուս կողմից, անորթիտի բյուրեղային ցանցում ալյումինի կոորդինացիոն թիվը հավասար է 4-ի, իսկ գրոսուլյարում՝ 6-ի: Ալյումինի կոորդինացիոն թիվը հատկապես ազդում է կարծրության և խտության վրա (անորթիտի կարծրությունը հավասար է 6, խտությունը՝ 2,76, գրոսուլյարինը՝ համապատասխանաբար 7 և 3,53):

Երկրակեղևում ամենատարածված միներալները սիլիկատներն են իրենց մի քանի գլխավոր տիպի ստրուկտուրաներով՝ կղզիացած, շղթայական, շերտային, կարկասային, որոնք ցուցաբերում են տարբեր ֆիզիկական հատկություններ: Այսպես՝ կղզային կառուցվածքի սիլիկատներն ունեն մեծ կարծրություն, հաճախ մուգ գույն, ներծումը բացակայում է:

Միներալների ֆիզիկական հատկությունները կախված են նաև առաջացման պայմաններից: Ֆիզիկաքիմիական պայմաններն ազդում են միներալների քիմիական կազմի և կառուցվածքի վրա, որոնք իրենց հերթին փոփոխում են ֆիզիկական հատկությունները: Օրինակ, միներալների առաջացման ջերմաստիճանի իջեցմանը զուգընթաց ընկնում է գույնի ինտենսիվությունը: Դեռ վաղուց Ա. Ե. Ֆերսմանը ցույց է տվել, որ խորքային պայմաններում բյուրեղացած միներալներին բնորոշ է բաց և սպիտակ գույները, իսկ Երկրի մակերևույթին առաջացած միներալներին՝ մուգ գույնը:

Մագմատիկ պրոցեսների ընթացքում սկզբում բյուրեղանում են այնպիսի միներալները, որոնք հարուստ են խրոմոֆորներով, իսկ հետո դրանց քանակությունը նվազում է, և վերջում անջատվող սիլիկատները սովորաբար գուրկ են խրոմոֆոր տարրերից: Դրանով պետք է բացատրել, որ մագմատիկ հալոցքներից միներալների ամջատման հաջորդականությունը համապատասխանում է գույների խտության իջեցման կարգին:

Պնգմատիտներից վերցրած քվարցի խտությունը հավասար է 2,65, իսկ հիդրոթերմալ ծագմանը՝ 2,63:

Բյուրեղային միներալների ֆիզիկական հատկությունների գերակշռող մասը կախված նիստերի ուղղություններից ենթարկվում է փոփոխության: Այդպիսի հատկությունները կոչվում են *վեկտորիալ* : Այդպիսիք են ներծումը, կարծրությունը, մագնիսական և էլեկտրական հատկությունները: Լույսի տարածման արագությունը և ջերմահաղորդականությունը նույնպես փոփոխվում են, բացառությամբ խարանարդային սինգոնիայի բյուրեղների:

Բոլոր ուղղություններում շատ քիչ ֆիզիկական հատկություններ են մնում անփոփոխ. օրինակ, խտությունը, թափանցիկությունը, լույսի կլանման գործակիցը: Նման նկատելի անիզոտրոպիա չցուցաբերող հատկությունները կոչվում են *սկալյար*:

Գաղտնաբյուրեղային,նուրբ դիսպերսիոն միներալային առաջացումներում դիսպերսային մասնիկներն իրենց բնությամբ անիզոտրոպ են, բայց ընդհանուր նուրբ դիսպերսային զանգվածը ցուցաբերում է հատկությունների իզոտրոպիայի կեղծ տպավորություն: Դա հատկապես վերաբերում է կարծրությանը, առաձգականությանը, լույսի բեկման երևույթին և այլն:

Միներալների ուսումնասիրության ժամանակ շատ կարևոր է նրանց ֆիզիկական հատկությունների որոշումը: Սակայն միներալը ճանաչելիս այդ հատկություններից շատերը էական նշանակություն չունեն:

Հետազոտվող միներալը լրիվ բնութագրող ամենակարևոր հատկություններն են՝ կարծրությունը, փայլը, գույնը, խազի գույնը, հերձումը, կոտրվածքը, մագնիսականությունը, տեսակարար կշիռը, թափանցիկությունը, դյուրահալությունը, կռելիությունը, փխրությունը և այլն:

<u>Կարծրություն</u>. միներալի դիմադրող ունակությունն է արտաքին փորող, հղկող, ծակող և ճնշման ուժի նկատմամբ: Այստեղ մեծ նշանակություն ունի նաև միներալի ամրությունն ու կայունությունը: Միներալների կարծրությունը կախված է նյութի մասնիկների հարակցական ուժի բնույթից, որը որոշվում է բյուրեղային ցանցի ձևից, այսինքն՝ մասնիկների փոխադարձ դասավորությունից: Ինչքան մեծ է մասնիկները կապող էներգետիկ ուժը այնքան մեծ է նրա կարծրությունը: Ինչպես հայտնի է, բյուրեղային նյութերի կառուցվածքը տարբեր ուղղություններում տարբեր է, հետևաբար, տարբեր է նաև նրանց կարծրությունը: Օրինակ՝ կիանիտ կամ դիսթեն միներալի բյուրեղի երկարությամբ կարծրությունը 4 է, իսկ լայնությամբ՝ 6:

Ըստ կարծրության միներալները պայմանականորեն բաժանվում են 10 հիմնական խմբերի. դրանք դասավորված են այնպես, որ հաջորդ խմբի յուրաքանչյուր միներալ խազի նախորդ խմբի միներալներին: Կարծրությունն աճում է 1-ից մինչև 10: Միներալների կարծրության այս կարգը (1811 թ.) առաջադրել է գերմանացի միներալոգ Ֆրիդրիխ Մոսին (1773-1839 թթ.): Ի պատիվ նրա միներալների այդ շարքը կոչվում է *Մոսիի կարծրության սանդղակ*:

1-10 թվերը ցույց են տալիս հաջորդական կարգը և տվյալ միներալի կարծրության աստիճանը:

Այս սանդղակի գործնական նշանակությունը այն է, որ այդ միներալների օգնությամբ. մոտավոր ճշտությամբ, կարող ենք որոշել մյուս միներալների կարծրությունը: Օրինակ՝ ցանկանում ենք որոշել մագնե-

տիտ միներալի կարծրությունը. նրա բյուրեղը խազվում է օրթոկլազի բյուրեղով, իսկ ինքը չի խազում օրթոկլազի բյուրեղին, ուրեմն վերջինս ավելի կարծր է: Փորձույմ ենք, որ մագնետիտի բյուրեղը չի խազվում ապատիտի բյուրեղով: Այսպիսով, կարող ենք ասել, որ մագնետիտն ըստ կարծրության համընկնում է ապատիտի և օրթոկլազի միջև, հետևաբար, նրա կարծրությունը հավասար է 5,5 (մոտավորապես):

Մոոսիի կարծրության սանդղակ

1. Տալկ $3MgO.\ 4SiO_2\ .\ H_2O$
2. Գիպս $CaSO_4\ .\ 2H_2O$ } խազվում են եղունգով
3. Կալցիտ $CaCO_3$
4. Ֆլյուորիտ CaF_2 } խազվում են ապակիով
5. Ապատիտ $[(Ca_5(FCl)\ (PO_4)_3)]$ խազվում է դանակով
6. Օրթոկլազ $K_2O\ .\ Al_2O_3\ 6\ SiO_2$ խազվում է առանձնահատուկ պողպատով
7. Քվարց SiO_2 (բվարցը՝ տոպազով, վերջինս՝ կորունդով)
8. Տոպազ $Al_2(FOH)SiO_4$
9. Կորունդ Al_2O_3
10. Ալմաստ C

Դաշտային հետազոտման պրակտիկայում հիշյալ սանդղակի փոխարեն օգտագործում են սովորական իրեր, օրինակ՝ փափուկ մատիտ, որի կարծրությունը մոտ 1 է:

Եղունգ	«	2-2.5
Պղնձի դրամ	«	3-4
Ապակու կտոր	«	5
Գրչահատ	«	6
Խարտոց	«	7

Այդ իրերը միանգամայն բավարարում են ամենատարածված միներալների կարծրությունը որոշելու համար:

Միներալների կարծրությունն ավելի ճիշտ որոշելու համար օգտվում են *Քնոբելկի* և *Մարտենսի սկլերոմետր* կոչվող գործիքներից:

Ըստ կարծրության միներալները կարելի է բաժանել չորս խմբի՝

ա) *Փափուկ միներալներ.* այն միներալներն են, որոնց վրա եղունգը թողնում է քերծվածք, օրինակ, տալկը, գրաֆիտը, գիպսը: Մյուս կողմից՝ փափուկ միներալները եղունգով հեշտությամբ փշրվում են, մրոտում են ձեռքերը, գրում՝ թղթի վրա:

բ) *Միջին կարծրության միներալներ.* եղունգը քերծվածք չի թողնում միներալի վրա, իսկ միներալը եղունգի վրա թողնում է քերծվածք (անհիդրիդ, կալցիտ, պղնձային կոլչեդան): Միջին կարծրությամբ միներալները քերծվածք չեն թողնում ապակու վրա:

գ) *Կարծր միներալներ.* սրանք քերծվածք են թողնում ապակու վրա, սակայն լեռնային բյուրեղի վրա հետք չեն թողնում, այդպիսիք են քվարց, դաշտային սպաթներ, ծծմբային կոլչեդան և այլն:
դ) *Ամենի կարծր միներալներ.* քերծվածք թողնում են լեռնային բյուրեղի վրա (տոպազ, կորունդ, ալմաստ):

Փայլը. լույսի հոսքն ընկնելով միներալի վրա՝ նրա մի մասը թափանցում է, մի մասը կլանվում է, մյուս մասն անդրադարձվում է միներալի մակերեսից և ստեղծում փայլի տպավորություն: Փայլի ինտենսիվությունը կախված է միներալի բեկման ցուցիչի մեծությունից, որքան մեծ է այն, այնքան ուժեղ է փայլը: Միներալների փայլը կախված չէ գունավորումից:

Տարբերում են փայլի հետևյալ տեսակները՝

ա) *Մետաղական փայլ*, այսպիսի փայլ ունեն ոսկին, արծաթը, պղինձը, միներալներից՝ գալենիտը, անտիմոնիտը, խալկոպիրիտը, պիրիտը, մագնետիտը, մոլիբդենիտը և այլն:
բ) *Կիսամետաղական փայլ*՝ հեմատիտ, կինովար, կուպրիտ, լիմոնիտ և այլն:
գ) *Ալմաստի փայլ*՝ ալմաստ, սֆալերիտ, ցերուսիտ, կինովար և այլն:
դ) *Ճարպի փայլ.* թվում է, թե միներալի մակերեսին ճարպ է քսված, օրինակ՝ բնածին ծծումբ, քվարց, նեֆելին, տալկ և այլն:
ե) *Ապակու փայլ.* միներալի մակերեսը փայլում է ինչպես ապակի: Այսպիսի փայլ ունեն թափանցիկ շատ միներալներ, օրինակ քվարց (լեռնային բյուրեղ), տոպազ, գիպս, քարաղ, դաշտային սպաթներ, բերիլ և այլն:
զ) *Սադափի փայլ.* միներալը փայլում է ինչպես սադափի մակերեսը: Փայլն ավելի ցայտուն է միներալի հերձման հարթությունների վրա: Օրինակ՝ փայլաքար, տալկ, կալցիտ և այլն:
է) *Մետաքսի փայլ.* բացառապես բնորոշ է այն միներալների համար, որոնք ունեն թելավոր կամ ասեղնաձև կառուցվածք: Օրինակ՝ ասբեստ, սելենիտ, մալախիտ և լիմոնիտի մի քանի տեսակները և այլն:

Ըստ փայլի ինտենսիվության տարբերում են՝ ուժեղ փայլողներ, փայլողներ, թույլ փայլողներ, առկայծողներ, կաթնագույն կամ անփայլ միներալներ:

Միներալը ճանաչելու ընթացքում փայլը ճանաչողական շատ կարևոր հատկանիշներից մեկն է:

Գույնը: Բնության մեջ միներալները հանդիպում են բազմազան գույներով: Վաղ անցյալում, երբ մանրադիտակային և քիմիական տեխնիկան դեռևս հարկ եղած չափով զարգացած չէր, միներալը որոշելու ժամանակ գույնը համարվում էր գլխավոր հատկանիշներից մեկը: Սակայն նման մոտեցումը ճիշտ չէ, քանի որ միներալի գույնը կամ նրա գունավորումը կայուն հատկանիշ չէ բոլոր միներալների համար: Շատ հաճախ

միևնույն միներալը հանդիպում է տարբեր գույներով, օրինակ՝ ֆլյուորիտը լինում է կանաչ, մանուշակագույն, մոխրագույն, դարչնագույն, դեղին, երբեմն՝ անգույն: Կալցիտը անգույն, սպիտակ, դեղին, կանաչ, երկնագույն, մանուշակագույն, շագանակագույն և անգամ՝ սև: Դաշտային սպաթները՝ սպիտակ, դեղին, կարմիր, կանաչ, մուգ-մոխրագորշ:

Միներալների այսպիսի բազմազան գույները հիմնականում կախված են նրանց քիմիական բաղադրությունից, կողմնակի խառնուրդների առկայությունից,բյուրեղի ներսում ատոմների և իոնների վիճակից, միներալի մեջ լույսի ճառագայթների ցրումից, լուսային ալիքների ինտերֆերենցումից և դիֆրակցիայից:

Սակայն կան այնպիսի միներալներ, որոնց համար գույնը կայուն հատկանիշ է, օրինակ՝ պիրիտը միշտ ունի պայծառ արույրա-դեղին գույն, մալախիտը՝ կանաչ, ազուրիտը՝ կապույտ, բնածին ոսկին՝ ոսկեդեղին, բնածին ծծումբը՝ դեղին և այլն:

Որոշ դեպքերում միներալի գունավորումն այնքան բնորոշ է, որ բացի միներալը ճանաչելուց, ցույց է տալիս նաև միներալի համեմատական քիմիական բաղադրությունը: Օրինակ՝ պղնձի ջուր պարունակող բոլոր աղերը կանաչ կամ կապույտ են, սիլիկատները՝ սև կամ կանաչավուն: Սիլիկատների այսպիսի գունավորումը ցույց է տալիս, որ նրանց մեջ մասնակցություն ունեն երկաթի և մագնեզիումի միացությունները:

Միներալների գունավորումն ամենից առաջ կախված է նրանց քիմիական բաղադրությունից: Միներալի բաղադրության մեջ մտնող յուրաքանչյուր տարր և յուրաքանչյուր քիմիական միացություն միներալին տալիս է որոշակի և շատ բնորոշ գունավորում: Պղնձի ածխաթթվային միացություններ պարունակող միներալները ստանում են կանաչ կամ կապույտ գույն, օրինակ, մալախիտը՝ կանաչ, ազուրիտը՝ կապույտ: Կորունդը մաքուր տեսքով անգույն և թափանցիկ է, իսկ Cr_2O_3 խառնուրդի առկայությամբ ձեռք է բերում կանաչ գույն (զմրուխտ), քրոմ (Cr) էլեմենտի խառնուրդի դեպքում ստանում է կարմիր գույն (ռուբին): Երկաթը (Fe) և տիտանը (Ti) կորունդին տալիս են կապույտ գույն (սապֆիր): Երկաթի-օքսիդ պարունակող միներալները ձեռք են բերում կարմիր, մուգ շագանակագույն, կարմիր-մուգ-շականակագույն, օխրա-դեղին գույն, օրինակ՝ վարդագույն քվարցը, կարմիր երկաթաքարը (հեմատիտ), գորշ երկաթաքարը (լիմոնիտ): Կարնալիտի, ագաթի, դաշտային սպաթի կարմիր և դեղին գույները ստացվում են հեմատիտի մանր թեփուկների խառնուրդի առկայությամբ: Մի քանի միներալների գունավորումն առաջանում է սպիտակ լույսի ցրումից և արտահայտվում է երանգներով, խայտաբղետ գույների խառով (իրիզացիա), օրինակ՝ կովելինը (CuS), ազնիվ օպալը ($SiO_2 \cdot nH_2O$), լաբրադորը, նավթի փուռը ջրի մակերեսի վրա և այլն:

Ըստ ակադեմիկոս Ա. Ե. Ֆերսմանի, գունավորման առաջացման պատճառների տեսակետից միներալները կարելի է բաժանել երեք խմբի.

ա) **Իդիոքրոմատիկ** (հուն. *իդիոս*՝ սեփական), այս խմբի միներալները հանդիպում են իրենց սեփական գունավորմամբ, որը կախված է հենց իրեն՝ միներալին գունավորող նյութից, օրինակ՝ ծծումբը, գրաֆիտը, քնածին մետաղները,հեմատիտը,մալախիտը: Մի քանի այլ միներալների գունավորումը կախված է բյուրեղի կառուցվածքի առանձնահատկություններից, օրինակ՝ լազուրիտը, սոդալիտը և այլն:

բ) **Ալոքրոմատիկ** (հուն. *ալլոս*՝ օտար), այս խմբի միներալների գունավորումը կապված է օտար (կողմնակի) խառնուրդների հետ (գունավորված միներալներ), որոնք փոխվում են ոչ միայն գունավորող նյութի բնույթից, այլև նյութի վիճակից, մասնիկների մեծությունից, ցրվածությունից, քանակից, օրինակ՝ թանկարժեք քարերը (կորունդ, տուրմալին, տոպազ, շպինել) հանդիպում են կարմիր, կապույտ, դեղին և կանաչ գունավորումով:

գ) **Պսևդոքրոմատիկ** (կեղծ գունավոր), միներալի գունավորումը կախված է արեգակի լույսի ցրումից և լույսային ալիքների ինտերֆերենցիայից ու դիֆրակցիայից: Միներալները երևում են խայտաբղետ գույների երանգներով, օրինակ՝ օպալը, կովելինը, լաբրադորը:

Համաձայն Վերների դասակարգման, միներալների համար բնորոշ են ութ գլխավոր գույներ.

1. Սպիտակ (ձյունասպիտակ)՝ մարմար:
2. Դեղին (լիմոնադեղին)՝ աուրպիգմենտ:
3. Կարմիր (դարչնակարմիր)՝ ռուբին, շպինել:
4. Կանաչ (զմրուխտականաչ)՝ զմրուխտ, մալախիտ:
5. Կապույտ (քոբալտյան կապույտ)՝ սապֆիր:
6. Գորշ (մոխրագորշ)՝ խալցեդոն:
7. Շականակագույն (մուգ-շականակագույն)՝ հասպիս:
8. Սև (թավշասև)՝ օբսիդիան:

Այսպիսով, դաշտային պայմաններում միներալների որոնման և հետազոտման ժամանակ նրանք բացակայում են համապատասխան սարքավորումները, հարկ է լինում օգտվել, միներալների գույնից, բայց այստեղ պահանջվում է մեծ զգուշություն:

<u>Խազի գույնը</u>. միներալները որոշելու ժամանակ ճանաչողական կարևոր հատկանիշներից մեկը հանդիսանում է միներալի խազի փոշու գույնը: Միներալի բնական կտորի գույնը և նրա խազից ստացված փոշու գույնը երբեմն խիստ տարբեր են և այս առանձնահատկությունը որոշակի նշանակություն ունի միներալը որոշելու գործում:

Փորձարկման ենթակա միներալի փոշին ստանալու համար օգտվում են շատ հասարակ միջոցից· վերցնում են չփայլեցրած «խորդուբորդ» մակերես ունեցող ճենապակյա թիթեղ (ավելի կարծր քան միներալը) և միներալը թույլ սեղմումով քսում են այդ թիթեղի մակերեսին,

միներալի վրա առաջացնում է բնորոշ խազ, իսկ թիթեղի վրա մնում է միներալի փոշին:

Դիտելով խազը կամ փոշին պարզ երևում է, որ գույնը միանգամայն տարբերվում է միներալի գույնից: Օրինակ՝ պիրիտը պայծառ արույրա-դեղին է, իսկ փոշու գույնը սև, թույլ կանաչ երանգով. Հեմատիտը սև, պողպատագորշ, դարչնա-կարմիր է, նրա խազը կամ փոշին՝ բալակարմիր: Լիմոնիտը շագանակագույն կամ դեղնա-շագանակագույն է, խազը՝ օխրա-դեղին: Մալախիտը կանաչ է, խազը՝ խնձորականաչ՝

Սակայն այս երևույթն ընդհանուր չէ բոլոր միներալների համար: Մի շարք դեպքերում խազի կամ փոշու գույնը համընկնում է միներալի գույնի հետ: Օրինակ՝ կինովարի և իր փոշու գույնը նույնն է (կարմիր), մագնետիտինը՝ սև, լազուրիտինը՝ կապույտ և այլն:

<u>Հներում և կոտրվածք</u>. բյուրեղների և բյուրեղային հատիկների որոշակի ուղղությամբ հարթություններով ճեղքվելու ունակությունը կոչվում է *հներում*: Միներալի հներումը բացառապես կապված է նրա ներքին կառուցվածքի հետ:

Տարբերում են հներման չորս աստիճան՝

ա) **Լիիստ կատարյալ հներում**. միներալը որոշակի ուղղությամբ հեշտությամբ բաժանվում է բարակ թերթիկների կամ թիթեղների, և ստացվում են հարթ ու փայլուն մակերեսով հներման հարթություններ: Այդպիսի հներում ունեն փայլարները, գիպսը:

բ) **Կատարյալ հներում**. մուրճի ցանկացած հարվածի դեպքում միներալը փշրվում է առանձին բեկորների, որոնք սահմանափակված են հներման հարթություններով: Միներալներից որևէ մեկի կատարյալ հներումը կարող է կատարվել մեկ ուղղությամբ (տոպազ), երկու ուղղությամբ (դաշտային սպաթներ) և երեք ուղղությամբ (կալցիտ, քարաղ, ֆլյուորիտ):

գ) **Միջին հներում**. միներալի հներումը կատարվում է թույլ և պատահական ուղղություններով: Նրա ճեղքման ժամանակ ստացվում են բեկորներ, որոնց մեջ պարզ դիտվում են թե հներման հարթությունները և թե անհավասար կոտրվածքներ: Այդպիսի հներում ունեն դաշտային սպաթները, հորնբլենդը, ֆլյուորիտը և այլն.

դ) **Անկատար հներում**. հայտնաբերվում է դժվարությամբ, այն պետք է փնտրել միներալի բեկորներում: Միներալի ճեղքման ժամանակ ստացված բեկորների մեծ մասը սահմանափակված է կոտրվածքի անկանոն մակերեսներով: Օրինակ՝ ապատիտը, կասիտերիտը, քվարցը, պիրիտը, կորունդը և այլն:

Միներալների ճեղքման ժամանակ ստացվում են կամ ուղիղ հարթություններ, երբ նրանք ճեղքվում են հներման ուղղությամբ, կամ անհարթ մակերեսներ, որը կոչվում է *կոտրվածք* Միներալի հներումն որքան կատարյալ է, այնքան դժվար է հաստատել կոտրվածքի բնույթը:

վերջինս առանձնապես տիպիկ է անկատար հերձում ունեցող միներալների համար:

Միներալների որոշման համար բնորոշ են կոտրվածքի հետևյալ տեսակները.

ա) **Խեցանման**. կոտրվածքը խեցու ներքին մակերևսի նման է, ինչպես՝ քվարցի, օբսիդիանի, օպալի, խալցեդոնի մոտ:

բ) **Փշանման**. կոտրվածքի մակերեսների վրա նկատելի են մանր կիսագատ փշեր, այդպիսի կոտրվածք ունեն ասբեստը, սիլիցիումը, հորնբլենդը:

գ) **Կեռանման**. կոտրվածքի մակերևսը ծածկված է մանր կեռչաններով, ինչպես օրինակ՝ բնածին պղնձինը, արծաթինը և մյուս կռելի մետաղներինը:

դ) **Հողանման**. կոտրվածքի մակերևսը փայլատ է և ծածկված մանր փոշով, ինչպես օրինակ կաոլինի և բոքսիտի մոտ:

<u>Տեսակարար կշիռ</u>. միներալի կարևորագույն հատկություններից մեկը նրա տեսակարար կշիռն է: Այսքի կշռի և ծավալի հարաբերությունն կոչվում է *տեսակարար կշիռ*:

Միներալի տեսակարար կշիռը կախված է նրա քիմիական բաղադրությունից և ատոմների բաշխման խտությունից: Միներալների տեսակարար կշիռը տատանվում է լայն սահմաններում՝ 0.6-1,0 (նավթ, ջուր, օզոքերիտ) մինչև 21,0-23.0 (իրիդիում, պալադիում): Մանր տարրեր (կապար, վոլֆրամ, բարիում) պարունակող միներալներն ունեն մեծ տեսակարար կշիռ, թեթև տարրեր (ալյումին, կալիում, նատրիում) պարունակող միներալները՝ փոքր:

Ըստ արտաքին տեսքի որոշ միներալների (բարիտ, ցերուսիտ, վոլֆրամիտ), որոշման ժամանակ տեսակարար կշիռը կարևորագույն հատկանիշ է: Կյանքի մեծ փորձությամբ մարդիկ ձեռքով ծանր ու թեթև անելով կարողանում են ճանաչել միներալը:

Ըստ տեսակարար կշռի տարբերում են՝ թեթև, ծանր և ավելի ծանր միներալներ:

Թեթև միներալներն են հալիտը (2,14), գիպսը (2,5), դաշտային սպաթները (2,56-2,60), քվարցը (2,65) և այլն:

Ծանր միներալներն են սֆալերիտը (4,2), պիրիտը (5,0), մագնետիտը (5,2), հեմատիտը (5,28) և այլն:

Ավելի ծանր միներալներից են գալենիտը (7,5), վոլֆրամիտը (7,5), կինովարը (8,2), բնածին պղինձը (8,9) և այլն:

<u>Մագնիսականություն</u>. մագնիսական հատկությունների տեսակետից բոլոր միներալները կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ *պարամագնիսական* և *դիամագնիսական միներալների*:

Պարամագնիսական կոչվում են այն միներալները, որոնք ազդում են մագնիսական սլաքի վրա կամ իրենք են ձգվում մագնիսից: Օրինակ՝

մագնետիտը (բնական մագնիսաքարը), նիկելային երկաթը, պիրոտինի ծծմբով աղքատ տարբերակը, ֆեռոպլատինի որոշ տարբերակները: Մագնետիտը հնշտությամբ իրեն է ձգում երկաթի թեփուկները, գնդասեղները, մեխերը: Սակայն պետք է նշել, որ մագնիսական հատկություն ունեցող միներալների թիվը շատ քիչ է:

Միներալի մագնիսական հատկությունը որոշելու համար օգտվում են մագնիսական սլաքից, որը տեղադրված է ասեղի սուր ծայրի վրա: Միներալի մանր կտորների և բեկորների մագնիսականությունը որոշելու համար շատ հարմար է օգտվել ոչ մեծ պայտանման մագնիսից կամ գրպանի դանակից, որը միաժամանակ ծառայում է միներալների կարծրությունը որոշելու համար:

Միներալների մագնիսական հատկությունն ունի գործնական կարևոր նշանակություն հանքանյութերի հարստացման և միներալային խառնուրդներն ու փխրուն ապարները զատելու գործում:

Թափանցիկություն. միներալների թափանցիկությունը որոշվում է լույսի թափանցման նկատմամբ ունեցած հատկությամբ:

Համարյա բոլոր միներալներն այս կամ այն չափով թափանցիկ են, բայց ոչ հոծ զանգվածները: Օրինակ՝ բնածին ոսկին կտորով անթափանց է, իսկ նրա բարակ թիթեղն անց է կացնում կանաչ ճառագայթներ: Թափանցիկ կոչվում են այն միներալները, որոնց բարակ թիթեղների միջով կարելի է կարդալ տպագիր տառերը: Կան նաև այնպիսի միներալներ, որոնց թիթեղների միջով հնարավոր չէ կարդալ տառերը, բայց նրանց միջով նկատելի կերպով անցնում է լույսը: Սրանք նույնպես համարվում են թափանցիկ միներալներ: Բազմաթիվ ուսումնասիրությունները պարզել են, որ բացարձակ անթափանցիկ մարմին գոյություն չունի: Ինչպես նաև գոյություն չունի բացարձակ թափանցիկ նյութական միջավայր:

Բոլոր միներալներն ըստ թափանցիկության աստիճանի (խոշոր բյուրեղներում) բաժանվում են երեք խմբի՝

ա) Թափանցիկ միներալներ՝ լեռնային բյուրեղը, իսլանդական սպաթը, տոպազը և ուրիշներ:

բ) Կիսաթափանցիկ միներալներ՝ զմրուխտը, ագալմատիտը, կինովարը և ուրիշներ:

գ) Անթափանցիկ միներալներ՝ պիրիտը, մագնետիտը, գրաֆիտը և շատ ուրիշներ:

Հալում. միներալի հալման որոշումը կապված է բարձր ջերմաստիճանի նկատմամբ նրա հալունակության աստիճանի հետ: Միներալի հալման փորձը կատարելու համար փորձարկվող միներալից նախապես պատրաստում են 1 *մմ* հաստությամբ և 4-5 *մմ* երկարությամբ, սուր ծայրով ոչ մեծ մի կտոր, որը միանգամայն զերծ պետք է լինի կողմնակի խառնուրդներից, քանի որ դրանք կարող են փոխել փորձի արդյունքը:

Ունելիով բռնելով փորձարկվող կտորը նրա ստր ծայրն արագորեն մտցնում են բոցի կոնի ամենաբարձր ջերմության կետի մեջ և երկարատև թողնում շիկանալու համար:

Այսպիսի պայմաններում որոշ նյութեր ոչ մի հետք չեն թողնում. դրանք կոչվում են *ցնդողներ* կամ *այրվող միներալներ* : Օրինակ ծծումբը, ռեալգարը, աուրիպիգմենտը և այլն: Կան և այնպիսի միներալներ, որոնք փորձի ժամանակ ցուցաբերում են լրիվ կայունություն և չեն ենթարկվում որևէ փոփոխության: Օրինակ՝ քվարցը, փայլարները: Սակայն միներալների մեծ մասը բոցի ինտենսիվ կոնում սկսում է հալվել՝ փոխելով պղպջակների և երբեմն էլ պինդ ապակու: Միներալներից մի քանիսը ցուցաբերում են այնքան խիստ դյուրահալություն,որ կլորանում են նրանց եզրագծերը անգամ մոմի բոցի վրա տաքացնելու դեպքում:

Հողանման կառուցվածք ունեցող կամ փշրվող կամ կրակի վրա ճաքճքվող միներալների հալումը որոշելու համար պետք է դրանց դարձնել փոշի և վերջինս տաքացնել ածխի վրա. եթե նյութը միանում և կազմում է մի ամբողջ զանգված, ապա նշանակում է, որ այն ունի հալունակություն:

Այսպիսով, ընդհանրացնելով, պետք է նշել, որ վերոհիշյալ ֆիզիկական հատկություններից մի քանիսը միներալը որոշելու ժամանակ միշտ չէ, որ հանդես են գալիս որպես բնորոշ կայուն հատկություն: Նման դեպքերում պետք է որոշել միներալի մյուս՝ ավելի կայուն հատկությունները, առանձնապես կարծրությունը, հերձումը և բյուրեղային ձևը:

Միներալների դասակարգումը

Միներալների դասակարգման համար գիտնականներն առաջադրել են տարբեր սկզբունքներ՝ *քիմիական, բյուրեղաքիմիական, գենետիկական, արդյունաբերական, աշխարհագրական* և այլն:

Քիմիական դասակարգման սկզբունքն առաջադրել է ամերիկյան գիտնական Դ. Դանան 1837 թ.: Այս դասակարգման հիմքում ընկած է միներալի քիմիական բաղադրությունը, որով պայմանավորված են նրա մյուս հատկությունները:

Ըստ քիմիական դասակարգման, միներալները բաժանվում են հետևյալ խմբերի՝

I. Բնածին տարրեր
II. Սուլֆիդներ
III. Օքսիդներ
IV. Հալոիդներ
V. Կարբոնատներ
VI. Սուլֆատներ
VII. Սիլիկատներ
VIII. Ֆոսֆատներ

Բյուրեղաքիմիական դասակարգումը հիմնվում է միներալների բյուրեղային կառուցվածքի, քիմիական բաղադրության և նրանց բոլոր հատկությունների փոխադարձ կապի ուսումնասիրության տվյալների վրա:

Դենդրիտական դասակարգումն ելնում է միներալների բնական առաջացման պայմաններից: Ըստ այդ սկզբունքի նրանք դասակարգվում են՝ մագմատիկ, նստվածքային, մետամորֆային ցիկլերի առաջացման:

Արդյունաբերական դասակարգման հիմքում միներալների օգտագործման բնագավառների սկզբունքն է:

Աշխարհագրական դասակարգումը պայմանավորված է օգտակար հանածոների աշխարհագրական տեղաբաշխման սկզբունքով:

Միներալների դասակարգման վերոհիշյալ սկզբունքներից ամենահարմարը և համընդհանուրը քիմիական դասակարգումն է:

ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. ԲՆԱԾԻՆ ՏԱՐՐԵՐ

Երկրակեղևում ազատ վիճակում հայտնի են մոտ 40 տարրեր (չնչին քանակություններով): Բնածին բոլոր մետաղներն օժտված են էլեկտրաջերմահաղորդականությամբ, ունեն մեծ տեսակարար կշիռ, մետաղական փայլ, բնորոշ կայուն գույն, անթափանց են, հնձում չունեն և կռելի են

Բնության մեջ բնածին տարրերի շարքում առանձնակի տեղ է գրավում ազնիվ մետաղների խումբը՝ *ռուտենիում* (**Ru**), *ռոդիում* (**Rh**), պալադիում (**Pd**), արծաթ (**Ag**), օսմիում (**Os**), իրիդիում (**Ir**), պլատին (**Pt**), ոսկի (**Au**): Իներտ գազերի խմբից՝ հելիումը (**He**), արգոնը (**Ar**), կրիպտոնը (**Kr**), քսենոնը (**Xe**), ռադոնը (**Rn**):

Ոսկի [Au]

Ոսկին մարդուն հայտնի է հնադարյան ժամանակներից:

Մաքուր տեսքով ոսկին հանդիպում է շատ հազվադեպ:

Սովորաբար նրա հետ խառնուրդով հանդիպում է արծաթ: Եթե ոսկու մեջ արծաթի պարունակությունը հասնում է 15-50%-ի, ապա այդպիսի արծաթախառն ոսկին կոչվում է *էլեկտրում*· Խառնուրդների ձևով կարող են հանդիպել նաև պղինձը, երկաթը, որոշ դեպքերում՝ պալադիումը, իրիդիումը, պլատինը: Այս տարրերը ոսկու հետ առաջացնում են առանձին, ինքնուրույն միացություններ, որոնք ներկայացնում են պինդ լուծույթների շարք: Ընդ որում, տարբերում են պղնձային ոսկի (**Au, Cu**), պլատինային ոսկի (**Au, Pt, Ag**), իրիդիումային (**Au, Ir, Pt**):

Ոսկին բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում:

Բնության մեջ հանդիպում է անկանոն հատիկներով, թերթիկներով, թելուկներով և դենդրիտների ձևով: Ցրոններում նրա բնակտորները լինում են տարբեր մեծությամբ: Ռուսական ամենախոշոր բնակտորը, որը գտնվել է 1842 թ. Հարավային Ուրալում (Միասսկի շրջանի ցրոններում), կշռում է 36 *կգ*: Այն մինչև այժմ պահվում է Սանկտ-Պետերբուրգի Լեռնային ինստիտուտի թանգարանում: Աշխարհում ոսկու ամենախոշոր բնակտորները գտնվել են Ավստրալիայում՝ 59,67 *կգ* (1858 թ.), 68,08 *կգ* (1869 թ.) և 275 *կգ* (1872 թ):

Ֆիզիկական հատկությունները. կարծրությունը՝ 2,5-3,0, տեսակարար կշիռը՝ 15,6-19,3: Ունի մետաղական փայլ, ոսկեդեղին գույն, խազի գույնը՝ դեղնականաչ: Հնձում չունի: Մաքուր ոսկու հալման ջերմաստիճանը՝ 1063^0C: Կռելի է, կտրվում է դանակով: Լուծվում է արքայաջրում ($3HCl+HNO_3$) և առաջացնում $AuCl_3$: Մյուս թթուներում չի լուծվում:

Առաջացումը: Ըստ առաջացման պայմանների տարբերում են ոսկու երկու տիպի հանքավայրեր՝ արմատական և ցրոնային: Արմատական տիպի հանքավայրերում ոսկու զանգվածի մեծ մասը առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից և գենետիկորեն կապված է հրային թթու ապարների (գրանիտների) ինտրուզիաների հետ: Երբեմն հանդիպում է նաև հիմքային ապարներում: Այստեղ ոսկին անջատվելով հիդրոթերմալ լուծույթներից՝ պիրիտի, արսենոպիրիտի, խալկոպիրիտի, գալենիտի, սֆալերիտի հետ միասին նստում է քվարցային երակներում, երբեմն՝ բարիտի, ֆլյուորիտի կամ կալցիտի երակներում:

Ոսկու ցրոնները առաջանում են սուլֆիդային արմատական տիպի հանքավայրերի հողմահարման պրոցեսների արդյունքում: Ոսկու հատիկները հոսող ջրերի միջոցով տեղատարվում են և շնորհիվ նրա մեծ տեսակարար կշռի ու քիմիական բարձր կայունության, տարիների ընթացքում կուտակվում են գետերի ու նրանց վտակների հուներում՝ ավազների մեջ առաջացնելով ոսկու ցրոնները: Այս ճանապարհով են առաջացել Լենա և Ալդան գետերի ավազաններում ոսկու հայտնի հանքավայրերը:

Հանքավայրերը. Ոսկու հանքավայրեր կան համարյա բոլոր երկրներում: Ռուսաստանում ոսկու և թե ցրոն և թե արմատական տիպի հանքավայրերը բազմաթիվ են, դրանցից շատերը հայտնի են Ուրալում և Արևելյան ու Հյուսիս-Արևելյան Սիբիրում: Դարասունսկի հանքավայրում (Անդրբայկալ). ոսկին գլխավորապես կապված է արսենոպիրիտի հետ: Բալեյսկի հանքավայրում (Անդրբայկալ) ոսկին բարակ փոշու տեսքով դիտվում է քվարցային գանգվածներում: Դմիտրիևսկի հանքավայրում (Արևելյան Անդրբայկալում). ոսկին գտնվում է տուրմալինով հարուստ քվարցային երակներում տեղադրված սուլֆիդային ասոցիացիաների մեջ: Նմանատիպ են Լենայի և Ալդանի (Յակուտիա), Միասի և Կոչկարի հանքավայրերը (Հարավային Ուրալում):

Ոսկու հանքավայրեր կան Ալթայան երկրամասում, Ղազախստանում՝ «Ստեպնյակը», Պամիրում, Ղրղզստանում, Ամուր գետի վտակներում և այլ տեղերում:

ՀՀ-ում կան մի քանի ոսկու հանքավայրեր՝ Սոթքի, Մեղրաձորի, Լիչքվազ-Թեյի, Արմանիսի և այլն:

Ոսկու խաշարագույն հանքավայրերից է Հարավ Աֆրիկյան Հանրապետության Վիտվատերսրանդի հանքավայրը (Տրանսվաալիա), որը տալիս է ոսկու համաշխարհային հանույթի 40 %: Այստեղ ոսկին գտնվում է մետամորֆիզմի ենթարկված կոնգլոմերատների մեջ: Ոսկու հանքավայրեր կան նաև Ալյասկայում (Տրնգվիլ), Կալիֆորնիայում (Սիերա-Նևադա), Ավստրալիայում, Հնդկաստանում, Կանադայում, Հարավային Ամերիկայում, Մեքսիկայում, Ռոդեզիայում և այլ երկրներում:

Գործնական նշանակությունը. Ինչպես հայտնի է ,ոսկին հիմնականում օգտագործում են որպես ոսկեարժույթ և դրամային մետաղ: Օգտագործվում է գարդերի պատրաստման համար, որպես պերճանքի, ֆիզիկական և քիմիական սարքերի առարկաների պատրաստման, ատամնատեխնիկայի մեջ, մետաղների ոսկեզօծման աշխատանքներում, բազմաթիվ և բազմաբնույթ բարդ տեխնիկայում, տիեզերական արբանյակներում և այլ բնագավառներում:

Պլատին [Pt]

Ըստ գույնի և փայլի պլատինը հիշեցնում է արծաթը: Բնության մեջ մաքուր տեսքով հանդիպում է հազվադեպ: Խառնուրդներում պլատինին ուղեկցող միներալներն են՝ երկաթը, օսմիումը, պալադիումը, իրիդիումը: Այս տարրերը պլատինի հետ առաջացնում են քիմիական միացություններ: Պլատինը բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է հատիկների, թելթիկների, թելիկների ձևով, երբեմն էլ տարբեր մեծությամբ բնակտորներով:

Բնածին պլատինն առաջին անգամ հայտնաբերվել է Ուրալում, 1819 թ.: Աշխարհում նրա ամենախոշոր բնակտորը գտնվել Նիժնի Տագիլում (ցրոնների մեջ) 9,62 *կգ* (1843 թ.): Մեկ ուրիշ բնակտոր գտնվել է Ուրալում. Իսի գետի ափին, 8 *կգ* (1904 թ.):

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 4-5, տեսակարար կշիռը՝ 15-19 (օսմիումի և իրիդիումի պարունակության դեպքում՝ 21,46): Ունի մետաղական փայլ, սպիտակ, պողպատամոխրագույն, արծաթասպիտակ գույն: Հնձում չունի: Հալման ջերմաստիճանը՝ 1775^0C: Պլատինը երբեմն մագնիսական է: Լուծվում է արքայաջրում, մյուս ուժեղ թթուներում (HF, HCl, HNO_3, H_2SO_4) չի լուծվում: Զուլվում է ցինկի, կապարի, անագի, պղնձի, ոսկու, արծաթի և այլ մետաղների հետ: Տարբերվում է մյուս բնածին տարրերից մեծ տեսակարար կշռով և կարծրությամբ:

Առաջացումը: Պլատինի առաջացումը կապված է մագմատիկ պրոցեսների հետ: Առաջանում է արմատական և ցրոնային տիպի հանքավայրերում: Առաջին տիպի հանքավայրերում՝ քրոմիտի և քրոմշպինելի ուղեկցությամբ: Հանդիպում է նաև գերհիմքային (դունիտ, պերիդոտիտ, պիրոքսենիտ) և հիմքային (գաբրո, դիաբազ) ապարներում: Թթու ապարներում հազվադեպ է: Սակայն պլատինի արդյունահանման հիմնական աղբյուրները ավազացրոններն են:

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում պլատինի համաշխարհային նշանակությամբ հանքավայրերը հայտնի են Հյուսիսային և Միջին Ուրալի արևելյան լանջերում, Սիբիրում (Կրասնոյարսկի երկրամասում՝ Նորիլսկի հանքավայրը, Ենիսեյի ստորին հոսանքում). Հայաս-

տանում պլատինի առանձին հատիկներ հայտնաբերվել են Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան ափին (Շորժայի երկաթ-քրոմիտի հանքավայրում), օձաքարերում (սերպենտինիտներում):

Հայտնի են նաև Կանադայում (Սյոդբերի հանքավայրը), Հարավային Աֆրիկայում (Տրանսվաալի հանքավայրը), Հարավային Ամերիկայում (Կոլումբիա), ԱՄՆ-ում (Ալյասկա), Եթովպիայում և այլն:

Պլատին են արդյունահանում՝ Ռուսաստանը, Կանադան, Հարավ-Աֆրիկյան Հանրապետությունը:

Պլատինն արդյունահանվում է կոմպլեքսային եղանակով, նրա խմբի մետաղների (Pt, Os, Ir, Pd, Rd, Ru) հետ միասին:

Մինչև 1913 թ. պլատինի համաշխարհային հանույթի 95% տալիս էր Ուրալը, մնացածը Կոլումբիան: 1926 թվից մեծ նշանակություն է ստացել Հարավային Աֆրիկան (Բուշվելդյան կոմպլեքսը) և վերջին տարիներում՝ Կանադան: ՀՀ-ում պլատինի հայտնաբերված հանքավայրեր չկան: Սևան-Ամասիայի գոտում կան մի քանի երևակումներ:

Գործնական նշանակությունը: Շնորհիվ նրա թթվակայուն հատկության և հալման բարձր ջերմաստիճանի, օգտագործվում է քիմիական արդյունաբերության մեջ (կաթսաներ, ռետորտներ, տիգելներ պատրաստելու համար): Էլեկտրատեխնիկայում (էլեկտրոդների), բժշկության մեջ (ակնագործական իրերի համար) և բոլոր երկրներում՝ որպես վալյուտային մետաղ: Պլատինից առաջին տիգելը պատրաստել են Ջրևանսիում 1874 թ.:

Արծաթ [Ag]

Բնության մեջ բնածին արծաթը միշտ չէ որ հանդիպում է մաքուր վիճակում, որպես խառնուրդներ նրա հետ հանդես են գալիս ոչ մեծ քանակություններով՝ ոսկի, պղինձ, կապար, պլատին, սնդիկ: Բնության մեջ հանդիպում է դենդրիտներով, լարային կամ մազային հարաճումներով, թելիկներով, հատիկներով և հոծ կուտակումներով: Ֆրեյբերգում (Սաքսոնիա) 300 *մ* խորության վրա գտնվել է (1875 թ.) արծաթի ամենախոշոր հողակոշտ բնակտոր՝ 5000 *կգ* Չիլիում (Հարավային Ամերիկա) գտնվել է բնածին արծաթի թևրթիկների մի հսկայական զանգված՝ մոտ 1420 *կգ* :

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2,5-3, տեսակարար կշիռը՝ 10-11: Ունի մետաղական փայլ, արծաթասպիտակ, մոխրավուն կամ սև (թաղանթով) գույն, բարձր էլեկտրահաղորդականություն: Լուծվում է ազոտաթթվում և այլ ուժեղ հանքային թթուներում: Հալվում է փչակի բոցում: Հնձումն անկատար է:

Առաջացումը: Բնածին արծաթը մեծ մասամբ առաջանում է սուլֆիդային հանքանյութերի օքսիդացման գոտում, հետևյալ սխեմայով՝

$$Ag_2S + 2O_2 + H_2O \rightarrow Ag_2SO_4 + H_2O \text{ ,}$$
$$Ag_2SO_4 + Fe_2SO_4 \rightarrow 2Ag + Fe_2(SO_4)_2 \text{ :}$$

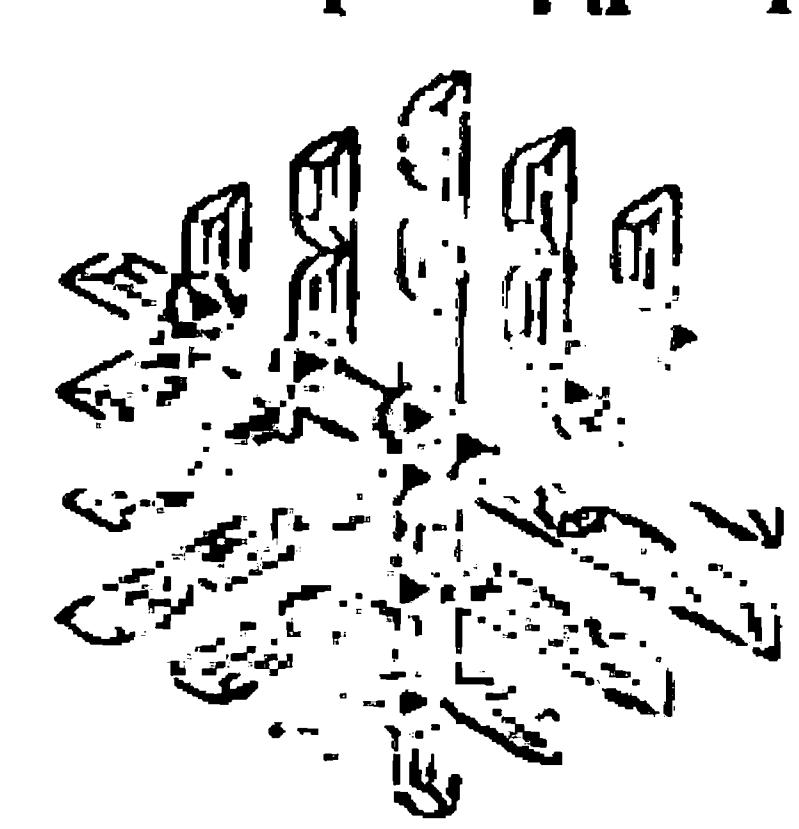
Այն առաջանում է նաև մեզոթերմալ (միջին ջերմաստիճանի) զոնայում հիդրոթերմալ լուծույթներից: Որոշ քանակությամբ. Երկրի մակերեսում՝ արծաթ պարունակող գալենիտի հողմահարման պրոցեսի ժամանակ·

Հանքավայրերը: Բնածին արծաթի հանքավայրերը սովորաբար գործնական նշանակություն չունեն, դրանք ներկայացնում են միայն միներալոգիական հետաքրքրություն: Ռուսաստանում բնածին արծաթ կա Ալթայի երկրամասում (Զիրյանովսկի, Զավոդինսկի, Զմեինոգորսկի, Չերեպանովսկի բազմամետաղային հանքերում), Ղազախստանում՝ (Ջեզկազգանի հանքում), Տաջիկստանում (Կանսկի հանքում), Հյուսիսային Կովկասում (Սադոնի հանքում), Ուրալի մի քանի շրջաններում, Անդրկովկասում (Չիրագի Ձոր) և Նորվեգիայում (Կոնգսբերգի հանքավայրը), Կանադայում, ԱՄՆ-ում (Վերին լճի շրջանում), Նևադայում, Մեքսիկայում (այստեղ կան արծաթի մի քանի հարուստ հանքավայրեր). ՀՀ-ում հայտնի են Ղազմայի և Ազատեկի (Վայոց Ձոր), Ախթալայի, Հանքաձորի հանքավայրերը (Լոռի):

Գործնական նշանակությունը: Արծաթն օգտագործվում է դրամահատման, շքանշանների, մեդալների, հոբելյանական դրամների պատրաստման համար, զարդեր պատրաստելու և մետաղային իրերի արծաթապատման համար, էլեկտրատեխնիկայում:

Պղինձ [Cu]

Բնածին պղինձը հաճախ է հանդիպում մաքուր վիճակում (Cu՝ 99 %): Խառնուրդներում նրա ուղեկիցներն են՝ արծաթը, երկաթը, ոսկին, սնդիկը: Մարդկությանը պղինձը հայտնի է դեռ վաղ անցյալից և լայնորեն օգտագործվել է մաքուր վիճակում ու համաձուլվածքներում (բրոնզի դար): Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնածին պղնձի համար բնորոշ են դենդրիտային գոյացումները և թերթային հոծ զանգվածները (*նկ. 19*): Տարիներ առաջ Ղազախստանում հայտնաբերվել է պղնձի մի մեծ բնակտոր՝ 0,5 *տ* զանգվածով և այդ բացառիկ նմուշը մինչև այժմ պահվում է Մոսկվայում, երկրաբանական հետախուզական ինստիտուտի միներալոգիական թանգարանում: Հյուսիսային Ամերիկայում, Վերին լճի շրջանում, գտնվել է բնածին պղնձի խոշորագույն բնակտոր՝ 1000 *տ* կշռով:



Նկար 19. Բնածին պղնձի դենդրիտներ

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2,5-3, տեսակարար կշիռը՝ 8· Ունի մետաղական փայլ, պղնձակարմիր գույն: Հալման

ջերմաստիճանը՝ 1080-1398^0C: Ունի բարձր էլեկտրահաղորդականություն: Կռելի է: Հնշտությամբ լուծվում է ազոտական թթվում: Փչակի բոցում հալվում է մետաղական գնդիկի տեսքով:

Առաջացումը: Բնածին պղնձի առաջացման պայմանները խիստ տարբեր են: Նրա որոշակի քանակություններն առաջանում են հիդրոթերմալ լուծույթներից մագմատիկ ապարների վերին մասերում. հանդիպում է նաև նստվածքային ապարներում, պղինձ պարունակող միներալների վերականգնման ռեակցիաների հետևանքով, օրգանական նյութերի մասնակցությամբ: Նրա հիմնական ուղեկիցներն են՝ մալախիտը, ազուրիտը և կուպրիտը: Վերջիններս ներկայացնում են բնածին պղնձի մակերևույթային փոփոխությունների երկրորդային արգասիքները:

Հանքավայրերը: Բնածին պղինձ կա Ուրալում (Տուրինսկի, Բոգոսլովսկի և Գումաշևսկի հանքերում): Ջեյլաբինսկի մարզում (Սոյմոնովսկի հանքում), Ուզբեկստանում, Ղազախստանում, Հայաստանում (Ալավերդու հանքերում), Ադրբեջանում (Գեդաբեկում) և ԱՄՆ-ում՝ Վերին լճի շրջանում (ունի համաշխարհային համբավ), և Բոլիվիայում. ԱՄՆ-ի այդ բացառիկ հանքավայրում պղնձի առանձին բնակտորները պարունակում են 300 *տ* –ից ավելի մաքուր պղինձ: ՀՀ-ում բնածին պղնձի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Օգտագործվում է էլեկտրաարդյունաբերության, մեքենաշինության, էլեկտրահաղորդման գծերի, քիմիական արդյունաբերության (թորման կաթսաներ, սառնարաններ, պարույրներ, խողովակներ), նավաշինության մեջ, ինչպես նաև դրամահատման (համաձուլվածք Ni հետ) և կենցաղային նպատակների համար: Օգտագործվում է նաև ածագի և ալյումինի (բրոնզ), ցինկի և նիկելի, ու ցինկի (արույր) համաձուլվածքներում:

Ալմաստ [C]

Հունարեն «ադամաս» բառից՝ անհաղթահարելի (ինչպես երևում է, նկատի է առնված նրա մեծ կարծրությունը և ֆիզիկական և քիմիական գործոնների նկատմամբ ունեցած կայունությունը):

Տարբերում են նրա հետևյալ տեսակները՝ ա) *բորտ*, ներկայացնում է անկանոն ձևի հարաճումներ և գնդանման ճառագայթավոր ագրեգատներ, բ) *կարբոնադո* (սև տեսակը)՝ նուրբ հատիկավոր ծակոտկեն ագրեգատներ:

Անգույն տարբերակները կազմված են մաքուր ածխածնից, իսկ գունավոր և անթափանց տարբերակների մեջ հայտնաբերված են՝ SiO_2, MgO, CsO, FeO, Fe_2O_3, Al_2O_3 և TiO_2: Ալմաստների մեջ հաճախ ներփակումների տեսքով նկատվում է գրաֆիտ. Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում:

Համդիպում է առանձին ոչ մեծ բյուրեղներով

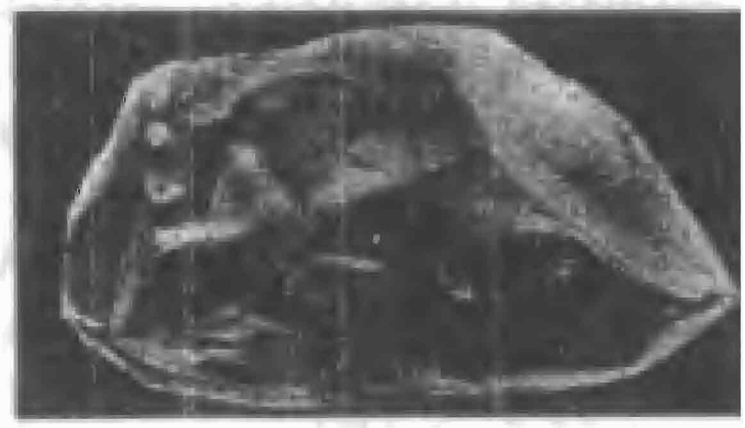
Ֆիզակական հատկությունները: Կարծրությունը 10, տեսակարար կշիռը 3,5: Ունի յուրօրինակ ուժեղ փայլ Լինում է անգույն, որոշ դեպքերում՝ սպիտակ, դեղնավուն, կարմիր, կապույտ, երկնակապույտ, սև: Ունի կատարյալ հերծում: Չի հալվում թթուներից և հիմքերից չի ազդվում Շիկացնելիս (առանց թթվածնի) փոխվում է գրաֆիտի: Ռենտգենյան ճառագայթների համար թափանցիկ է:

Առաջացումը: Ալմաստի հանքավայրերը լինում են՝ արմատական և ցրոնային տիպի: Արմատական հանքավայրերը գենետիկորեն կապված են խորքային գերհիմքային (պերիդոտիտներ, կիմբերլիտներ) և հիմքային (դիաբազներ) ապարների հետ: Ալմաստի բյուրեղացումն այդ ապարներում կատարվում է ավելի մեծ խորություններում բարձր ջերմաստիճանի և մեծ ճնշման պայմաններում: Ալմաստը հազվադեպ հանդիպում է նաև պնևմատոլիտային երակներում, կապված թթու ապարների հետ: Ալմաստի ցրոնային տիպի հանքավայրերը, էկզոգեն պայմաններում կայուն են, առաջանում են ալմաստ պարունակող ապարների հողմահարման և լվացման հաշվին: Դրանք հայտնի են Բրազիլիայում, Հնդկաստանում և Հարավային Աֆրիկայի երկրներում:

Հանքավայրերը: Ալմաստի արմատական և ցրոնային տիպի (համաշխարհային նշանակություն ունեցող) խոշորագույն հանքավայրերը գտնվում են Հարավային և Կենտրոնական Աֆրիկայում, ՌԴ-ում և այլ երկրներում:

Ալմաստի ամենախոշոր հանքավայրը հայտնաբերվել է 1867թ. Կիմբերլեյ քաղաքի մոտ (Հարավային Աֆրիկա): Կիմբերլեյի հանքավայրերում ալմաստի կուտակումները հանդիպում են այսպես կոչված պայթման խողովակներում, որոնք ձագարաձև խորանում են դեպի Երկրի խորքը: Այդ ձագարները լցված են ալմաստատար կապույտ ապարով, որը անվանվում է *կիմբերլիտ* : Վերջինս պատկանում է հրաբխային բրեկչիաների կամ տուֆերի տիպին: Այստեղ լեռնային փորվածքները հասնում են 1000 *մ*-ից ավելի խորությունների: Մեկ խորանարդ մետր ապարում ալմաստի միջին պարունակությունը կազմում է 0,07 կարատ (1 կարատը հավասար է 0,2*գ* է):

Կիմբերլեյի հանքավայրում գտնվել է (1905 թ.) աշխարհում ամենախոշոր ալմաստը, որը կոչվել է «Կուլինան» (*նկ. 20*): Այն կշռել է 3106 կարատ կամ 621,2 *գ* . Նրա երկարությունը հասել է 10 *սմ*, հաստությունը՝ 6 *սմ*, լայնությունը՝ 5 *սմ* : «Կուլինանից» պատրաստել են չորս ըստ մե-



Նկար 20. «Կուլինան» ալմաստը

ծության աչքի ընկնող ադամանդներ և շատ համեմատաբար փոքր ադամանդներ: Մեծ ադամանդը կոչվել է «Աֆրիկայի աստղ I-ին» և կշռում է 516 $^{1}/_{2}$ կարատ:

Հարավային Աֆրիկայում՝ Յագերսֆոնտեյնի փորվածքներում գտնվել է (1903 թ.) «Էքսցելսիոր» անունը կրող, ըստ մեծության երկրորդ ալմաստը, որը կշռել է 971$^{3}/_{4}$ կարատ կամ 194 *գ*: Նրա երկարությունը եղել է 8 *սմ*, լայնությունը և հաստությունը՝ 4 *սմ*:

Հարավային Աֆրիկայում գտնվել է (1934 թ.) «Ջոնկեր» կոչվող ալմաստը՝ 726 կարատ կամ 145,2 *գ* քաշով: Դրանից պատրաստել են 12 ադամանդ՝ 2 մլն. դոլար ընդհանուր արժողությամբ (հին գներով):

Համաշխարհային շուկա արտահանվող ամբողջ ալմաստի մեծ մասը տալիս է Աֆրիկան: Ալմաստով հարուստ են նաև ՌԴ, Բրազիլիան, Հնդկաստանը, Ավստրալիան և այլ երկրներ:

Ռուսաստանում՝ Ուրալի ոսկու հանքավայրերում հազվադեպ հանդիպում են ալմաստներ: Ուրալում 100 տարվա ընթացքում գտնված է 200 ալմաստ: Դրանցից ամենամեծը կշռում է 2,5 կարատ: Մոտ 50 տարի առաջ Կարագանդայում (Ղազախստան) հայտնաբերվել են ալմաստի՝ արդյունաբերական նշանակություն ունեցող կուտակումներ: ՀՀ-ում ալմաստի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Մաքուր և թափանցիկ տեսակները համարվում են առաջին կարգի թանկարժեք քարեր, անթափանց և մուգ տեսակները օգտագործվում են որպես հղկիչ, վոլֆրամի, մոլիբդենի, պղնձի թելեր քաշող քար և ճշգրիտ սարքերի մեջ: Կարբոնադոն և բորտն օգտագործում են հորատման, ապակի կտրելու, պողպատ և չուգուն ծակելու, փոշու տեսքով թանկարժեք քարեր հղկելու համար և այլ բնագավառներում:

Գրաֆիտ [C]

Ներկայացնում է բնածին ածխածնի պոլիմորֆ տեսակը: Հաճախ պարունակում է միներալային նյութերի մեխանիկական խառնուրդներ: Գրաֆիտ անունն առաջացել է հունարեն «գրաֆո»՝ գրում եմ բառից: Նրա՝ արդյունաբերական նշանակություն ունեցող հանքանյութի մեջ ածխածնի պարունակությունը տատանվում է 10-ից մինչև 90% սահմաններում: Բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է թեփուկներով, թերթիկներով և հատիկավոր հոծ, զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 1, տեսակարար կշիռը՝ 2,23: Ունի մետաղական փայլ, մրոտ տեսակներն անփայլ են: Գույնը՝ պողպատամոխրագույնից մինչև երկաթի սև: Հնձումը կատարյալ է հիմքով (մեկ ուղղությամբ): Ունի բարձր էլեկտրահաղորդակա-

նություն: Փափուկ է, շոշափելիս մրոտում է ձեռքերը, գրում է թղթի վրա: Թթուներում չի լուծվում, փչակի բոցում չի հալվում:

Առաջացումը: Գրաֆիտի առաջացումը հիմնականում կապված է մագմատիկ պրոցեսների հետ: Գրաֆիտի խոշոր կուտակումները առաջանում են ինտրուզիվ ապարներում անկանոն ներփակումների տեսքով, նաև կոնտակտային մետամորֆիզմի պայմաններում՝ բյուրեղային թերթաքարերի, մարմարների և գնեյսների մեջ:

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում գրաֆիտի արդյունաբերական նշանակություն ունեցող հանքավայրերը գտնվում են՝ Արևելա-Սիբիրական երկրամասում՝ Ալիբերովսկի հանքավայրը (Տունկինյան լեռներում) այստեղ գրաֆիտը շտոքների տեսքով տեղադրված է սիենիտների մեջ: Սրանք համարվում են ամենալավ որակի գրաֆիտներից մեկը, որից պատրաստում են մատիտներ: Կրասնոյարսկի երկրամասում (Արևելյան Սիբիր)՝ Կուրեյկա գետի ափերին (Ենիսեյի աջ վտակ): Այստեղ գրաֆիտի գանգվածները առաջացել են քարածխի մետամորֆիզմի հետևանքով:

Ուկրաինայում հայտնի է Հին Ղրիմի հանքավայրը, որն ընկած է Օսիպենկո քաղաքից դեպի հյուսիս և Ջավալյա հանքավայրը՝ Պերվոմայսկ քաղաքից դեպի հյուսիս-արևմուտք: Այդ հանքավայրերում գրաֆիտը հանդիպում է գնեյսների, բյուրեղային թերթաքարերի և մարմարների մեջ: Շատ խոշոր համաշխարհային նշանակության հանքավայրեր կան Ցեյլոն կղզում (տեղադրված է գնեյսների մեջ), որտեղ գրաֆիտը հանդիպում է խոշոր բյուրեղների և երակների տեսքով: Մադագասկարում՝ տեղադրված է բյուրեղային թերթաքարերում, խոշոր թեփուկների տեսքով, Կորեայում՝ ամորֆ գրաֆիտ, ԱՄՆ-ում և Չեխիայում:

Ռուսաստանը գրաֆիտի արդյունահանմամբ աշխարհում առաջին տեղում է, այնուհետև՝ Կորեան, Շրի Լանկան, ԱՄՆ-ը և Մադագասկարը: ՀՀ-ում գրաֆիտի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Լայն կիրառություն ունի տարբեր բնագավառներում: Նրանից պատրաստում են՝ հրակայուն տիգելներ, էլեկտրոդներ, մատիտներ, ներկեր, քսուկներ և այլ նյութեր:

Ծծումբ [S]

Բնածին ծծումբը հաճախ հանդիպում է մաքուր վիճակում, բայց սովորաբար պարունակում է կավային կամ օրգանական նյութերի մեխանիկական խառնուրդներ, նավթի կաթիլներ և գազեր: Նրա որոշ տարատեսակներում իզոմորֆ խառնուրդներն են՝ սելենը և թելուրը: Ածխաջրածինների պարունակության դեպքում ծծումբը ձեռք է բերում գորշ կամ անգամ սև գունավորում:

Ծծումբը պոլիմորֆ նյութ է: Ներկայումս հայտնի են ծծմբի 20-ից ավելի տարատեսակներ, որոնց մեծ մասը հանդիպում է պինդ վիճակում, մի քանի տարատեսակները՝ հեղուկ և գազային ֆազերում: Բյուրեղանում է ռոմբային և մոնոկլինային սինգոնիաներում: Բայց ավելի կայուն է ռոմբային ձևը: Լինում է նաև ամորֆ. Բնության մեջ հանդիպում է թիթեղիկների, կրկնաբյուրեղների, գուգահեռ հարաճումների, մանր և խոշոր բյուրեղների, դրուզների և ստալակտիտների ձևով և երբեմն մի քանի հարյուր տոննա զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 1-2, փխրուն է. Հնձում չունի: Տեսակարար կշիռը՝ 2,05-2,08: Լինում է դեղին, դարչնագույն, կանաչավուն և մոխրավուն գույներով: Նիստերի վրա ունի ալմաստի, կոտրվածքում՝ ճարպի փայլ: Էլեկտրականության և ջերմության վատ հաղորդիչ է: Հալման ջերմաստիճանը՝ 112,8^{0}C Փչակի և լուցկու բոցում այրվում է հեշտությամբ՝ երկնագույն բոցով, և անջատելով բնորոշ խեղդող սուր հոտով ծծմբային գազ (SO_2): Ըփելիս էլեկտրականանում է բացասական լիցքով: Թթուներում չի լուծվում, լուծվում է միայն սկիպիդարի (CS_2) և բենզինի մեջ:

Ի տարբերություն մյուս բնածին տարրերի, ունի մոլեկուլային տիպի ցանց, որով և պայմանավորված են նրա ցածր կարծրությունը, փխրունությունը և այլն:

Առաջացումը: Բնածին ծծմբի առաջացումը կապված է տարբեր պրոցեսների հետ: Սակայն նրա հիմնական զանգվածները առաջանում են հրաբուխների ժայթքման ժամանակ և Երկրի մակերեսում՝ գլխավորապես պիրիտի ու գիպսի տարրալուծումից:

Հրաբխային ժայթքումների ժամանակ հետհրաբխային փուլում ցնդող գազային նյութերից ծծմբաջրածինը (H_2S) նաև ծծմբային գազը ենթարկվելով սուբլիմացիայի անջատվում է ծծումբ, որը նստում է խառնարանի պատերի վրա ու ապարների ճեղքերում:

$$2H_2S + 2O = 2H_2O + 2S \text{ կամ } H_2S + SO_2 = H_2O + 2S:$$

Մետաղային օգտակար հանածոների հանքավայրերի ներքին մասերում ծծմբային միացությունների, գլխավորապես պիրիտի քայքայումից առաջանում է ծծումբ: Այսպես՝ $FeS_2 + 2O_2 = FeSO_4 + S$:

Գիպսի քայքայումից ծծմբի առաջացման պրոցեսները կատարվում են հետևյալ կերպ՝

$$CaSO_4\ 2H_2O + 2C = CaS + 2CO_2 + 2H_2O,$$
$$2CaS + 2CO_2 + H_2O = 2H_2S + 2CaO_3,$$
$$H_2S + O = S + H_2O:$$

Գիպսի հետ պարագենետիկորեն կապված են մի շարք միներալներ՝ գիպսը, պինդ և հեղուկ բիտումները (ասֆալտ, նավթ), կոլոիդային կավը, անհիդրիդը, կալցիտը, բարաղը և շատ այլ նյութեր:

Ծծումբ առաջանում է նաև հիդրոթերմալ լուծույթներից, ծծմբաջրածնի և ալկալային մետաղների ծծմբային միացությունների տարրալուծումից: Նման առաջացումներ հայտնի են ԱՄՆ-ում՝ Ինլոուստոնյան պարկի և Իլանդիայի գեյզերների ելքերի շրջապատի նստվածքներում:

Հանքավայրերը: Բնածին ծծումբը լայնորեն տարածված է Միջին Ասիայի երկրներում: Այստեղ արդյունաբերական նշանակություն ունեն՝ Կարա-Կում անապատի հանքավայրը (Թուրքմենիա), Աշգաբադ քաղաքից 250 *կմ* հեռավորությամբ, որտեղ գործում է ծծմբի գործարանը: Գաուրդակի հանքավայրը (Տաջիկստան), Շոր-Սու հանքավայրը (Ֆերգանայի հովտում Ուզբեկստան, Չանգիրտաշի հանքավայրը (Կիրգիզիա): Նստվածքային ծագման մեծ հանքավայրեր կան Պովոլժեյում (Սամարա քաղաքի շրջանում): Բնածին ծծմբի ոչ մեծ հանքավայրեր կան՝ Թաթարիայում (Տետյուշ), Դաղստանում (Կխնուտ), Ղրիմում (Չոկուր-Կոյաշ), Ուրալում (Կիշտիմ, Բերեզովսկ), Կամչատկայում (հրաբխային ծագման) և այլն:

Նստվածքային ծագման խոշոր հանքավայրեր կան ԱՄՆ-ում (Լուիզիանայում, Տեքսասում) և Իտալիայում (Սիցիլիա): Հրաբխային ծագման հանքավայրեր հայտնի են Ճապոնիայում և Չիլիում: ՀՀ-ում բնածին ծծմբի կուտակումներ կան Արագած լեռան խառնարանի ապարների մեջ:

Գործնական նշանակությունը: Ծծումբը մեծ կիրառություն ունի քիմիական արդյունաբերության մեջ՝ ծծմբական թթու ստանալու և կաուչուկի վուլկանացման, ռազմական արդյունաբերության մեջ՝ վառոդ և թունավոր նյութեր պատրաստելու համար, գյուղատնտեսության մեջ՝ վնասատուների դեմ պայքարելու և շենքերի ախտահանման համար, թղթի, լուցկու, ներկերի արտադրության ու բժշկության մեջ:

Բ. ՍՈՒԼՖԻԴՆԵՐ

Այս խմբին են պատկանում տարբեր մետաղների և մետալոիդների ծծմբային միացությունները, որոնք ունեն բարդ քիմիական բաղադրություն և կառուցվածք: Ըստ քանակի երկակենոում սիլիկատներից հետո, երկրորդ տեղը գրավում են սուլֆիդները՝ մոտ 0,15%:

Սուլֆիդները համարվում են կարևոր օգտակար հանածոներ և ունեն արդյունաբերական խոշոր նշանակություն: Դրանցից շատերը այս կամ այն մետաղներ ստանալու համար հիմնական հանքանյութեր են:

Սուլֆիդներն աչքի են ընկնում մետաղական փայլով, անթափանցելիությամբ, մուգ կամ սև գույնով. գծաի տեսակարար կշռով և

ոչ մեծ կարծրությամբ (բացառությամբ պիրիտից՝ 6-6,5 և արսենոպիրիտից՝ 5,5-6):

Սուլֆիդների առաջացումը հիմնականում պայմանավորված է մագմատիկ պրոցեսների հետ, և նրանց մեծ մասը առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից՝ հիպոթերմալ, մեզոթերմալ և էպիթերմալ ջերմաստիճաններում: Երկրի մակերևսում ծծմբային միացությունները անկայուն են, ջրի և օդի թթվածնի ազդեցությամբ նրանք աստիճանաբար օքսիդանում են և կազմալուծվում, առաջացնելով երկրորդական միներալային առաջացումներ:

Պիրիտ [FeS_2 (Fe՝ 46,6 %, S՝ 53,4 %)]

Ծծմբային կամ երկաթային կոլչեդան: Պիրիտ անունն առաջացել է հուն. «պիրոս» բառից կրակ: Այդ անունը կապված է պիրիտի այն հատկության հետ, որ հարվածելիս կայծ է տալիս կամ կապված է նրա փայլի հետ: Պիրիտը հաճախ պարունակում է շատ քիչ քանակությամբ, կոբալտի, նիկելի, արսենիումի, սելենի, ծարիրի, երբեմն պոնձի, ոսկու, արծաթի խառնուրդներ: Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում. Ունի խորանարդի և պենտագոն դոդեկաէդրի լավ զարգացած բյուրեղներ: Բնության մեջ հանդիպում է կրկնաբյուրեղներով, հոծ հատիկավոր զանգվածներով, երբեմն գնդաձև ագրեգատներով (*նկ. 21*):



Նկար 21. Պիրիտ

Ֆիզիկական հատկությունները: կարծրությունը՝ 6-6,5, տեսակարար կշիռը՝ 4,9-5,2: Ունի մետաղական ուժեղ փայլ, բաց արույրա-դեղին գույն, խազի գույնը՝ սև: Հետքում չունի: Որոշ տեսակները փխրուն են:

Առաջացումը: երկրակեղևում ամենատարածված սուլֆիդային միներալն է: Առաջանում է երկրաբանական տարբեր պայմաններում, ու կապված է մագմատիկ, նստվածքային և մետամորֆային միներալառաջացման պրոցեսների հետ:

Պիրիտն առաջանում է մագմատիկ ապարների մեջ մանրագույն ներփակումների տեսքով, կոնտակտներում, պնեգմատիտներում, պնևմատոլիտներում և հիդրոթերմալ երակներում՝ մյուս սուլֆիդային միներալների հետ միասին: Սակայն նրա առավելագույն քանակությունը առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից՝ մեզոթերմալ երակներում և էպիթերմալ նստվածքների մեջ:

Նստվածքային ծագման ապարներում և հանքաքարերում պիրիտը հանդիպում է կոնկրեցիաներով, առավելապես ավազա-կավային նստվածքներում, ածխի, երկաթի, մանգանի և բոքսիտների հանքավայ-

րերում: Այդ ապարներում և հանքավայրերում պիրիտի առաջացումը կապված է ջրային ավազանների ավելի խոր տեղամասերում, օրգանական մնացորդների քայքայման հետ, առանց ազատ թթվածնի մուտքի: Այսպիսի պայմաններում պիրիտի հետ պարագենետիկ ասոցիացիայի մեջ են մտնում մարկազիտը, սիդերիտը և այլ միներալներ:

Մակերեսային պայմաններում երկաթի ծծմբաթթվային աղերի վերականգնման հետևանքով, ջրի և ածխածնի մասնակցությամբ, առաջանում է պիրիտ:

Ճահիճների, լճերի և որոշ ծովերի (Սև ծով) հատակում, նստեցման ճանապարհով, նույնպես առաջանում է պիրիտ:

Պիրիտը երբեմն հանդիպում է նաև մետամորֆային ծագման ապարներում՝ գնեյսներում և քլորիտային թերթաքարերում:

Երկրի մակերեսում պիրիտն անկայուն է, հեշտությամբ ենթարկվում է քիմիական հողմահարման, որի հետևանքով առաջանում է լիմոնիտ (գորշ երկաթաքար):

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում պիրիտով հարուստ հանքավայրերը գտնվում են Ուրալում, Կալատինսկի՝ (Նևյանսկի շրջան), Դեգտյարսկի (Սիսերսկի շրջան), Կարաբաշսկի (Կիշտիմի շրջան), Բլյավինսկի (Չկալովի շրջան): Պիրիտի հանքավայր կա Ադրբեջանում՝ Չիրագիձորի հանքավայր (Գանձակ), Հայաստանում (Լոռու մարզում), ինչպես նաև պիրիտի համաշխարհային նշանակություն ունեցող հանքավայր է Իսպանիայի Ռիո-Տինտո հանքավայրը, որի երկարությունը հասնում է 160 *կմ*, լայնությունը՝ 21 *կմ* Պիրիտի հանքավայրեր կան Նորվեգիայում, Իտալիայում, ԱՄՆ-ում, Չեխոսլովակիայում, Ֆրանսիայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում պիրիտ կա գրեթե բոլոր հանքավայրերում: Տանձուտի, Հանքաձորի, Ալավերդու և Կապանի հանքավայրերի խմբերում պիրիտի մեծ զանգվածներ կան:

Գործնական նշանակությունը: Արդյունաբերության մեջ ծծմբական կոլչեդանը ծառայում է հիմնական հումք ծծմբական թթու ստանալու համար: Խառնուրդ պարունակող տեսակներից գտում են պղինձ, ցինկ, երբեմն ոսկի, սելեն, կոբալտ և այլ տարրեր:

Խալկոպիրիտ [$CuFeS_2$ (Cu՝ 34,57 %, Fe՝ 30,54 %, S՝ 34,9 %)]

Խալկոպիրիտ կամ պղնձի կոլչեդան: Հուն. «*խալկոս*» բառից՝ պղինձ, «*պիրոս*»՝ կրակ: Որպես խառնուրդներ, չնչին քանակությամբ, առկա են արծաթը և ոսկին: Բյուրեղանում է տետրագոնային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ զանգվածներով, տետրագոնային հատիկների անկանոն ներփակումներով, երբեմն կրկնաբյուրեղներով, երիկամանման և ողկույզանման ձևերով: Բյուրեղները հազվադեպ են.

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3-4: Բավականին փխրուն է: Տեսակարար կշիռը՝ 4,1-4,3: Ունի մետաղական ուժեղ փայլ, արույրա-դեղին գույն, հաճախ՝ մուգ դեղին կամ խայտաբղետ գույների խաղով: Հերձում չունի:

Առաջացումը: Պիրիտից հետո, ծծմբային միացություններից ամենալայն տարածված միներալն է: Հանդիպում է պղնձային հանքանյութեր պարունակող համարյա բոլոր հանքավայրերում: Առաջանում է մագմայի բյուրեղացման պրոցեսների ժամանակ հատիկների ձևով: Գլխավոր զանգվածները առաջանում են հիդրոթերմալ երակներում, հրային և նստվածքային ապարների կոնտակտներում՝ պիրիտի, պիրոտինի, մոլիբդենիտի, սֆալերիտի, մագնետիտի, հեմատիտի, քվարցի հետ միասին: Բացի դրանից, քիչ քանակությամբ խալկոպիրիտ առաջանում է նստվածքային ապարներում («պղնձային ավազաքար»), պղնձային միացություններով հարուստ մակերևույթային ջրերից:

Երկրի մակերևույթում խալկոպիրիտը կայուն չէ, նա հեշտությամբ ենթարկվում է քիմիական հողմահարման և առաջացնում երկրորդային միներալներ, ինչպես օրինակ՝ մալախիտ, ազուրիտ, խալկոզին, կովելին, կուպրիտ, լիմոնիտ և այլն:

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում խալկոպիրիտի խոշոր հանքավայրերը գտնվում են Ուրալում (Կարպուշինսկի, Լևիխինսկի, Տուրինսկի, Գումեշևսկի, Մեդնոռուդնյանսկի, Բլագոդատի հանքավայրերը), Չելյաբինսկի մարզում (Կիշտիմի) Ղազախստանում (Ջեզկազգանի, Լրունրադի հանքավայրերը), Կրասնոյարսկի երկրամասում (Նորիլսկի հանքավայրը), Միջին Ասիայում (Ալմալիկի հանքավվայրը), Հայաստանում՝ Կապանի, Ալավերդու հանքավայրերի խմբերը, Հանքաձոր և այլն:

Խալկոպիրիտի հանքավայրեր հայտնի են ԱՄՆ-ում (Բյուտ, Բիսբի), Իսպանիայում (Ռիո-Տինտո, Գուելվա), Նորվեգիայում (Սուլիրելմա), Գերմանիայում (Մանսֆելդ), Կանադայում, Չիլիում, Ճապոնիայում, Ավստրալիայում և այլ երկրներում:

Գործնական նշանակությունը: Հիմնական հանքաքարն է պղինձ ստանալու համար:

Մոլիբդենիտ [MoS_2 (Mo՝ 60 %, S՝ 40 %)]

Հուն. «*մոլիբդոս*» բառից՝ կապար: Հին ժամանակներում հույներն այդ անվան տակ հասկացել են ոչ միայն կապար, այլև գրաֆիտ և մոլիբդենիտ: Մոլիբդենիտը բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է թեփուկներով և հոծ զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Արտաքին տեսքով նման է գրաֆիտին, բայց մյուս հատկություններով և քիմիական բաղադրությամբ խիստ տարբեր է: Կարծրությունը՝ 1-1,5: Տեսակարար կշիռը՝ 4,7-5,0: Փափուկ է, շոշափելիս թվում է թե ճարպոտ է, մրոտում է ձեռքերը, ճեղքվում է ճկուն բարակ թիթեղների: Գրաֆիտի նման գրում է թղթի վրա: Ունի մետաղական փայլ, գույնը՝ կապարագորշ: Հերձումը կատարյալ է:

Առաջացումը կապված է թթու ինտրուզիվ ապարների, գլխավորապես գրանիտների և գրանոդիորիտների հետ: Առաջանում է պնգմատիտային երակներում: Սակայն պաշարի տեսակետից, այս տիպի հանքավայրերը չունեն գործնական նշանակություն:

Մոլիբդենիտի արդյունաբերական նշանակություն ունեցող հանքանյութերն առաջանում են հիդրոթերմալ լուծույթներից՝ քվարցային երակներում: Այստեղ նրան ուղեկցում են կասիտերիտը (անագաքարը), վոլֆրամիտը, շեելիտը, պիրիտը, արսենոպիրիտը, խալկոպիրիտը և այլն:

Հանքավայրերը: Պղնձամոլիբդենային հանքավայրերը հայտնի են Հայաստանում (Քաջարան, Ագարակ, Դաստակերտ, Հանքավան և այլն), Կյուսիսային Կովկասում (Տիրնիաուզ), Ղազախստանում, Ուզբեկստանում, ՌԴ, Անդրբայկալում (Գուտայսկի), Հեռավոր Արևելքում (Ումալտինսկի հանքավայրը), Ալթայում, Կամչատկայում, Վրաստանում (Կորւբի), Կիրգիզիայում, ԱՄՆ-ում՝ Կլայմաքսի և Բինհեմի հանքավայրերը: Կլայմաքսը տեղադրված է Ժայռոտ լեռների ջրբաժանի տեղանքում 3700 *մ* բարձրության վրա: Հանքավայրը շահագործվում է 1917 թ.-ից: Բինհեմի հանքավայրի պղնձի պաշարը հսկայական է՝ 7 մլն. *տ*, մոլիբդենի պաշարը՝ 200000 *տ* : Հեռանկարային խոշոր հանքավայրեր կան Չինաստանում, Հարավսլավիայում, Իրանում, ոչ մեծ պաշարներ՝ Ավստրալիայում, Մարոկկոյում, Ռումինիայում, Հունաստանում, Թուրքիայում, Կանադայում, Շվեդիայում և այլն: ՀՀ-ում է գտնվում տարածաշրջանի ամենախոշոր Քաջարանի հանքավայրը: Հայտնաբերված են նաև Հանքավանի, Դաստակերտի, Ագարակի, Թեղուտի և մի շարք այլ հանքավայրեր:

Գործնական նշանակությունը: Հիմնական հանքանյութ՝ մոլիբդեն ստանալու համար: Ավելացնում են երկաթին և պատրաստում տարբեր տեսակի բարձրորակ պողպատներ: Մոլիբդենային թելերն օգտագործվում են էլեկտրատեխնիկայում, նրա մի քանի միացություններ՝ քիմիական և ներկերի արտադրության մեջ:

Գալենիտ [PbS (Pb՝ 86,6 %, S՝ 13,4 %)]

Լատ. «գալենա» բառից՝ կապարի հանքանյութ: Որպես խառնուրդներ պարունակում է՝ **Ag, Cu, Zn, Se, Fe, As, Sb**, հազվագյուտ դեպքերում՝ **Mn, U**: Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է առանձին բյուրեղներով. հատիկավոր, հոծ զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2-3, տեսակարար կշիռը՝ 7,4-7,6: Ունի մետաղական փայլ, կապարասև գույն: Հեռծումը կատարյալ է խորանարդի նիստերով: Հեշտությամբ լուծվում է աղաթթվում:

Առաջացումը: Գալենիտի հիմնական զանգվածները առաջանում են հիդրոթերմալ լուծույթներից՝ ապարների ճեղքերում երակների տեսքով: Այն միշտ հանդիպում է սֆալերիտի հետ միասին: Մյուս միներալներից նրա հետ լինում են՝ պիրիտը, խալկոպիրիտը, արսենոպիրիտը, արծաթի, ցինկի, սուլֆոաղները: Ոչ մետաղային միներալներից՝ քվարցը, կարբոնատները, բարիտը, ֆլյուորիտը: Քիչ քանակությամբ նաև առաջանում է նաև նստվածքային ապարներում կապարածծմբային միացությունների լուծույթներից:

Մակերևույթային պայմաններում գալենիտ պարունակող ապարների հողմահարման պրոցեսների հետևանքով առաջանում են կապարի երկրորդային միներալներ, օրինակ՝ ցերուսիտ ($PbCO_3$), անգլեզիտ ($PbSO_4$), կապարի օխրա (PbO), սուրիկ (Pb_3O_4) և այլն:

Հանքավայրերը: ՌԴ-ում կարևոր հանքավայրերը գտնվում են՝ Հյուսիսային Կովկասում (Սադոն), Ալթայում (Ռիդդեր, Զմեինոգորսկ, Ջիրյանովսկ, Բելոուսովսկ, Զերեպանովսկ), Արևելյան Անդրբայկալում (Ներչինսկի շրջան), Նովոսիբիրսկի մարզում (Սալաիր). Հեռավոր արևելյան երկրամասում (Տետյուխե), Կարա-Տաու լեռներում (Տուրլանսկ) Թուրքմենստանում, Միջին Ասիայում (Կարամազարի լեռներ): Գալենիտի հանքանյութեր կան նաև ԱՄՆ-ում (Միսուրի և Կոլորադո նահանգներում), Մեքսիկայում, Իսպանիայում, Ավստրալիայում, Գերմանիայում Ֆրեյբերգի հնագույն հանքավայրերը), Նորվեգիայում (Կոնգսբերգ) և այլ երկրներում: ՀՀ-ում հայտնաբերված են Ախթալայի, Պրիվոլնոյե, Ղազմա, Ազատեկ, Արմանիս Շահումյան և այլ գալենիտ պարունակող հանքավայրեր:

Գործնական նշանակությունը: կարևոր հանքանյութ՝ կապար ստանալու համար:

Սֆալերիտ [ZnS (Zn՝ 67,1 %, S՝ 32,9 %)]

Հուն. «*սֆալերիտ*» բառից՝ խաբկանք: Երկար ժամանակ դրանից չեն կարողացել կորզել ոչ մի մետաղ, դրա համար էլ նրան հանքանյութ չեն համարել: Հաճախ որպես խառնուրդներ պարունակում է երկաթ (մինչև 20 %), կադմիում, ինդիում, պղինձ, մանգան, կապար և այլն: Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է հատիկներով և հոծ զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3-4, տեսակարար կշիռը՝ 3,9-4,2: Ունի մետաղական, ալմաստի, ապակու փայլ: Սովորաբար լինում է գորշ, դարչնագույն, սև, հազվադեպ՝ դեղին, կարմիր և կանաչավուն գունավորումներով, երբեմն՝ անգույն (թափանցիկ տեսակը): Հետքումը խիստ կատարյալ է ռոմբային դոդեկաէդրի նիստերով: Լուծվում է ազոտական թթվում: Փչակի բոցում չի հալվում:

Առաջացումը: Հիմնական զանգվածները առաջանում են հիդրոթերմալ լուծույթներից (հիպո-մեզոթերմալ երակներում) գալենիտի հետ միասին: Էկզոգեն պայմաններում առաջանում է շատ հազվադեպ: Սֆալերիտ հանդիպում է ածխի մի շարք հանքավայրերում:

Հանքավայրերը: Տե՛ս գալենիտը (նաև ՀՀ-ում):

Գործնական նշանակությունը: Գլխավոր հանքանյութ է ցինկ ստանալու համար: Նրանից կորզում են կադմիում, ինդիում և այլ մետաղներ, պատրաստում ներկեր, կատարում ցինկապատում: Կիրառվում է բազմաթիվ այլ բնագավառներում:

Արգենտիտ [Ag_2S (Ag՝ 87,1 %, S՝ 12,9 %)]

Լատ. «արգենտում» բառից՝ արծաթ: Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է անկանոն բյուրեղներով (կորացած, ծռմռված), ներփակված նուրբ հատիկներով և հոծ զանգվածներով, դենդրիտներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2-3, տեսակարար կշիռը՝ 7,2-7,4: Թարմ կոտրվածքում փայլը մետաղական է: Գույնը՝ կապարագորշից մինչև երկաթասև: Հետքումն անորոշ է: Հեշտությամբ կտրվում է դանակով, կռելի է: Լուծվում է ազոտական թթվում: Հալվում է փչակի բոցում:

Առաջացումը: Առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից մեզոթերմալ երակներում: Պարագենետիկ ասոցիացիայի մեջ է հետևյալ հանքանյութերի հետ՝ գալենիտ, սֆալերիտ, պիրիտ, խալկոպիրիտ, քվարց, կալցիտ:

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում՝ Ալթայում (Զմեինոգորսկ, Չերեպանովսկ, Ջիրյանովսկ), Արևելյան Անդրբայկալում (Ներչինսկի շրջան), Ուրալում (Տուրինսկի հանքային երակներում, Յակուտիայում), ԱՄՆ-ում, Նորվեգիայում (Կոնգսբերգ), Մեքսիկայում, Սաքսոնիայում, Բոհեմիայում և այլն: ՀՀ-ում արգենտիտի հանքանյութ հայտնաբերված են Մարցիգետի, Ղազմայի, Ագատենկի, Շահումյանի և այլ հանքավայրերում:

Գործնական նշանակությունը: Արծաթ ստանալու հիմնական հանքանյութն է:

Կինովար [HgS (Hg՝ 86,2 %, S՝ 13,8 %)]

Հուն. «*կիննաբարիս*» բառից, որը նշանակում է կարմիր ներկ, «վիշապի արյուն»՝ շնորհիվ միներալի բնորոշ կարմիր գույնի: Բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում: Հաճախ պարունակում է կավային, երկաթային և օրգանական նյութերի մեխանիկական խառնուրդներ: Բնության մեջ հանդիպում է տարբեր ձևի լավ զարգացած մանր բյուրեղներով, ներփակումներով, հոծ զանգվածներով և երբեմն հողախառն տեսքով:

Ֆիզիկական հատկությունները: կարծրությունը՝ 2-2,5, տեսակարար կշիռը՝ 8-8,25: Փայլը՝ ալմաստից մինչև մետաղային, գույնը՝ կարմիր, երբեմն կապարագորշ երանգով: Հետքումը պարզ չէ: Լուծվում է արքայաջրում՝ տաքացնելիս (սառը պայմաններում չի լուծվում):

Առաջացումը: Բացառապես առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում (էպիթերմալ հանքավայրերում), նաև Երկրի մակերեսից դուրս եկած ալկալային տաք լուծույթներից, օր.՝ Ստիմբոտ (Նևադա) և Սալֆոր-Բենկ (Կալիֆորնիա, ԱՄՆ) աղբյուրների ելքերի մոտ: Այստեղ կինովարի հետ պարագենետիկ միներալներից հանդիպում են անտիմոնիտը, պիրիտը, հազվադեպ՝ արսենոպիրիտը, ռեալգարը, երբեմն՝ սֆալերիտը, խալկոպիրիտը: Ոչ մետաղային միներալներից՝ քվարցը, կալցիտը և այլ միներալներ:

Հանքավայրերը: Ուկրաինայում է գտնվում ամենախոշոր հանքավայրերից (մեկը Նիկիտովկայի հանքավայրը): Հանքավայրեր կան Միջին Ասիայում (Խայդարկա), ՌԴ Արևմտյան Սիբիրում (Ակտաշ), Ուրալում (ոսկեբեր ավազացրոնների շրջանում), Անդրբայկալում. Դաղստանում:

Հայտնի են Իսպանիայի (Ալմադենը) և Իտալիայի (Իդրիա և Մոնտե-Ամիատա հանքավայրերը): ԱՄՆ-ի՝ Կալիֆորնիայում, Նևադայում, Պենրուի հանքավայրեր: ՀՀ-ում կինովարի երևակումներ են հայտնաբերված Սևանա լճի արևելյան շրջաններում:

Երկրակեղևի վերին մասերում կինովարը բավականին կայուն է, համարյա չի ենթարկվում քայքայման և այդ պատճառով էլ այն հաճախ հանդիպում է ավազացրոններում, որոնք շատ դեպքերում հանդիսանում են արժեքավոր հանքանյութեր սնդիկ ստանալու համար:

Գործնական նշանակությունը: Կինովարը միակ հանքաքարն է սնդիկ ստանալու համար: Բացի դրանից,պատրաստում են կարմիր ներկ, որը մեծամասամբ օգտագործվում է նկարչության մեջ:

Արսենոպիրիտ [FeAsS (Fe՝ 34,3%, As՝ 46,0%, S՝ 19,7%)]

Լատ. «*արսենիկում*»՝ մկնդեղ: Խառնուրդները՝ նիկել (մինչև 5%), կոբալտ, ծարիր, պղինձ, ոսկի: Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Հաճախ հանդիպում է լավ արտահայտված կարճ պրիզմատիկ և տափակ բյուրեղներով, հատիկներով և հոծ զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 5,5-6, տեսակարար կշիռը՝ 5,9-6,2: Ունի մետաղային փայլ, անագասպիտակ, արծաթասպիտակ, պողպատագորշ գույն: Հնձումը միջին է: Ճեղքիս արձակում է սխտորի հոտ: Լուծվում է ազոտական թթվում:

Առաջացումը: Պատկանում է հիդրոթերմալ ծագման միներալների թվին. սակայն առաջանում է առավելապես հիպոթերմալ փուլում վոլֆրամիտի, մոլիբդենիտի, ֆլյուորիտի և բերիլի հետ միասին: Արսենոպիրիտն առաջանում է նաև պնեմատոլիտային ու պնևմատոլիտային երակներում:

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում հայտնի են Ուրալում (Կոչկարի, Ջետիգարի հանքավայրերը), Արևելյան Սիբիրում (Դարասուն, Զապոկրովսկ), Միջին Ասիայում (Ույ-Իմչակ, Տակելի), Ղազախստանում (Բրիչմուլա), Վրաստանում, Ադրբեջանում (Դաշքեսան), ԱՄՆ-ում, Մեքսիկայում, Շվեդիայում, Գերմանիայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում հայտնի են պղինձ-մկնդեղային հանքանյութերով Մեծ Զոր, Սալվարդ հանքավայրերը:

Գործնական նշանակությունը: Մետաղական մկնդեղ ստանալու հիմնական հանքաքարն է: Նրա միացությունները լայնորեն օգտագործվում են գյուղատնտեսության մեջ, որպես թունաքիմիկատ՝ հողերի և բույսերի վնասատուների դեմ պայքարելու համար, բժշկության ասպարեզում, քիմիական արտադրությունում, ներկագործության և կաշեգործության, ապակու արտադրության մեջ (որպես ապակիները գունաթափող նյութ), ռազմական գործում և այլն:

Անտիմոնիտ [Sb_2S_3]

Անտիմոնիտ (ստիբնիտ) կամ ծարիրի փայլ: Անտիմոնիտ՝ անտիմոնիում տարրի անունից, ստիբնիտ՝ «ստիբի» կամ «ստիմմի» հուն. բառից, որ նշանակում է «ներկ արտևանունքների համար», սուրմա (ծարիր)՝ իրանական բառից, դարձյալ նույն նշանակությամբ: Այս միներալի արաբական հին անունը նոել է ալկահոլ՝ ներկ, նույնպես արտևանունքների և հոնքերի համար: Միջին Ասիայի և Կովկասի տեղական լեռնցի բնակչությունը հաճախ սուրմա է անվանում բոլոր մրոտող սև միներալներին:



Նկար 22. Անտիմոնիտ

Բյուրեղանում է ռոմբային սինգոնիայում: Հաճախ հանդիպում է լավ զարգացած պրիզմատիկ բյուրեղներով: Բյուրեղները լինում են բավականին բարակ, կորացած, ոլորված: Դրուզային ձևերը՝ փետրաձև կամ ճառագայթանման գոյացումներով (*նկ. 22*): Բյուրեղների երկարությունը երբեմն հասնում է 6,5 *սմ*-ից մինչև 1 *մ*:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2, փխրուն է, տեսակարար կշիռը՝ 4,5-4,6: Հներձումը խիստ կատարյալ է մեկ ուղղությամբ: Ունի մետաղական ցայտուն փայլ: Գույնը՝ կապտամոխրագույն: Խազի փոշու գույնը՝ համարյա սև: Հղոմահարված տեսակներն ավելի մուգ են և փայլ չունեն: Հալվում է մոմի բոցում:

Առաջացումը: Հիմնական զանգվածները առաջանում են հիդրոթերմալ լուծույթներից էպիթերմալ երակների վերին մասերում և հանդիպում է կինովարի, գալենիտի, սֆալերիտի, քվարցի, բարիտի և կարբոնատային միներալների հետ միասին: Առաջանում է նաև հրաբխային պրոցեսների ժամանակ, սուբլիմացիայի ճանապարհով:

Հանքավայրերը: Ռուսաստանում անտիմոնիտի հանքավայրերը հայտնի են՝ Սվերդլովսկի մարզում (Արմաշևսկի), Կրասնոյարսկի մարզում (Ռազդոլնինսկի), Ամուրի մարզում (Բոգուչան), Վրաստանում (Ռաչա), Կենտրոնական Ղազախստանում (Տուրգայսկի), Կիրգիզիայում (Կադամջայ և Չաուվայսկ):

Աշխարհում ամենախոշոր հանքավայրերը հայտնի են՝ Չինաստանում, որը տալիս է ծարիրի տարեկան համաշխարհային արդյունահանման, մոտավորապես 50%, Բոլիվիայում՝ 30%, Մեքսիկայում, Ֆրանսիայում, Ալժիրում, Հարավսլավիայում, Ճապոնիայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում հայտնի են Ագատենկի, Ամասիայի հանքավայրերը:

Գործնական նշանակությունը: Անտիմոնիտը ծառայում է որպես գլխավոր հանքաքար ծարիր ստանալու համար: Ծարիրի միացութ-

յուններն օգտագործվում են ներկերի, ռետինի, լուցկու, ռազմանյութերի արտադրության մեջ և այլ բնագավառներում:

Ռեալգար [AsS]

Անվան առաջացումը կապված է արաբական «ռայ-ալգար» բառի հետ, որ նշանակում է «քարի կամ հանքավայրի վառող»:

Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է կարճ ձողաձև բյուրեղներով և հատիկավոր հոծ զանգվածներով: Նրա փոշենման տեսակները հաճախ հանդիպում են կրաքարերի, մերգելների և թերթաքարերի ճեղքվածքներում:

Գույնը՝ նարնջակարմիր, փայլը՝ ճյութից մինչև ապակյա: Կարծրությունը՝ 1,5-2, տեսակարար կշիռը՝ 3,5:

Առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից, էպիթերմալ երակների վերին մասերում, անտիմոնիտի և աուրիպիգմենտի հետ միասին, ինչպես նաև հրաբխային պրոցեսների ժամանակ:

Թթվածնի ներգործությամբ ռեալգարը փոխվում է աուրիպիգմենտիտի (As_2S_3):

Ռուսաստանում ռեալգարի հանքավայրեր կան Հյուսիսային Կովկասում, Ուրալում, Վրաստանում (Ռաչա), Կիրգիզիայում (Չաուվայսկի), Ադրբեջանում (Ջուլֆա), Թուրքիայում (Կաղզվան), Մակեդոնիայում (Ալխար): ՀՀ-ում ռեալգարի հանքային կուտակումներ հայտնաբերված չեն:

Ռեալգարից ստանում են արսենիում:

Աուրիպիգմենտ [As_2S_3]

Այդ անունն առաջացել է լատ. «աուրում»՝ ոսկի և «պիգմենտ»՝ ներկ բառերից. Միներալն ունի ոսկեդեղին գեղեցիկ գույն:

Բյուրեղանում է ռոմբային սինգոնիայում: Շատ հազվադեպ է հանդիպում բյուրեղներով, սովորաբար լինում է թերթանման, հատիկներով և հողախառն զանգվածների տեսքով:

Կարծրությունը՝ 1,5, տեսակարար կշիռը՝ 3,5: Գույնը՝ ոսկեդեղին: Թարմ կոտրվածքում ունի սադափի ուժեղ փայլ: Մեկ ուղղությամբ տալիս է կատարյալ հերձում: Մուրճով հարվածելիս՝ բաժանվում է բարակ, ճկուն թերթիկների:

Առաջանում է ռեալգարի հետ միասին էպիթերմալ հանքավայրերի վերին մասերում: Անջատվում է տաք աղբյուրներից, հրաբուխների ժայթքման ժամանակ, ցնդող գազերից: Առաջանում է աղային գլբեթներում, նավթաջրերի ներգործությամբ, երբեմն՝ ռեալգարի և սուլֆիդային աղերի քայքայումից:

Ռուսաստանում նրա հանքավայրերը հայտնի են Յակուտիայում, Հյուսիսային Կովկասում, Վրաստանում, Կիրգիզիայում, Ադրբեջանում

(Զուլֆա), Հյուսիսային Իրանում, Աֆղանստանում, Թուրքիայում (Կաղզվան), Մակեդոնիայում(Ալխար), Ռումինիայում (Կապնիկ) և այլ երկրներում: ՀՀ-ում աուրիպիգմենտի հանքային կուտակումներ հայտնաբերված չեն:

Ռեալգարը և աուրիպիգմենտը օգտագործվում են մկնդեղի պրեպարատներ պատրաստելու համար: Աուրիպիգմենտից պատրաստում են դևոին ներկ, որն օգտագործվում է գեղանկարչության մեջ, և թունաքիմիկատներ՝ վնասատուների դեմ պայքարելու համար և այլ բնագավառներում:

Գ. ՕՔՍԻԴՆԵՐ

Օքսիդների խմբին են պատկանում մետաղների և մետալոիդների թթվածնային միացությունները:

Երկրակեղևում օքսիդները կազմում են մոտ 17,0% (ըստ կշռի), միայն սիլիցիումի օքսիդները՝ 12,6% (ըստ քաշի), երկրաթի ջրային օքսիդները՝ 3,9%:

Մետաղական փայլ ունեցող օքսիդային միներալները ծանր են, ոչ մետաղականը՝ թեթև: Մետաղական փայլ ունեցող միներալների գույնը կայուն է, ոչ մետաղականը՝ անկայուն: Օքսիդային որոշ միներալներ իրենց արտաքին մի քանի հատկանիշներով (գույն, փայլ) հիշեցնում են կարբոնատները և սուլֆատները, բայց վերջիններից խիստ տարբերվում են մեծ կարծրությամբ և հերձման բացակայությամբ: Անջուր օքսիդներն ունեն բյուրեղային ամուր կառուցվածք, քանի որ մետաղները թթվածնի նկատմամբ ունեն քիմիական ուժեղ խնամակցություն: Այդ պատճառով էլ նրանք քիմիապես կայուն են և դժվարահալ: Ջրային օքսիդներն ունեն բյուրեղային շերտավոր կառուցվածք և ոչ մեծ կարծրություն:

Օքսիդային միներալներից շատերը հանդիսանում են կարևոր օգտակար հանածոներ, որոնցից ստանում են այս կամ այն մետաղները (առանձնապես երկաթ):

Այս խմբում կարևոր են՝ երկաթի, մանգանի, ալյումինի, անագի, քրոմի, սիլիցիումի թթվածնային միացությունները:

ԱՆՋՈՒՐ ՕՔՍԻԴՆԵՐ

Մագնետիտ [Fe_3O_4 կամ $FeO\ Fe_2O_3$]

Մագնետիտ կամ մագնիսային երկաթաքար (Fe՝ 72,4%, O՝ 27,6%): Այս միներալի անունը կապված է նրա մագնիսական հատկությունների հետ: Մագնետիտ անվանումը առաջացել է հուն. «*մագնետիս*» բառից, որ նշանակում է «մագնիս» կամ «մագնիսական քար»: «Մագնիտ» արտահայտությունը գալիս է շատ վաղ անցյալից: Հայտնի է, որ չինացիները մեր թվարկությունից դեռ 1100 տարի առաջ ծանոթ են եղել

մագնիսական սլաքի հետ: Ենթադրվում է, որ «մագնիտ» բառը կապ ունի «Մագնես» հովիվի անվան հետ, որն իբր առաջինն է գտել այդ մագնիսական քարը: Նա նկատել է, որ այդ քարը ձգում է իր կոշիկի մեխերը և ճեռնափայտի երկաթյա ծայրը:

Բացի դրանից, մագնիսական երևույթների մասին հիշատակվում է Արևելքի պատմագրույցներում և ավանդություններում:

Մագնետիտը բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է օգտաէդր բյուրեղների, կրկնաբյուրեղների, հատիկների, հոծ զանգվածների և այլ ձևերով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 5,5-6,5, տեսակարար կշիռը՝ 4,9-5,2: Ունի մետաղային կամ խավար փայլ, երկաթեգույն գույն: Խազի գույնը՝ սև: Հալումն անկատար է: Ժժտված է մագնիսական հատկությամբ: 575^0C-ում մագնետիտը կորցնում է իր մագնիսական հատկությունը, իսկ սառչելիս այն նորից վերականգնվում է: Փչակի բոցում չի հալվում, լուծվում է աղաթթվում (վերջինիս տաքացնելու դեպքում):

Առաջացումը: Մագնետիտի գլխավոր զանգվածների առաջացումը կապված է մագմատիկ, կոնտակտ-մետասոմատիկ և մետամորֆային պրոցեսների հետ:

Երկրակեղևի խորքային գոտիներում նրա հսկայական զանգվածներն անջատվում են հիմքային մագմայից և, սովորաբար, հանդիպում են գաբբրոներում ու պիրոքսենիտներում, երբեմն՝ թթու և միջին մագմատիկ ապարներում:

Գրանիտային, սիենիտային մագմայի ու կրաքարերի կոնտակտային գոտում առաջացած մագնետիտի զանգվածներն ունեն արդյունաբերական մեծ նշանակություն:

Մակերևույթային ծագման երկաթային միացությունները, հայտնվելով երկրակեղևի խորքերում, մեծ ճնշման ու բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում, ենթարկվում են մետամորֆիզմի, առաջացնում՝ մագնետիտ:

Մագնետիտի և հեմատիտի որոշ զանգվածներ առաջանում են հիդրոթերմալ լուծույթներից, հիպոթերմալ և մեզոթերմալ հանքային երակներում:

Մակերևույթային պայմաններում մագնետիտը բավականին կայուն է և դրա համար էլ մագնետիտ պարունակող ապարների քայքայման հետևանքով նրա հատիկները կուտակվում են ցրոններում:

Հանքավայրերը: Մագնետիտի արդյունաբերական խոշոր նշանակություն ունեցող հանքավայրերից հայտնի են՝ ՌԴ Ուրալի (Մագնիտնայա, Բլագոդատ, Վիսոկայա լեռներում, կոնտակտ-մետասոմատիկ ծագման), Կուրսկի մագնիսային անոմալիայի հանքախումբը, որը կազմված է մինչքեմբրյան հասակի դիսլոկացիայի և մետամորֆիզմի

ենթարկված ապարներից. Այստեղ երկաթային հանքանյութերի շերտերի հզորությունը հասնում է մի քանի մետրից մինչև տասնյակ մետրերի: Այս հանքախումբը հայտնաբերվել է 1784 թ.-ին, ակադեմիկոս Ինոխոդցևի կողմից: Սակայն անոմալիայի պատճառները երկար ժամանակ մնում էին անհայտ: Մի խումբ երկրաբաններ և ֆիզիկոսներ, ակադեմիկոսներ Ա. Դ. Արխանգելսկու, Ի. Մ. Գուբկինի և Պ. Պ. Լազարևի գլխավորությամբ, պարզել են, որ 100-300*մ* խորության վրա գտնվում են մագնիսական երկաթաքարի մեծ զանգվածներ, որոնցով և պայմանավորված է մագնիսային անոմալիան: Անոմալիայի ազդեցության ոլորտը ընդգրկվում է 250 *կմ* երկարություն և 3-5 *կմ* լայնություն ունեցող տարածություն: Այսպիսինն է, օր.՝ Ադրբեջանում Դաշքեսանի կանտակտային ծագման հանքավայրը (Գանձակ քաղաքի շրջանում), Ուկրաինայի Կրիվոյ-Ռոգի (մետամորֆային ծագման հանքավայրերը):

Մագնետիտի կարևոր հանքավայրերից է Կուսինսկի (Չելյաբինսկի մարզ), Պերվոուրալսկին, Անգարա գետի երկու կողմերում ընկած Անգարա-Իլիմի հիդրոթերմալ երակային տիպի հանքավայրերի խումբը (Արևելյան Սիբիր), Տելբեսը, Թեմիր-Տաուն (Կենտրոնական Ղազախստան), Աբականը (Մինուսինսկի գոգավորությունում) ՌԴ:

Արդյունաբերական հումքային նշանակություն ունեցող երկաթային հանքանյութերի պաշարներ են հայտնաբերված նաև Հայաստանում (Կոտայքի, Սյունիքի և Լոռու մարզերում, Կապուտանի, Հրազդանի, Հանքավանի, Սվարանցի, Հաղարծնի և այլ հանքավայրեր):

Մագնետիտի համաշխարհային նշանակություն ունեցող հանքավայրից մեկը գտնվում է Հյուսիսային Ճվենդիայում (Կիրունավարան): Հանքավայրը կազմված է մինչքեմբրյան հասակի շերտախմբերից: Հանքային մարմնի հզորությունը տատանվում է 34*մ*-ից մինչև 150*մ*-ի, իսկ միջինը՝ 90 *մ* սահմաններում:

Հյուսիսային Ճվենդիայում մագնետիտի հանքավայրերի թիվը հասնում է 30-ի: Դրանցից արդյունաբերական խոշոր նշանակություն ունեն նաև Լյուսսավարան, Հելլիվարան, Հյուսիսային Ամերիկայում՝ Վերին լճի հանքավայրը (մետամորֆային ծագման) և այլ հանքավայրեր:

Գործնական նշանակությունը: Երկաթ ստանալու ամենահարուստ հանքաքարն է:

Հեմատիտ [Fe_2O_3]

Հեմատիտ կամ կարմիր երկաթաքար (Fe՝ 70%, O՝ 30%): Նրա կազմում սովորական խառնուրդներն են՝ TiO_2, FeO, SiO_2: Այդ անունն առաջացել է հուն. «գեմատիկոս» բառից, որ նշանակում է «արյունոտ»: Ենթադրվում է որ այդպիսի անվանումը կապված է միներալի փոշու համապատասխան գույնի հետ:

Բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում: Բնության մեջ ի հայտ է գալիս լավ զարգացած բյուրեղներով, բարակ թիթեղներով, թեփուկներով, ծածկաբյուրեղներով, հոծ զանգվածներով, հատիկներով, օոլիտային և հողային զանգվածներով, հոսքերով (ստալակտիտների տեսքով):

Բնության մեջ հանդիպում են նրա հետևյալ տարբերակները.

1. *Երկաթի փայլ* ՝ ներկայացնում է թիթեղներով և տափակ խոշոր բյուրեղներով հեմատիտ, որը վաղուց հայտնի է Միջերկրային ծովի Էլբա կղզուց:
2. *Երկաթի փայլարիկ* ՝ թերթաքարման, թեփուկանման երկաթի փայլով հեմատիտ:
3. *Մարտիտ* ՝ հեմատիտի պսևդոմորֆոզը (կեղծ ձևը) ըստ մագնետիտի:
4. *Կարմիր օխրա* ՝ հողանման, փոշենման, կարմիր գույնի հեմատիտ:
5. *Երկաթի սեր* ՝ նուրբ, մանր թեփուկներով հեմատիտ, շոշափելիս թվում է ճարպոտ, թեթև:
6. *Երկաթի վարդ* ՝ երկաթի փայլի թիթեղանման բյուրեղների ներտաճումներ, որը հիշեցնում է վարդը:
7. *Կարմիր ապակյա գլխարկ* ՝ փայլուն մակահոսման ձևերով հեմատիտ, շառավղաճառագայթաձև ներքին կառուցվածքով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 5-6,5, տեսակարար կշիռը՝ 5-5,3: Ունի մետաղայինից մինչև ապակյա փայլ, մյուս տարբերակների մոտ փայլը բացակայում է: Գույնը՝ բալակարմիր, պողպատագորշ, երկաթասև: Հետքումը հագիվ նկատելի է: Փչակի բոցում չի հալվում: Թթուների մեջ լուծվում է դանդաղորեն:

Առաջացումը: Առաջանում է տարբեր պրոցեսների հետևանքով: Արդյունաբերական նշանակություն ունեցող հանքավայրերի մեծ մասն ունի մետամորֆային ծագում: Երկրակեղևի խոր գոնաներում, մեծ ճնշման և բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում, լիմոնիտը փոխվում է հեմատիտի՝ $2Fe_2O_3\ 3H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 + 3H_2O$ ·

Այս տիպի հանքավայրերում հեմատիտը հանդիպում է՝ քվարցիտների, բյուրեղային թերթաքարերի, մարմարների մեջ:

Հոծ զանգվածներով և ցանների տեսքով առաջանում է հրային ապարների (գրանիտ, դիորիտ, սիենիտ) և կրաքարերի կոնտակտային գոնայում, տաք ջրային լուծույթների ու կրաքարերի փոխազդեցությամբ:

Հիպոթերմալ և մեզոթերմալ երակներում նրա որոշ զանգվածներն անջատվում են հիդրոթերմալ լուծույթներից:

Երկրի մակերեսին որոշ քանակությամբ հեմատիտ առաջանում է գերհիմքային ապարների և հազվադեպ՝ մագնետիտի քիմիական հողմահարման պրոցեսների ժամանակ: Երբեմն գոյանում է հրաբուխների ժայթքման ժամանակ: Այն նստում է խառնարանի պատերի կամ լավայի վրա:

Հանքավայրերը: Հեմատիտի ամենահարուստ հանքավայրը Կրիվոյ Ռոգն է: Հանքավայրը կազմված է մինչքեմբրյան հասակի, ուժեղ դիսլոկացիայի և մետամորֆիզմի ենթարկված ապարներից, որոնք ծածկված են երրորդական և չորրորդական նստվածքներով: Այստեղ երկաթային քվարցիտները, տեղադրված են մինչքեմբրյան ապարներում, հարուստ են մագնետիտով և հեմատիտով: Հանքավայրեր կան Ուրալի արևելյան և արևմտյան (Մագնիտնայա, Բլագոդատ, Վիսոկայա լեռներում) և Կուրսկի մագնիսային անոմալիայի շրջանում (ՌԴ): Վերին լճի շրջանի (ԱՄՆ) և Կրիվոյ հանքավայրերը (Ուկրաինա): ՀՀ-ում տեղ մագնետիտի հանքավայրերը:

Գործնական նշանակությունը: Երկաթ ստանալու համար կարևորագույն հանքաքար է:

Պիրոլյուզիտ [MnO_2]

Անունն առաջացել է հունարեն երկու բառից՝ «պիր»՝ կրակ, «լյուզիոս»՝ լվացող, ոչնչացող, քայքայող: Այդպիսի անվանումը պայմանավորված է նրանով, որ պիրոլյուզիտը, վաղ ժամանակներից օգտագործվել է ապակիները գունաթափելու համար:

Բյուրեղանում է ռոմբային սինգոնիայում: Բնության մեջ մեծ մասամբ հանդիպում է օոլիտային տեսքով, հողախառն և հոծ զանգվածներով, երբեմն՝ կոնկրեցիաներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Բյուրեղային պիրոլյուզիտն ունի մետաղային փայլ, մեծ կարծրություն՝ 5-6, երկաթասև գույն: Հնձում չունի: Տեսակարար կշիռը՝ 4,7-5,0: Օոլիտային և հողախառն պիրոլյուզիտը փայլատ և փխրուն է (կարծրությունը՝ 2), գույնը՝ սև, խավար՝ պողպատագորշ, մոխրավուն, մրոտում է ձեռքերը:

Առաջացումը: Նրա հիմնական զանգվածները առաջանում են ծովային ավազաններում, գլխավորապես ծանծաղ առափնյա մասերում, գետերի հոսանքի միջոցով բերված մանգան պարունակող կոլոիդ լուծույթներից: Մանգանային միներալների առաջացմանը մասնակցում են նաև օրգանիզմները (մանրէներ):

Պիրոլյուզիտի կոնկրեցիաները առաջանում են ժամանակակից ծովերի (Սև, Բալթիկ, Բարենցի) հատակում՝ տիղմերի մեջ: Ջրային ավազաններում պիրոլյուզիտը կուտակվում է հսկայական քանակությամբ երկաթի, ալյումինի և սիլիցիումի միացությունների հետ միասին (*նկ. 23*):



Նկար 23. Սանգանի օքսիդի դենդրիտներ

Պիրոլյուզիտն առաջանում է նաև հանքավայրերի վերին մասերում, մանգան պարունակող միներալների քիմիական հաղմահարման պրոցեսների ժամանակ:

Հանքավայրերը: Խոշորագույն հանքավայրերն են՝ Չիատուրին (Վրաստան) և Նիկոպոլը (Ուկրաինա): Այս հանքավայրերում մանգանային հանքանյութերը տեղադրված են նստվածքային ապարներում: Հանքավայրեր կան նաև ՌԴ Ուրալում և Արևմտյան Սիբիրում (Ուսինսկի և Մագուլսկի), Հնդկաստանում, Արևմտյան Աֆրիկայում (Ոսկե ափ) և Չեխիայում (Պլատեն): ՀՀ-ում Տավուշի մարզի Ղալաչա, Սևքար, Աչաջուր, Սարիգյուղ, Վայոց Ձորի Մարտիրոս, Հորադիս, Կարմրաշեն հանքավայրերը:

Գործնական նշանակությունը: Այն մանգան ստանալու կարևորագույն հանքաքար է և օգտագործվում է էլեկտրական չոր մարտկոցների արտադրությունում, ապակեգործության մեջ՝ կանաչ ապակիների գունաթափման, քիմիական պրեպարատների պատրաստելու համար, որոնք օգտագործվում են բժշկական պրակտիկայում, հատուկ հակագազերի արտադրության՝ ածխաթթու գազից պաշտպանվելու համար, ներկերի արտադրության մեջ, լուսանկարչային աշխատանքներում, օլիֆի, յուղի, մոմի արտադրություններում, կաշեգործության մեջ: Բացի դրանից սև մետալուրգիայում պողպատը և երկաթը մանգանի հետ միակցվելիս ձեռք են բերում կպչուն և կռելի հատկություններ: Հանքանյութի ճուլման ժամանակ նա կատարում է երկաթային օքսիդների վերականգնող դեր, նպաստում է երկաթից անցանկալի խառնուրդները (ֆոսֆատ, ծծումբ, սիլիցիում) հեռացնելուն և այլն:

Կորունդ [Al_2O_3 (Al՝ 53 %, O՝ 47 %)]

Միներալին այդ անունը տրված է հին հնդկական «curund» բառից: Բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում: Հնորոշ են տակառանման և իլիկաձև բյուրեղները, հանդիպում է նաև հատիկներով ու հոծ զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 9, տեսակար կշիռը՝ 3,9-4,1: Ունի ապակու փայլ: Լինում է տարբեր գույների՝ երկնագույն-գորշ, դեղնավուն-գորշ, կապույտ, կարմիր, վարդագույն, հազվադեպ՝ դեղին, կանաչ, մանուշակագույն: Հեղուկում չունի: Փչակի բոցում չի հալվում, հալման ջերմաստիճանը՝ 2000^0C:

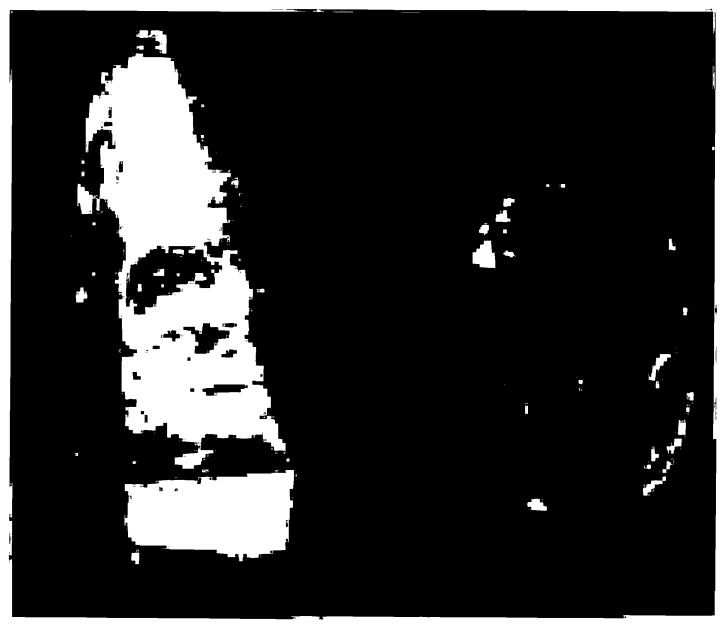
Կորունդի գլխավոր տարատեսակները.

1 *Սովորական կորունդ*՝ բյուրեղային անթափանցիկ տեսակը կապտավուն, գորշ կամ դեղնագորշ գույն ունի:

2. *Հղկաքար*՝ ներկայացնում է կորունդի մանարահատիկ հոծ տարատեսակը, մագնետիտի, հեմատիտի և քվարցի խառնուրդով: Այս անունը տրված է Նաժդակ վայրի անունից (Փոքր Ասիայում):
3 *Սուտակ (տուբին)*՝ լատ. «ruber» բառից, նշանակում է «կարմիր» Այն կորունդի թափանցիկ կարմիր և վարդագույն տարատեսակն է. Գույնը պայամանավորված է Cr_2O_3-ի խառնուրդի պարունակությամբ: Ռուբինը առաջին կարգի թանկարժեք քար է (*նկ. 24*):
4. *Շափյուղա* (սապֆիր անվան ծագումը հայտնի չէ)՝ ներկայացնում է կորունդի թափանցիկ կապույտ տեսակը: Պարունակում է երկաթ և տիտան: Առաջին կարգի թանկարժեք քար է (*նկ 25*):



Նկար 24. Սուտակ



Նկար 25. Շափյուղա

Առաջացումը: Կորունդը առաջանում է երկրաբանական տարբեր պայմաններում, կրաքարերի և դոլոմիտների ու գրանիտների կոնտակտային գոնայում (սուտակի, շափյուղայի հանքավայրերում): Պնեգմատիտային երակներում՝ կապված սիենիտ-պնեգմատիտների և նեֆելինային պնեգմատիտների պրոցեսների հետ: Նստվածքային ապարներում եղած բոքսիտը ենթարկվելով մետամորֆիզմի փոխվում է կորունդի. Այստեղ նա հայտնաբերվում է բյուրեղային թերթաքարերի և մարմարների մեջ:

Անջատվում է մագմայից, վերջինիս սառեցման ու բյուրեղացման պրոցեսների ժամանակ: Այդ են հաստատում կիշտիմիտ և սայմոնիտ ապարները, որոնք հիմնականում կազմված են կորունդից և դաշտային սպաթներից:

Շնորհիվ կորունդի քիմիական կայունության և մեծ կարծրության հաճախ հանդիպում է նաև ավազացրոններում:

Տարբեր հանքավայրերում կորունդի պարագենետիկ միներալներն են՝ ռուտիլը, մագնետիտը, դիասպորը. պիրիտը. փայլարը. շաինելը. էպիթերմալ տիպի հանքավայրերում՝ կաոլինը, երկրորդային քվարցը:

Հանքավայրերը: Ամենախոշոր հանքավայրից մեկը (կոնտակտա-պնևմատոլիտային ծագման) հայտնի է Ղազախստանում, Պավլո-

գրադի մարզում՝ Սեմիզ-Բուգու լեռը: Այստեղ կորունդը տեղադրված է երկրորդային քվարցիտներում, ոսպնյակների և մասամբ շտոքների տեսքով. ՌԴ-ում Յակուտիայում՝ Չայնիտի, իսկ Ուրալում՝ Նաժդակի հանքավայրերը: Կորունդ կա Իլմենյան լեռներում, Սամարայի մարզում Կոլտաշ գյուղի մոտ, որտեղ հայտնի են աուտակը և շափյուղան:

Աուտակի և շափյուղայի (արմատական, կոնտակտային, գրոնային տիպի) համաշխարհային նշանակություն ունեցող հանքավայրերը գտնվում են Բիրմայում, Հնդկաստանում, Ցեյլոնում: Նակսոս կղզում (Փոքր Ասիա) հայտնի է նաժդակի գրոնային տիպի, Հարավային Աֆրիկայում (Տրանսվաալում)՝ երակային տիպի, Կանադայում՝ մագմատիկ ծագման հանքավայրեր: Այստեղ կորունդի զանգվածը տեղադրված է նեֆելինային սիենիտների մեջ և պնգմատիտային երակներում: ՀՀ-ում կորունդի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Ծնորհիվ մեծ կարծրության և քիմիական կայունության, կորունդն ու հղկաքարը լայն կիրառություն ունեն քարհատման աշխատանքներում, իսկ փոշու տեսքով՝ թանկարժեք քարեր, մետաղներ և օպտիկական ապակիներ հղկելու համար: Կորունդից կազմված ապարների աղացած ցեմենտանյութից պատրաստում են հղկող հաստոցների շրջանակներ:

Քանի որ աշխարհում կորունդի մեծ պաշարներ չկան, ապա բոքսիտներից, էլեկտրահալման եղանակով, ստանում են արհեստական կորունդ կամ ալունդ, որը փոխարինում է բնական կորունդին:

Աուտակն ու շափյուղան առաջին կարգի թանկարժեք քարեր են, օգտագործում են նաև ժամացույցների մեխանիզմներում, որպես հենաքարեր, էլեկտրական հաշվիչներում և գեոֆիզիկական սարքերում:

Ներկայումս աուտակն ու շափյուղան ստանում են արհեստական ճանապարհով՝ հիմնված մաքուր կավահողի (Al_2O_3) հալման վրա, թթվածնի բոցի 1800^0C-ում: Ստացված համասեռ զանգվածն իր ֆիզիկական հատկություններով համարյա չի տարբերվում բնական կորունդից: Այդ ուղղությամբ առաջին փորձերը կատարվել են դեռ 1837 թ.: Միևնույն ժամանակ մանրադիտակային աուտակն առաջին անգամ ստացել է ֆրանսիական քիմիկոս Գոգենը: Քիչ ուշ նաև՝ շափյուղան: 1877 թ. Ֆրեմին և Ֆայլին հաջողվել է ստանալ բյուրեղային կորունդ: 1900 թ. Ֆրանսիայում արդեն հայտնի էր արհեստական աուտակի և մասամբ շափյուղայի ստացման արտադրության եղանակը:

Կասիտերիտ (անագաքար) [SnO_2 (Sn՝ 78,8 %, O՝ 21,2 %)]

Անունն առաջացել է հուն. «*կասիտերոս*» բառից՝ «*անագ*»: Սովորական խառնուրդներն են՝ Fe_2O_3, TiO_2, SiO_2, Ta_2O_3: Բյուրեղանում է տետրագոնային սինգոնիայում, լավ արտահայտված բյուրեղներով, գլխավորապես պրիզմաների և բիպիրամիդայի տեսքով: Հանդիպում է

նաև բնորոշ կրկնաբյուրեղներով, առանձին բյուրեղներով, հոծ, հատիկավոր զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 6-7, տեսակարար կշիռը՝ 6,8-7· Փայլը՝ ալմաստից մինչև մետաղային (սև տեսակները): Գույնը՝ սև կամ դարչնագույն, հազվադեպ՝ դեղին, գորշ: Հետքումն անկատար է: Փչակի բոցում չի հալվում, թթուներում չի լուծվում:

Առաջացումը: Առաջանում է պեգմատիտային և պնևմատոլիտային երակներում, անագի քառաֆտորային միացության ու ջրային գոլորշիների փոխազդեցությամբ՝ որոշ զանգվածներ անջատվում են հիդրոթերմալ լուծույթներից, հիպո-մեզոթերմալ երակներում քվարցի հետ միասին: Ուղեկցող միներալներն են՝ ֆլյուորիտը, ապատիտը, տոպազը, տուրմալինը և սուլֆիդային միներալները:

Երկրի մակերեսում հաճախ հանդիպում է ցրոններում, որը ունի արդյունաբերական մեծ նշանակություն:

Հանքավայրերը: Կասիտերիտի գլխավոր հանքավայրերը գտնվում են ՌԴ Անդրբայկալում (Խապչերանգա, Շերլովա լեռը), Յակուտիայում (Էգե-Խայա). Սիխոտե-Ալինում (Սինանչինսկի), Արևելյան Ղազախստանում (Զերդյակսկի, Հարավային Ամերիկայում (Բոլիվիա), Մալակա թերակղզում և Բագկա կղզում (Հնդկաչին): Համաշխարհային շուկա արտահանվող անագաքարի մեծ մասը ստացվում է վերջին երկու հանքավայրերից (ցրոնային տիպի), Անգլիայում (Կոռնուոլ), Գերմանիայում (հանքային լեռներում՝ Ալտենբերգ, Յինվալդ, Գրաուպեն հանքավայրերը): ՀՀ-ում տարածքում անագի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն: Սևանի ավազանում հայտնի են մի քանի հանքային երևակումներ:

Գործնական նշանակությունը: Անագ ստանալու միակ հանքաքարն է:

Քրոմիտ (քրոմային երկաթաքար) [$FeO{\cdot}Cr_2O_3$]

Միներալի մեջ Cr_2O_3-ի պարունակությունը տատանվում է 40-65% սահմաններում, FeO՝ 18 %: Մնացած մասը կազմում են մագնեզիումի և ալյումինի խառնուրդները:

Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում, գլխավորապես օկտաէդրի ձևով: Հաճախ հանդիպում է հոծ, հատիկավոր զանգվածներում, երբեմն՝ ցրոններում:

Կարծրությունը՝ 4,5-5,5: Տեսակարար կշիռը՝ 4,3-4,5: Գույնը երկաթասև: Փայլը՝ կիսամետաղայինից մինչև մետաղային: Փչակի բոցում չի հալվում, թթուները չեն ազդում:

Առաջանում է մագմայի դիֆերենցման պրոցեսների ժամանակ և միշտ հանդիպում է գերհիմքային ապարներում (դունիտներում, պերի-

դոտիտներում, սերպենտինիտներում), երբեմն՝ հիմքային ապարներում (գաբրոններում), շտոքների, բների և շլիրների տեսքով.

Ըստ Cr_2O_3-ի պարունակության, տարբերում են հարուստ (մետալուրգիական) և աղքատ (քիմիական) քրոմիտներ:

Քրոմիտի խոշոր հանքավայրերը գտնվում են ՌԴ Ուրալում (Սարանովսկի, Ալապաևսկի), Հյուսիսային Ղազախստանում (Հարավ-Կեմպիրսայսկի): Քրոմիտի հանքավայրեր կան նաև Հայաստանում (Սևանա լճի հարավ-արևելյան ափում՝ Շորժայի հանքավայրը), Հնդկաստանում, Հարավային Ռոդեզիայում, Նոր Կալեդոնիայում, Հունաստանում, Թուրքիայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում հայտնի են Շորժայի խմբի. Ջիլի հանքավայրերը, Բաբաջանի, Դարայի և այլ հանքային երևակումներ:

Գործնական նշանակությունը: Հարուստ քրոմիտներն օգտագործվում են մետաղային քրոմ և համաձուլվածքներ ստանալու համար, իսկ աղքատ տեսակները՝ քիմիական արդյունաբերության մեջ՝ քրոմի աղեր ստանալու և մետալուրգիայում՝ որպես հրակայուն նյութ:

Քվարց [SiO_2]

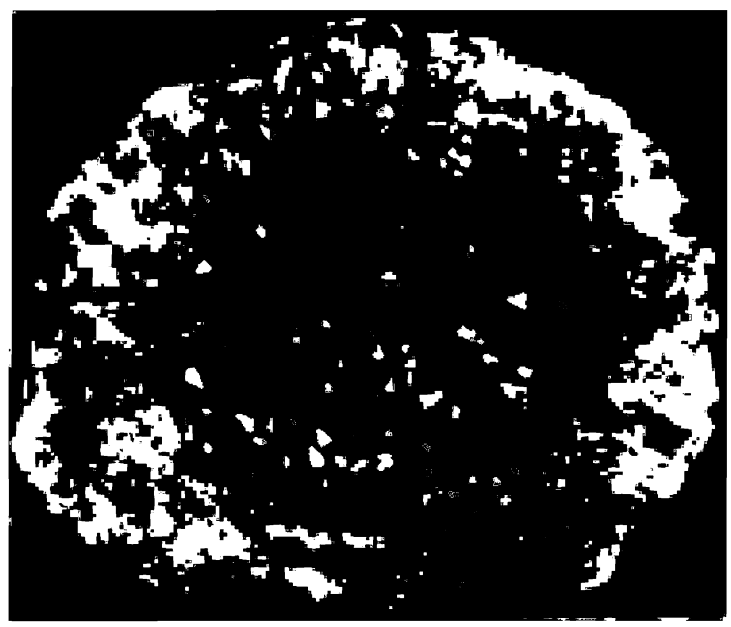
Քվարց անվան ծագումը պարզ չէ, ենթադրվում է, որ այդ անունը առաջացել է լենական «*տվարդի*» բառից՝ «կարծր քար» նշանակությամբ:

Խրուստալ (բյուրեղ)՝ հուն. *կրիստալոս*՝ սառույց (*նկ. 26*):

Ամետիստ (հուն. *ամետիստոս*՝ չխմող), հին հույներն օգտագործում էին ալկոհոլիզմի դեմ որպես կախարդանք (*նկ. 27*):



Նկար 26. Լեռնային բյուրեղի դրուզ



Նկար 27. Ամետիստի ժեոդ

Տարբերում են քվարցի երկու պոլիմորֆ տեսակներ՝ α և β:α քվարցը համարվում է ցածր ջերմաստիճանի (0-571^0C) քվարց: Բյուրեղանում է տրիգոնային սինգոնիայում. β բարձր ջերմաստիճանի (575-870^0C) քվարց է: Բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում:

Այս երկու տարբերակների բյուրեղներն աչքի են ընկնում պրիզմատիկ հնքսագոնային հաբիտուսային ձևերով, դրուզային լավ զարգացած բյուրեղներով, երկարավուն, ասեղնաձև բյուրեղներով, կրկնաբյուրեղներով, կոնկրեցիաներով, հոծ, թաքնված բյուրեղային զանգվածներով: Քվարցի բյուրեղների մեծությունը տատանվում է մանրադիտակայինից մինչև մեկ մետրի սահմաններում:

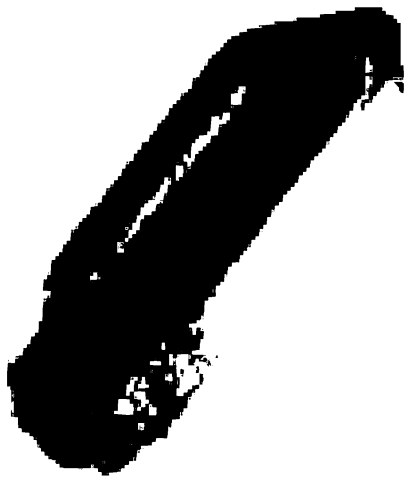
Բնության մեջ քվարցն ամենատարածված միներալներից մեկն է և կազմում է մագմատիկ թթու ապարների (գրանիտ, լիպարիտ, քվարցային պորֆիր, քվարցային դիորիտ) բաղկացուցիչ մասը: Պնևմատոլիտային և հիդրոթերմալ երակները կազմված են քվարցից: Մտնում են նաև մետամորֆային ապարների ու պեգմատիտների կազմի մեջ:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 7, տեսակարար կշիռը՝ 2,65: Հներծում չունի, կոտրվածքն անհավասար է: Փայլը՝ ապակու, կոտրվածքում ճարպի: Գույնը՝ անգույն, սպիտակ, գորշավուն, ծխագույն, սև, վարդագույն, մանուշակագույն, կանաչ: Փչակի բոցում չի հալվում: Հալվում է շառաչող գազի բոցում: Թթուներում անլուծելի է, բացի ֆտորաջրածնական թթվից:

Ըստ գույնի և տարբեր նյութերի պարունակության, տարբերում են քվարցի հետևյալ տարատեսակները՝

1. *Լեռնային բյուրեղ*՝ թափանցիկ կամ ջրաթափանցիկ անգույն տարբերակը (*նկ. 26*):
2. *Սովորական քվարց*՝ անթափանց կամ կիսաթափանց սպիտակ կամ կաթնասպիտակ տեսակը: Երկաթային խառնուրդների դեպքում ձեռք է բերում դեղնավուն գունավորում: Բնության մեջ հանդիպում է շատ հաճախ:
3. *Ամեթիստ*՝ մանուշակագույն տեսակը: Լայն տարածում ունի Չինաստանում: Դրանից պատրաստում են գեղարվեստական տարբեր մանր իրեր (*նկ. 27*):
4. *Մխագույն քվարց* կամ *ռաուխտոպազ*՝ օրգանական նյութերով գունավորված սևավուն տեսակը: Ըստ գույնի հիշեցնում է տոպազը, բայց նրա հետ ոչ մի ընդհանուր կապ չունի (*նկ. 28*):
5. *Սև քվարց* կամ *մորիոն*՝ անթափանցիկ, թունդ սև գույնի տարբերակը: Հանքավայրերում սովորաբար հանդիպում է ծխագույն քվարցի հետ միասին:
6. *Վարդագույն քվարց*՝ ներկայացնում է հոծ մանրաբյուրեղային կազմությամբ նուրբ վարդագույն տեսակը: Գույնը կախված է երկաթի և մանգանի մի քանի օքսիդների չնչին խառնուրդներից (*նկ. 29*):

Առաջացումը: Քվարցն անմիջապես անջատվում է թթու մագմայից և կազմում է հնտրուզիվ ապարների (գրանիտների, գրանոդիորիտների, քվարցային դիորիտների) զանգվածների հիմնական բաղկացուցիչ մասը:



Նկար 28. Ծխագույն քվարց



Նկար 29. Վարդագույն քվարց

Առաջանում է պնգմատիտա-պնևմատոլիտային պրոցեսների ժամանակ, դաշտային սպաթների հետ միասին և կազմում պնգմատիտային գանգվածի խոշոր բյուրեղները:

Անջատվում է հիդրոթերմալ լուծույթներից և կազմում հանքատար երակներ: Երկրակեղևի հողմահարման գոնայում քայքայվող հրային ապարների և սիլիկատների քայքայումից ազատված սիլիցիումի հաշվին հետագայում առաջանում են քվարց և խալցեդոն: Շնորհիվ քվարցի կայուն հատիկների, հսկայական գանգվածներով կուտակվում է նստվածքային ապարներում և առաջացնում ավազներ ու ավազաքարեր:

Հանքավայրերը: Քվարցը տարածված է ամենուրեք: Գունավոր տարբերակները հայտնի են ՌԴ՝ Ուրալում (Մուրզինկա, Շայտանկա, Լիպովկա), Կովկասում (Կազբեկ), Օնեգա լճի շրջանում, Անդրբայկալում, Ալթայում և այլն: Նշված հանքավայրերի մեծ մասում քվարցը գտնվում է պնգմատիտային երակներում:

Ամետիստները հայտնիեն՝ Յեյլոնում, Հնդկաստանում, Բիրմայում, Ուրուգվայում, Բրազիլիայում, Շվեյցարիայում: Վարդագույն քվարցը Հյուսիսային Ամերիկայում, Բրազիլիայում, Մադագասկարում: ՀՀ-ում ազատ է հայտնաբերված Սևքար և Աչաջուր (Տավուշ) հանքավայրերում:

Գործնական նշանակությունը: Գունավոր և թափանցիկ տեսակները (լեռնային բյուրեղ, ամետիստ, ծխագույն) կիսաթանկարժեք և բնագույն քարեր են: Սովորական քվարցը՝ ապակու արտադրության, խեցեգործության մեջ և մետալուրգիայում՝ շլաքառաջացման, քիմիական ամանեղենների պատրաստելու համար: Թափանցիկ քվարցը կիրառվում է օպտիկայում՝ սպեկտրոսկոպների պրիզմաներ պատրաստելու, ֆիզիկական և բժշկական գործիքների մեջ այն օգտագործվում է ուլտրամանուշակագույն ճառագայթներով լուսավորելու համար, ինչպես նաև ռազմական գործում: Լեռնային բյուրեղը, ռաուխտոպազը և մորիոնը կիրառվում են ռադիոտեխնիկայում որպես ռադիոալիքների ստա-

բիլիգատոր և ռնգոնատոր: Լեռնային բյուրեղը՝ ոսկերչական և գեղարվեստական իրերի արտադրության մեջ, կառույցներում և ճանապարհաշինարական աշխատանքներում:

Քվարցի գաղտնաբյուրեղային, թելավոր կամ շառավիղաճառագայթավոր ու սֆերոլիտային կառուցվածքով տարատեսակը կոչվում է *խալցեդոն* (Փոքր Ասիայում Քաղկեդոն քաղաքի անունից): Այն սովորաբար լինում է գորշ, կապտավուն, դարչնադեղին գույնի: Առաջանում է հիդրոթերմալ լուծույթներից և օրթոկլազի քիմիական հողմահարման պրոցեսների հետևանքով:

Խալցեդոնի զոլավոր, բարդ նախշերով տարբերակը կոչվում է *ագաթ* (հուն. *ագաթե*՝ կարծր) (*նկ. 30*): Կարմիր գույնի խալցեդոնը՝ *սերդոլիքս* (*նկ 31*): Խալցեդոնի, օպալի, կավի, կալցիտի, քվարցի պղտոր խառնուրդը կրում է *կայծքար* անունը: Խալցեդոնի նուրբ ֆիգիկական խառնուրդը մանրահատիկ քվարցի, կավահողի, ածխային նյութերի, երկաթի ու մանգանի միացությունների հետ կոչվում է *հասպիս*:



Նկար 30. Ագաթ



Նկար 31. Սերդոլիքս

Խալցեդոնն օգտագործվում է որպես հղկանյութ, իսկ ագաթը՝ արհեստագործական և բնագույն քար է: Դրանից պատրաստում են հավանգներ: Հասպիսն օգտագործվում է որպես արհեստագործական և բնագույն քար ու երեսպատման նյութ:

Խալցեդոնի հայտնի հանքավայրը գտնվում է Վրաստանում (Ախալցխայի շրջան) ՌԴ Միջին-Սիբիրական սարահարթում (տրապների մեջ), Հարավային Ուրալում (Օրսկի հանքավայրը) փառաբանվում են հասպիսի գեղեցիկ տարբերակները: Նրա գունավոր տեսակներր հայտնի են Ալթայի երկրամասում:

ՋՐԱՅԻՆ ՕՔՍԻԴՆԵՐ

Օպալ [SiO_2 nH_2O]

Լատ «*օպալուս*», հուն. «*օպալիոս*» բառերից՝ սպիտակ քար, թերևս սանսկրիտական «ուպալա» բառից՝ թանկարժեք քար: «Օպալ» բառի հունարեն թարգմանության իմաստն է «շշմեցնող աչք» կամ «կախարդիչ տեսողություն».

Ջրի պարունակությունը տատանվում է 0,4-21,0 % և այն բարդացնում է նրա քիմիական կառուցվածքը: Հաճախ լինում են երկաթի ջրային օքսիդների խառնուրդներ և կալցիումի աղեր: Ամորֆ միներալ է: Բնության մեջ հանդիպում է ողկույզաձև ստալակտիտների, հողա-ալյուրանման փխրուն զանգվածների, ամուր կուտակումների և խճաժանման զանգվածների տեսքով: Փայլը՝ սադափանման, ապակենման, ճարպանման: Հներում չունի: Կարծրությունը՝ 5,6-6,5: Տեսակարար կշիռը՝ 1,9-2,5: Հանդիպում է տարբեր գույներով՝ անգույն, սպիտակ, դեղին, շագանակագույն, կարմիր, կանաչ, երկնագույն, մոխրագույն, կապտավուն, ծիածանի: Շիկացնելիս կոտրատվում է, բայց չի հալվում: Բացի ֆտորաջրածնական թթվից այլ թթուներում չի լուծվում:

Գլխավոր տարբերակները.

1. *Ազնիվ օպալ*՝ բնության մեջ հանդիպում է հազվադեպ և հատարվում է թանկարժեք քար: Ունի ծիածանային գույների խաղ, առավելապես կանաչ, մանուշակագույն և երկնագույն:
2. *Կաթնասպիտակ օպալ*՝ կիսաթափանցիկ, կաթնասպիտակ է: Ճենապակենմանը կոչվում է *կախոլոնգ*, պղտոր, խավար տեսակը՝ *հիդրոֆան*: Այս բոլոր տարբերակները լինում են փուխր, ծակոտկեն կազմությամբ (*նկ. 32*):
3. *Հրագույն օպալ*՝ թափանցիկ կամ լուսանցիկ է: Գույնը՝ կարմիր, գինեդեղին (*նկ. 33*):



Նկար 32. Սև օպալ



Նկար 33. Հրագույն օպալ

4. *Հիալիտ*՝ Ջրալեափանցիկ տեսակը կոչվում է *հիալիտ* կամ *սիլիցիումային ապակի*· Անունը ծագել է հուն. «*գալոս*» բառից, ապակի· Առաջանում է տաք աղբյուրներից՝ սիներոլիտների, ստալակտիտների տեսքով: Հայտնի է Ճապոնիայում:
5. *Հասպիսային կամ կիսաօպալ*՝ շնորհիվ կավի, կրաքարի և երկաթի խառնուրդների, ձեռք է բերում պղտոր և խավար տեսք: Սովորաբար լինում է անթափանցիկ: Առաջանում է կաոլինի, բոքսիտի, քլորիտի քայքայման պրոցեսների ժամանակ: Հանդիպում է տարբեր գունավորումներով: Այս տարբերակը լայն տարածում ունի Ալթայում (ՌԴ):
6. *Փայտանման օպալ կամ քարացած փայտ*՝ ներկայացնում է օպալի պսևդոմորֆոզն ըստ փայտի:
7 *Գեյզերիտ*՝ կայծքարային տուֆ, կայծքարային կամ մարգարտյա նստվածք (քափ): Օպալի այս խումբը տաք աղբյուրներից սիլիցաթթուների անջատման արդյունք է, որը մեծ մասամբ կապված է գեյզերների նորագույն նստվածքների հետ: Հայտնի են Հյուսիսային Ամերիկայում, Իսլանդիայում և այլուր:
8. *Դիատոմիտ և տրեպել*՝ օպալների օրգանական ծագման տարբերակներ են (ինֆուզորային հող կամ կիզելգուր): Լինում են փխրուն կամ հողային զանգվածներով, սպիտակ, դեղին, գորշ, անգամ սև գույնի: Դրանց առաջացումը կապված է ցածրակարգ օրգանիզմների (դիատոմիտների, ճառագայթավորների) կենսագործունեության հետ: Այդ մանր օրգանիզմների մանրադիտակային գրահները կազմված են ջրային կայծքարահողից: Ծովերի և օվկիանոսների հատակում, շերտերի ձևով, դրանցից առաջանում են հսկայական նստվածքներ:

Դիատոմիտը և տրեպելը լայն կիրառություն ունեն շինանյութերի արտադրության մեջ: Օգտագործվում են մետաղների հղկման, պայթուցիկ նյութերի պատրաստման համար:

Առաջացումը: Օպալը առաջանում է հետհրաբխային պրոցեսների ժամանակ, մագմատիկ օջախներից Երկրի մակերես արտահոսած ջրային լուծույթներից, որը կուտակվում է դատարկ տարածություններում ու լավայի ճեղքերի մեջ, հրաբխային շրջաններում՝ գեյզերների ելքերի մոտ, իսկ ծովախորշերում՝ ցամաքից գետերի միջոցով բերված կայծքարահողի մոխիրների խտացման պրոցեսի ժամանակ:

Երկրի մակերեսում օպալն աստիճանաբար փոխվում է խալցեդոնի և քվարցի:

Ագնիվ և հրային ծագման օպալները թանկարժեք քարեր են:

Հայտնի են Նեռչինյան շրջանում (Անդրբայկալ) ՌԴ, Ժիտոմիրի և Կիևի մարզերում (Ուկրաինա): ՀՀ-ում օպալի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Դ. ՀԱԼՈՒԴՆԵՐ

Հալոիդային միներալներ են՝ նատրիումի, կալիումի, կալցիումի մագնեզիումի և այլ տարրերի քլորային, ֆտորային, բրոմային, յոդային միացությունները: Բնության մեջ առավել լայն տարածված են քլորային և ֆտորային միացությունները,որոնք մեծ կիրառություն ունեն առօրյա կյանքում:

Հալոիդային միացությունների զգալի մասը առաջանում է մակերևույթային պայմաններում, առավելապես ծովերի և լճերի հատակում, ինքնանստեցման ճանապարհով, որպես քիմիական նստվածքներ:

Առավել տարածված հալոիդային միացություններն աչքի են ընկնում ոչ մեծ կարծրությամբ, փոքր տեսակարար կշռով և ապակյա փայլով: Մաքուր վիճակում լինում են սպիտակ, խառնուրդների դեպքում մոխրագույն, դեղնավուն, կարմրավուն, կապույտ, երբեմն նաև սև:

Հալոիդային միներալներից մի քանիսը՝ հալիտը, սիլվինը, կարնալիտը ջրում լուծվում են հեշտությամբ, ֆլյուորիտը (CaF_2), սովորական պայմաններում ջրի մեջ անլուծելի է: Նատրիումի աղերը հայտնի են շատ հին ժամանակներից:

Մետաղական նատրիումն առաջին անգամ ստացել է Դևին, 1807 թ.:

Ըստ ակադեմիկոս Ա. Ե. Ֆերսմանի հայտնի են շուրջ 140 նատրումային միներալներ, որից հալոիդներ՝ 10, մնացածները՝ սիլիկատներ, կարբոնատներ սուլֆատներ, ֆոսֆատներ և այլ միացություններ են:

Նատրիումի աղերի տնտեսական նշանակությունը մեծ է: Նատրիումի քլորիդը, բացի հասարակական սննդի արդյունաբերությունից, լայն կիրառություն ունի քիմիական արդյունաբերության տարբեր ճյուղերում՝ սոդա, նատրիումի հիդրոքսիդ և սուլֆատ, քլոր, աղաթթու ստանալու համար:

Հալիտ (քարաղ) [NaCl (Na՝ 39,4 %, Cl՝ 60,6 %)]

Հուն. *հալոս*՝ ծովի աղ: Հաճախ պարունակում է ոչ մեծ քանակությամբ KCl, $CaSO_4$, $MnSO_4$, որպես մեխանիկական խառնուրդ՝ Fe_2O_3-ը (վարդագույն աղ):

Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բյուրեղները երբեմն մեծ չափերի են հասնում: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ հատիկավոր, խիտ, թերթանման, թելանման զանգվածներով, ստալակտիտների տեսքով, հազվադեպ առաջացնում է դրուզներ:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2,5: Տեսակարար կշիռը՝ 2,1: Հերձումը կատարյալ է խորանարդի նիստերով: Գույնը՝ անգույն, սպիտակ, մոխրագույն, դեղնավուն, վարդագույն, կարմիր,

երկնագույն, կապույտ: Փայլը՝ ապակու: Հեշտությամբ լուծվում է ջրում: Ունի աղի համ: Հալման կետը՝ 80^0C, եռման կետը՝ 1440^0C:

Առաջացումը: Գլխավոր զանգվածները առաջանում են ծովերում և լճերում: Ընդտազանգվածների, շտոքների կամ գմբեթների տեսքով տեղադրված են նստվածքային ապարներում (կավերում, մերգելներում), և գբաղեցնում են մեծ տարածություններ: Հաճախ դրանց հաստությունը հասնում է 1000-ից ավելի մետրերի: Սուբլիմատների տեսքով առաջանում է հրաբուխների ժայթքման ժամանակ: Որոշ քանակությամբ քարաղ կուտակվում է աղի աղբյուրների ելքերի մոտ: Տափաստանային և անապատային վայրերում հողի մակերեսի վրա առաջանում են գունաթափ աղեր:

Հանքավայրերը: Քարաղի հանքավայրերը բազմաթիվ են՝ ՌԴ Սոլիկամսկ-Բերեզնիկովսկի (Մերձուրալ), Իլեցկի (Չկալովի մարզ), Սլյավանա-Արտեմովսկի (Ուկրաինա), Ուսոլի (Իրկուտսկ քազաքի մոտ), Հայտնի են նաև Բասկունչակ, Էլտոն լճերը (Վոլգոգրադի մարզ), Արևմտյան Սիբիրի աղի լճերը, Սակսի լիճը (Ղրիմ), Մերձկասպյան խմբի լճերը (Ղազախստան), Նախիջևանի հանքավայրը (Ադրբեջան):

ՀՀ-ում հայտնի է մերձերևանյան աղաբեր ավազանը, որի վրա գործում է Ավանի աղի հանքավայրը:

Ամենախոշոր հանքավայրերից հայտնի են ԱՄՆ-ում (Կանզաս, Տեխաս, Օկլահոմա նահանգներում, Աղի մեծ լիճը), Գերմանիայում (Ստասսֆուրտ), Լեհաստանում (Վելիչկա), Անգլիայում (Ճեշայր, Պրոպշայր), Ֆրանսիայում (Էլզաս-Լոթարինգիա), Իսպանիայում (Կորդովա), Ճապոնիայում: Ավստրալիայում (Վիկտորիա լիճը), Իրանում (Տաբրիս լիճը) և այլ հանքավայրեր:

Գործնական նշանակությունը: Քարաղի արդյունաբերական նշանակությունն արտակարգ մեծ է: Քիմիական արդյունաբերության մեջ քարաղից ստանում են աղաթթու, քլոր, նատրիումի հիդրոքսիդ, սոդա, նատրիումի սուլֆատ, քլորակիր: Լայն կիրառություն ունի սննդի արդյունաբերության, կաշեգործության, մետաղագործության խեցեգործության և բժշկության մեջ: Քարաղը միաժամանակ հանքաքար է մետաղական նատրիում ստանալու համար:

Մետաղական նատրիումն օգտագործվում է համաձուլվածքներ ստանալու համար, մետալուրգիայում որպես վերականգնող նյութ, օրգանական միացությունների արտադրության մեջ՝ կատալիզատոր, էլեկտրաարդյունաբերության մեջ՝ հաղորդալարեր պատրաստելու աշխատանքներում (նատրիումային «երակներ», որոնք ծածկվում են պոնձի թաղանթով) և, վերջապես, պարպիչ էլեկտրական լամպերի համար:

Սիլվին [KCl (K՝ 52,4 %, Cl՝ 47,6 %)]

Այս միներալի անունը կապված է հոլանդացի քիմիկոս և բժիշկ Սիլվիա Դելլա Բաշի (1614-1672թթ.) անվան հետ, որը հայտնաբերել է այդ աղը:

Նատրիում քլորիդի խառնուրդը սիլվինին տալիս է պղտոր տեսք: Այս դեպքում միներալին անվանում են *սիլվինիտ*:

Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ, հատիկավոր, խիտ, թերթաձևման զանգվածներով, երբեմն՝ առանձին բյուրեղներով և դրուզներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2-2,5: Տեսակարար կշիռը՝ 2,0: Գույնը՝ մաքուր վիճակում անգույն, խառնուրդների դեպքում՝ կաթնասպիտակ, երբեմն՝ վարդագույն, կարմրավուն (երկաթ օքսիդի պարունակության դեպքում), կապտավուն: Փայլը՝ ապակու. հեշտությամբ լուծվում է ջրում: Համը՝ դառն աղի:

Առաջանում է նույն պայմաններում, ինչ որ քարաղը:

Հանքավայրերը: Համաշխարհային նշանակություն ունեցող խոշորագույն հանքավայրը գտնվում է ՌԴ Ուրալում (Սոլիկամսկում՝ Վերխնեկամսկի հանքավայրը), որը հայտնաբերվել է 1925 թ.: Այստեղ սիլվինիտի ներքին հորիզոնը տեղադրված է 150-300 *մ* խորության վրա: Հանքավայրը պերմի հասակի է: Այս հանքավայրի բազայի վրա ստեղծված է քիմիական խոշորագույն կոմբինատ, որտեղ մշակվում են կալիումի աղերը: Կալիումի աղեր կան Մերձկասպյան աղի գմբեթների շրջանում, Ուզբեկստանի և Թուրքմենիայի հանրապետություններում:

Հայտնի են նաև Ստասֆուրտի (Գերմանիա), պերմի հասակի, որը մեծ տարածություն է գրավում Հյուսիսգերմանական ցածրությունում և Էլզասի (Ֆրանսիա), երրորդական հասակի հանքավայրերը: Կալիումի պաշարներով աշխարհում առաջին տեղը գրավում է Ռուսաստանը, երկրորդը՝ Ֆրանսիան: ՀՀ-ում սիլվինի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Կալիումիական աղերը լայն կիրառություն ունեն գյուղատնտեսության և քիմիական արդյունաբերության մեջ: Ներկայումս նրա աղերի 95 %, որպես պարարտանյութեր, օգտագործվում են մշակաբույսերի՝ շաքարի ճակնդեղի, արմատապտուղների, կարտոֆիլի, գարու, ծխախոտի, արևածաղկի, կաննփի, կակաչի բերքատվության բարձրացման համար:

Կալիումի տարբեր միացությունները (KOH, K_2CO_3, KNO_3, $KClO_3$, $KMnO_4$, KCN, KBr, KJ) օգտագործվում են՝ բժշկության, օծանելիքների արտադրության, հրատեխնիկայի, լուսանկարչությունում, բրդեղենի մաքրման համար, թղթի, ապակու, լաքի, ներկի և այլ արտադրություններում:

Ֆլյուորիտ [CaF_2 ($Ca^{`}$ 51,2 %, $F^{`}$ 48,8 %)]

«Ֆլյուորիտ» անունը ենթադրվում է, որ կապ ունի «fluor» տերմինի հետ (անգլ. *fluorine*), որ եվրոպական լեզուներում նշանակում է ֆտոր (F) Լատ. «*ֆլյուորում*» բառից՝ ֆտոր:

Հաճախ դիտվում է ֆլյուորիտի տարբեր տարբերակներ, որոնցից մի քանիսը քիմիապես մաքուր են, մյուսները պարունակում են խառնուրդներ $CaCl_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, Fe_2O_3:

Բյուրեղանում է խորանարդային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է կոնկրեցիաների, հոծ, խիտ զանգվածների տեսքով, երբեմն՝ հողախառն ագրեգատներում: Նրա առանձին բյուրեղները երբեմն մեծ չափերի են հասնում (*նկ. 34*):



Նկար 34. Ֆլյուորիտ

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 4, տեսակարար կշիռը՝ 3-3,5: Փայլը ապակու: Գույնը՝ անգույն, սպիտակ, դեղին, կանաչ, երկնագույն, մանուշակագույն, երբեմն՝ մանուշակա-սև: Հետքում կատարյալ է օկտաէդրով:

Առաջացումը: Գլխավոր զանգվածները, երակների ձևով, առաջանում են հիդրոթերմալ պրոցեսների ժամանակ: Այստեղ նրան ուղեկցում են մետաղային միներալները՝ գալենիտը, սֆալերիտը, խալկոպիրիտը և ուրիշները: Առաջանում է նաև պնգմատիտային և պնևմատոլիտային երակներում բերիլի, տուրմալինի, տոպազի, կասիտերիտի և այլ միներալների հետ միասին: Հանդիպում է մի շարք նստվածքային ապարներում (ոչ մեծ կուտակումներով): Առաջանում է նաև հրաբխային ժայթքումների ժամանակ՝ ցնդող ֆտորային միացություններից:

Հանքավայրերը: Նրա խոշոր հանքավայրերը գտնվում են Միջին Ասիայում և Անդրբայկալում: Հանդիպում է նաև Մոսկվայի (Ռատովկի գետակի ափերում), Կալինինի (Օսուգ գետի աջ ափում) մարզերում Անգլիայում (Կումբերլենդը), ԱՄՆ-ում (Կենտուկին), Գերմանիայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում ֆլյուորիտի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Ֆլյուորիտի մոտ 70 % օգտագործվում է մետալուրգիայում, որպես ֆլյուս (երկաթի և այլ հանքաքարերի հալման ջերմաստիճանն իջեցնող նյութ): Քիմիական արդյունաբերության մեջ նրանից ստանում են ֆտորաջրածնային թթու և ֆտորային աղեր: Այսպես, օր արհեստական եղանակով ստացած կրիոլիտը (Na_3AlF_6) օգտագործվում է ալյումինի էլեկտրոլիզի համար: Գունավոր տեսակները ակնագործական քարեր են: Անգույն թափանցիկ տեսակները՝ օպտիկայում, սպեկտրոսկոպներ պատրաստելու համար:

Ե. ԿԱՐԲՈՆԱՏՆԵՐ

Այս խմբին են պատկանում մետաղների ածխաթթվային (H_2CO_3) միացությունները: Բնության մեջ կարբոնատային հանքայնքերն ունեն լայն տարածում և մեծ դեր ունեն երկրակեղևի կառուցվածքում: Կարբոնատային աղերը նստվածքային և մետամորֆային ապար կազմող հանքայններ են: Այդ տեսանկյունից առավելապես աչքի է ընկնում կալցիտը: Բնության մեջ այն առաջացնում է առանձին հանքային տարատեսակներ՝ կավիճ, կրաքար, արագոնիտ: Բացի դրանից կալցիտը խիստ էական դեր է խաղում շատ օրգանիզմների կմախքային մասերի ամրապնդման, ինչպես նաև ֆորամինիֆերների, փափկամարմինների խեցիների և մարջանների, փշամորթերի, սպունգների ու ծովային այլ օրգանիզմների կմախքների և գրահների կայունացման գործում: Մասնակցություն ունեն նաև բուսական ծագում ունեցող օրգանիզմներում (կրաքարային ջրիմուռներ):

Կարբոնատներն ունեն հետևյալ բնորոշ առանձնահատկությունները՝ ոչ մետաղական փայլ (մեծ մասամբ ապակու),միջին կարծրություն, տեսակարար կշիռը տատանվում է 2,7-4 սահմաններում, միայն սմիթսոնիտը (4,5) և ցերուսիտը (6,6) աչքի են ընկնում մեծ տեսակարար կշռով: Բոլոր կարբոնատներն աղաթթվի ներգործությամբ աստիճանաբար բայքայվում են, և անջատվում է ածխաթթու գազ:

Կարբոնատները համեմատաբար հեշտ են լուծվում ջրում (ածխաթթվի առկայության դեպքում), կարբոնատների բյուրեղների համար ավելի բնորոշ ձևը հանդիսանում է ռոմբոէդրը (տրիգոնային սինգոնիա):

Ըստ քիմիական բաղադրության տարբերում են անջուր և ջրային կարբոնատներ: Անջուր կարբոնատների գոյնը անկայուն է, իսկ ջրայինը՝ կայուն:

ԱՆՋՈՒՐ ԿԱՐԲՈՆԱՏՆԵՐ

Կալցիտ [$CaCO_3$ (CaO՝ 56 %, CO_2՝ 44 %)]

«Կալցիտ» անունն առաջացել է «*calcium*» տարրի անունից, կամ «*valcis*»՝ «կիր», «կրային քար» անվանումից:

Կալցիտ կամ կրային սպաթ, քիմիապես մաքուր վիճակում հանդիպում է շատ հազվադեպ: Խառնուրդները՝ **Mg, Fe, Mn, Zn** և այլն:

Բյուրեղանում է տրիգոնային սինգոնիայում: Ռոմբոէդրի նիստերի երեք ուղությամբ տալիս է կատարյալ հերձում: Մուրճով հարվածելիս՝ հատիկավոր տեսակները կոտրատվում են որոշակի ուղղությամբ և ստացվում են բեկորներ՝ ռոմբոէդրի տեսքով: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ, հատիկավոր, խիտ հոսքերի, փեսորանման, հողախառն, թելթանման, թելանման, ասեղանման, շառավիղա-ճառագայթանման զանգվածներով, երբեմն՝ առանձին բյուրեղներով և դրուզներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3, տեսակարար կշիռը՝ 2,6-2,8: Փայլը՝ ապակու, հերձման հարթության վրա՝ սադափի: Գույնը՝ մեծ մասամբ անգույն կամ կաթնասպիտակ, խառնուրդների դեպքում՝ դեղին, վարդագույն, կարմիր, մուգ-շականակագույն, սև, երկնագույն և այլն: Աղաթթուն և քացախը ռեակցիայի մեջ են մտնում կալցիտի հետ:

Կալցիտի մաքուր թափանցիկ տեսակը կոչվում է *իսլանդական սպաթ* : Այն հայտնաբերվել է Արևելյան Իսլանդիայի հանքավայրում (այստեղից էլ նրա անունը): 1669 թ. մի գիտական արշավախմբի կողմից առաջին անգամ, այն բերվել է Եվրոպա և թողնվել Կոպենհագենում: Այստեղ նրա թափանցիկ գեղեցիկ բյուրեղները գրավել են շատերի ուշադրությունը· Կոպենհագենի համալսարանի պրոֆեսոր, ֆիզիկոս Էրազմ Բարտոլին հետազոտել է այդ բյուրեղները և հայտնաբերել մի հիանալի երևույթ՝ մանր առարկաների պատկերները նրա բյուրեղների միջով երևում են կրկնակի, լույսի ճառագայթների երկբեկման շնորհիվ:

Հետագայում, ճառագայթների երկբեկման ուսմունքը հետևողականորեն զարգացրել է Քրիստիան Հյուգենսը: Իսլանդական սպաթի այդ հիանալի հատկության շնորհիվ այն լայն կիրառություն ունի օպտիկայում:

Կալցիտի մյուս տարատեսակներից են՝ *կրային սպաթը-սովորական կալցիտը* (անթափանցիկ տեսակը), *կրաքարային տուֆերը, մարմարը* (հատիկավոր կրաքար), *տրավերտինը, միմագրական քարը* (նուրբ հատիկավոր տեսակը): Պատահում է նաև *ստալակտիտների, ստալագմիտների և օոլիտների* (սիսեռաքար) ձևերով:

Առաջացումը: Անջատվում է տաք և սառը ջրային լուծույթներից մետրոթերմալ և էպիթերմալ պայմաններում, երակների տեսքով: Վերջիններս հաճախ պարունակում են տարբեր մետաղների ծծմբային միացություններ (PbS, ZnS, FeS_2, $CuFeS_2$):

Երկրի մակերեսում առաջանում է կրային աղբյուրների ելքերի մոտ և դաշտային սպաթների քիմիական հողմահարման պրոցեսների ժամանակ: Ծովերի հատակում մահացած կենդանիների կրային խեցիները և կմախքները կուտակվելով առաջացնում են կրաքարերի հսկայական շերտախմբեր, որոնք հիմնականում կազմված են կալցիտից:

Հանքավայրերը: Կալցիտը բավականին տարածված միներալ է: Ռուսաստանում իսլանդական սպաթի հանքավայրերը գտնվում են Յակուտիայում (Վիլյույ գետի հովտում, որտեղ այն տեղադրված է բազալտների և տրապների ճեղքերում և դատարկություններում: Բազմաթիվ, ոչ մեծ, հանքավայրեր կան Միջին Ասիայում: Կովկասում իսլանդական սպաթը հանդիպում է կրաքարերի մեջ և ունի հիդրոթերմալ ծագում: Իսլանադական սպաթի խոշորագույն հանքավայրը գտնվում է

Իսլանդիայում: Այստեղ այն տեղադրված է բազալտներում և կավճի շերտերում:

Վիմագրական քարի հանքավայր կա Կովկասում (Ալգետսկի հանքավայր) ՌԴ, Լենինգրադի մարզում, Ուկրաինայում:

Մարմարի հանքավայրերը հայտնի են Ուրալում (Ուֆալեյի, Զլատոուստի և այլ շրջաններում), Կարելիայում, Անդրբայկալում, Ուկրաինայում (Ղրիմ), Հայաստանում, Վրաստանում:

Բարձրորակ մարմարների հանքավայրեր կան Իտալիայում (Կարարայի հանքավայրը՝ ճենովա նեղուցի արևելյան ափում) և Հունաստանում, իսկ վիմագրական քարի հանքավայր՝ Գերմանիայում Բավարիա մարզում (Զոլենգոֆենի մոտ):

Գործնական նշանակությունը: Իսլանդական սպաթը գործածվում է օպտիկական արդյունաբերության մեջ Նիկոլի պրիզմաներ պատրաստելու համար, որոնք կիրառվում են բևեռացնող մանրադիտակներում, պոլյարիմետրերում, կոլորիմետրերում և այլն:

Մաքուր կրաքարերն օգտագործվում են քիմիական արդյունաբերության մեջ կիր ստանալու համար, շաքարի, սոդայի, նատրիումի հիդրոքսիդ, քլորակրի արտադրության մեջ, ֆոսֆորով և ծծմբով աղքատ կրաքարերը՝ մետալուրգիական արդյունաբերության մեջ՝ հանքանյութերի հալման ժամանակ որպես ֆլյուս, ցեմենտի տարբեր տեսակների (պորտլանդ ցեմենտ, ռման-ցեմենտ) արտադրելու համար և այլ բնագավառներում:

Հղկված տեսքով մարմարն օգտագործվում է որպես շինանյութ՝ շենքերի ներքին պատերի երեսպատման համար, քանդակագործական աշխատանքներում, էլեկտրատեխնիկայում (բաշխիչ վահաններ և այլն):

Կավիճը գործածվում է որպես գրելու, ներկելու, հղկելու նյութ, ցեմենտի արտադրության մեջ, լաքերի, ներկերի, պարֆյումերիայի (ատամնափոշի), ռետինի արտադրության մեջ և այլ բնագավառներում.

Մագնեզիտ [$MgCO_3$ (MgO՝ 47,6 %, CO_2՝ 52,4 %)]

Անունն առաջացել է Մագնեզիա (Հունաստան) վայրի անունից, որտեղ այն հայտնի է դեռ շատ վաղ անցյալից:

Սովորական խառնուրդներն են՝ $FeCO_3$, $CaCO_3$, $MnCO_3$:

Բյուրեղային կառուցվածքն նման է կալցիտին: Բյուրեղանում է տրիգոնային սինգոնիայում և տալիս է ռոմբաձև բյուրեղներ: Բնության մեջ հանդիպում է մարմարանման զանգվածների տեսքով, որը կազմված է երկարավուն բյուրեղներից (ի տարբերություն մարմարի և դոլոմիտի), ճեղնապակենման խիտ գոյացումներով, հողախառն ագրեգատներով և այլն:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3,5-4,5: Տեսակարար կշիռը՝ 2,9-3,1. Հեշտությամբ կատարյալ է ռոմբաեդրի նկատմամբ (երեք

ուղղությամբ): Բյուրեղային տեսակներն ունեն ապակու փայլ. մնացուծները՝ խավար են: Գույնը՝ սպիտակ, ձյունասպիտակ, դեղնավուն, գորշ, շականակագույն, մոխրագույն: Թթուներում լուծվում է միայն տաքացնելիս: Կոտրվածքն անհավասար է, խեցային: Փչակի բոցում ճաքճքվում է, բայց չի հալվում:

Առաջացումը: Մագնեզիտը առաջանում է հիդրոթերմալ պայմաններում և Երկրի մակերեսում:

Հիդրոթերմալ տիպի հանքավայրերը առաջանում են երկու ճանապարհով.

ա) Մագմատիկ օջախից եկող տաք մագնեզիալ լուծույթների կրաքարերի կալցիումի և դոլոմիտների մագնեզիումի մետասոմատիկ տեղակալման ճանապարհով: Այստեղ մագնեզիտի առաջացման պրոցեսը կատարվում է այսպես՝

$$\underset{\text{կրաքար}}{CaCO_3} + \underset{\substack{\text{մագնեզիալ}\\ \text{լուծույթ}}}{MgCO_3} = \underset{\text{դոլոմիտ}}{CaCO_3 \cdot MgCO_3}$$

$$\underset{\text{դոլոմիտ}}{CaCO_3 \cdot MgCO_3} + \underset{\substack{\text{մագնիզիալ}\\ \text{լուծույթ}}}{MgCO_3} = \underset{\text{մագնեզիտ}}{2MgCO_3} + CaCO_3$$

Ծվենյգարիայում՝ Ալպեր (Շտիրում), Իսպանիայում մագնեզիտը միշտ գտնվում է դոլոմիտների և կրաքարերի մեջ:

բ) Օլիվին պարունակող գերհիմքային մագմատիկ ապարների (պերիդոտիտներ, դունիտներ) վրա ածխաթթվային հիդրոթերմների (սերպենտինիզացիայի պրոցես) մետամորֆիզացնող ազդեցությամբ՝

$$\underset{\text{օլիվին}}{2(Mg,Fe)_2SiO_4} + \underset{\text{սերպենտին}}{H_2O_4} + CO_2 = 3MgO \cdot 2SiO_2 + \underset{\text{մագնեզիտ}}{MgCO_3}$$

Այս ճանապարհով առաջացած մագնեզիտն ամորֆ է:

Երկրի մակերեսում սերպենտին պարունակող գերհիմքային մագմատիկ ապարները քիմիական հողմահարման ենթարկվելով առաջանում է մագնեզիտ, որը մակերեսային ջրերի միջոցով տարվում է դեպի ներքին հորիզոնները և այնտեղ առաջացնում երակներ, բներ և խալեր: Պրոցեսը կատարվում է այսպես՝

$$\underset{\text{սերպենտին}}{3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O} + H_2O + CO_2 = \underset{\text{մագնեզիտ}}{3MgCO_3} + \underset{\text{օպալ}}{2SiO_2 \cdot 3H_2O}$$

Հանքավայրերը: Հիդրոթերմալ ծագման բյուրեղային մագնեզիտի ամենահոշոր հանքավայրը գտնվում է Հարավային Ուրալի արևմտյան լանջում՝ Սատկինսկի հանքավայրը (Զլատոուստ քաղաքից 50 *կմ* դեպի հարավ-արևմուտք): Նման հանքավայրեր հայտնի են նաև Հնոավոր Արևելքում: Ամորֆ մագնեզիտի մի շարք հանքավայրեր կան Ղազախս-

տանում, Հյուսիս-Արևելյան Չինաստանում, Չեխիայում, Ավստրիայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում մագնեզիտ պարունակող ապարները տարածված են Սևանա լճի արևելյան մասերում:

Գործնական նշանակությունը: Մագնեզիտն օգտագործվում է մետաղամշակման արտադրության, պորտլանդ ցեմենտի և ծծմբային արտադրության մեջ՝ հրակայուն և ծծմբաթթվի արտադրության մեջ, հրակայուն աղյուսներ պատրաստելու համար, որոնք դիմանում են մինչև 3000^0C ջերմության:

Ընդ որում մագնեզիտն այրվում է 1700^0C ջերմության տակ: Այրված վիճակում մագնեզիտն օգտագործվում է սորուն ցեմենտ (արագ կպչող ցեմենտ) պատրաստելու համար: Շաքարի, ռետինի, թղթի, էլեկտրամեկուսիչների արտադրություններում, քիմիական արդյունաբերության մեջ, ասբեստի հետ հրակայուն խառնուրդներ պատրաստելու նպատակով: Եփված տեսքով օգտագործվում է արհեստական մարմար ստանալու համար և այլն:

Դոլոմիտ [$CaMg(CO_3)_2$ ($CaCO_3$՝ 54,35 %, $MgCO_3$՝ 45,65 %)]

Որպես խառնուրդներ կարող է պարունակել $FeCO_3$, $ZnCO_3$, երբեմն՝ $CoCO_3$, $NiCO_3$:

Անվան առաջացումը կապված է՝ այդ միներալի հայտնաբերողի ֆրանսիացի քիմիկոս և միներալոգ Դոլոմիեի անվան հետ:

Բյուրեղանում է տրիգոնային սինգոնիայում: Բյուրեղներն ունեն ռոմբոէդրի ձև: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ, հատիկավոր, մարմարանման կամ խիտ զանգվածների,երբեմն ռոմբանման ագրեգատների տեսքով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3,5-4, տեսակարար կշիռը՝ 1,8-2,9: Հերձումը կատարյալ է ռոմբաէդրի նիստերով՝ երեք ուղղություններում: Փայլը՝ ապակու, հերձման հարթությունների վրա՝ սադափի: Գույնը՝ գորշավուն-սպիտակ, երբեմն՝ դեղնավուն, գորշավուն, կանաչավուն երբեմնագույներով: Դոլոմիտը լուծվում է միայն տաք աղաթթվում: Նրա փոշին «եռում է» նոսր աղաթթվի ազդեցությամբ:

Առաջացումը: Դոլոմիտը առաջանում է ծովային ավազաններում կրաքարերի մետամորֆիզմի (դոլոմիտիզացիա) հետևանքով, ծծմբաթթվային կամ մագնեզիումի քլորիդի լուծույթների ներգործությամբ

Ռեակցիան ընթանում է այսպես՝

$$\underset{\text{կրաքար}}{2CaCO_3} + MgSO_4 = \underset{\text{դոլոմիտ}}{CaCO_3 \cdot MgCO_3} + CaSO_4,$$

կամ՝

$$\underset{\text{կրաքար}}{2CaCO_3} + MgCl_2 = \underset{\text{դոլոմիտ}}{CaCO_3 \cdot MgCO} + CaCl_2:$$

Ծովային միջավայրում դոլոմիտը առաջանում է ծծմբաթթվային մագնեզիումի ($MgSO_4$) և կրաքարի ($CaCO_3$) վրա CO_2 ներգործությամբ (CO_2 անջատվում է օրգանական նյութերի նեխումից): Քիմիական նստվածքի տեսքով այն առաջանում է խիստ աղի փակ ջրավազաններում (ծովախորշերում, լագունաներում):

Դոլոմիտ առաջանում է նաև մագնեզիալ լուծույթներով գերհիմքային և հիմքային մագմատիկ ապարների մետամորֆիզացիայի ժամանակ: Այս դեպքում դոլոմիտին բնորոշ ուղեկիցներն են՝ սերպենտիտը, ասբեստը, տալկը: Դոլոմիտ կարող է անջատվել և հիդրոթերմալ լուծույթներից երակների տեսքով: Վերջապես, դոլոմիտ կարող է առաջանալ կրաքարերից, մագնեզիումի աղեր պարունակող, հիդրոթերմալ ջրերի ներգործությամբ:

Հանքավայրերը: Դոլոմիտի զանգվածները լայն տարածված են ՌԴ Ուրալի արևմտյան և արևելյան լանջերում: Արևմտյան լանջի հանքավայրերն ունեն ծովային ծագում: Այստեղ դոլոմիտը տեղադրված է կրաքարերի, անհիդրիդների, քարաղի և կալիումական աղերի մեջ: Արևելյան լանջի հանքավայրերը մետամորֆային ծագում ունեն: Դոնբասում հայտնի է Արտեմովսկի հանքավայրը (ծովային ծագման): Այստեղ դոլոմիտը տեղադրված է կրաքարերի, գիպսերի և քարաղի մեջ: Մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում դոլոմիտագոյացման ժամանակակից պրոցեսները՝ Բալխաշ լճի հատակում (Ղազախստան): Այն մանրամասն ուսումնասիրել է ակադեմիկոս Ն. Մ Ստրախովը: Ծովային ծագման դոլոմիտներ կան Արևմտյան Ալպերում և Գերմանիայում: ՀՀ-ում հայտնի են Արզականի, Լուսաձորի (Իջևան) հանքավայրերը:

Գործնական նշանակությունը: Դոլոմիտն օգտագործվում է որպես հրակայուն նյութ և ֆլյուս (մետաղագործության մեջ), ցեմենտի և քիմիական արդյունաբերության մեջ, ասբեստի խառնուրդի հետ միասին պատրաստում են ջերմամեկուսացուցիչներ, հագվադեպ՝ նաև որպես պարարտանյութ:

Սիդերիտ [$FeCO_3$ (FeO՝ 62,1 %, CO_2՝ 37,9 %)]

Հուն. «*սիդերոս*» բառից՝ երկաթ: Սիդերիտի մեջ սովորական խառնուրդներն են՝ $CaCO_3$, $MgCO_3$, $MnCO_3$ և այլն:

Բյուրեղային ցանցը հիշեցնում է կալցիտի ցանցը: Բյուրեղանում է տրիգոնային սինգոնիայում: Բյուրեղներն ունեն ռոմբոէդրի ձև: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ հատիկավոր, մարմարանման, խիտ, հոսքերի, հողախառն, գնդանման, շառավիղա-ճառագայթաձև (ներքին կառուցվածքում) զանգվածների տեսքով, երբեմն առաջացնում է առանձին բյուրեղներ կամ դրուզներ:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3,5-4,5: Տեսակարար կշիռը՝ 9: Բյուրեղային սիդերիտն ունի ապակու փայլ, հողախառն տեսակը՝ խավար: Գույնը՝ դեղնա-մոխրագույն, գորշ, շագանակա-կարմիր: Ռոմբոէդրի նիստերով բյուրեղային սիդերիտը տալիս է կատարյալ հերձում: Սառն աղաթթվի ազդեցությամբ թույլ «եռում է», տաք աղաթթվի դեպքում՝ ինտենսիվ: Փչակի բոցում չի հալվում:

Առաջացումը: Սիդերիտը առաջանում է հիդրոթերմալ և նստվածքային ճանապարհներով:

Հիդրոթերմալ հանքավայրերում առաջանում է համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանի պայմաններում: Երկաթի խորքային լուծույթները, հակազդելով կրաքարերի վրա, երկաթը դուրս է մղում կալցիտին, ինչի հետևանքով առաջանում է սիդերիտ.

$$CaCO_3 + FeSO_4 = FeCO_3 + CaSO_4 :$$

կրաքար երկաթ սիդերիտ անհիդրիտ

Հիդրոթերմալ տիպի հանքավայրերում սիդերիտը ուղեկցվում է պիրիտի, խալկոպիրիտի, գալենիտի, սֆալերիտի և այլ միներալների հետ:

Նստվածքային ճանապարհով սիդերիտը առաջանում է ծովախորշերի և լագունաների առափնյա խորջրյա տեղամասերում, երկաթի ածխաթթվային լուծույթների վրա օրգանական նյութերի ազդեցությամբ, թթվածնի բացակայության պայմաններում:



Նկար 35. Լիմոնիտ

Երկրի մակերեսին սիդերիտը օքսիդանում և փոխվում է լիմոնիտի (գորշ երկաթաքարի) (*նկ.35*):

$$4FeCO_3 + 3H_2O + 2O = 2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O + 4CO_2$$

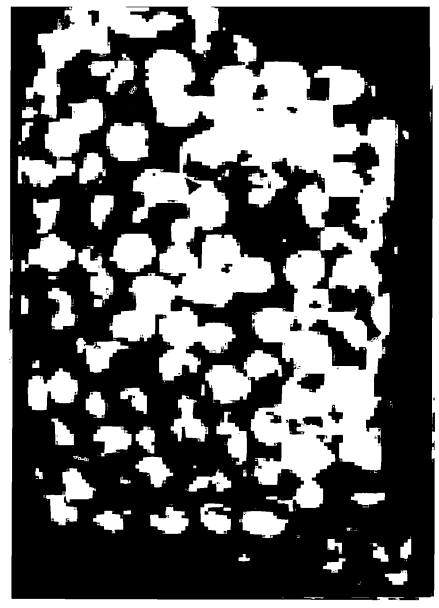
սիդերիտ լիմոնիտ

Հանքավայրերը: Հիդրոթերմալ ծագում ունեցող ամենահայտնի հանքավայրը համարվում է Բակալսկին (Ուրալում), որն ընկած է Զլատոուստ քաղաքից 85*կմ* հարավ-արևմուտք: Սֆերոսիդերիտի հանքանյութեր կան Տուլայի, Տամբովի, կալուգայի շրջաններում ՌԴ և Կերչի (Ուկրաինա) գորշ երկաթաքարի հանքավայրում: Վերջինս ունի նստվածքային ծագում:

Սիդերիտի հանքավայրեր կան Ալպերում (Շտիրում), Իսպանիայում (Բիսկայան ծոցի ափերում), Գերմանիայում (Զիգենի մոտ), Շոտլանդիայում, Անգլիայում (Հարավային Ունլսում): ՀՀ-ում սիդերիտի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Հանքանյութ է բարձրորակ երկաթ ստանալու համար:

Արագոնիտ [$CaCO_3$]



Նկար 36. Արագոնիտի օօլիտներ

Անվանումը՝ Արագոնիա վայրի անունից (Իսպանիա), որտեղ առաջին անգամ հայտնաբերվել է այդ միներալը (*նկ. 36*):

Բյուրեղանում է ռոմբային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է խիտ հոսքերի, պրիզմատիկ, ասեղնաձև բյուրեղների զանգվածների տեսքով, երբեմն՝ օօլիտային գոյացություններով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3,5-4: Տեսակարար կշիռը՝ 2,9-3: Փայլը՝ ապակու: Գույնը՝ սպիտակ, դեղնավուն, մոխրագույն, կանաչավուն: Հետքում չունի (ի տարբերություն կալցիտի):

Առաջացումը: Անջատվում է տաք և սառը աղբյուրներից (օր.՝ Կարլովի-Վարում, Չեխիա): Առաջանում է ցածր ջերմաստիճանի հիդրոթերմալ պրոցեսների ժամանակ: Սակայն նրա գլխավոր զանգվածները առաջանում են տարբեր էկզոգեն պրոցեսների հետևանքով, մագնեզիալ աղերի լուծույթների մասնակցությամբ:

Շառավղաճառագայթաձև ու հոսքերի տեսքով լայն տարածված են մագնեզիումային գետհիմքային ապարների հողմահարման կեղևում, դոլոմիտի, գիպսի և կավային նյութերի հետ միասին:

Արագոնիտի զանգվածները տարածվում են Ուրալում, Ուզբեկստանում, Հայաստանում, Իսպանիայում (Արագոնիա), Չեխիայում (Կարլսբադ), Սիցիլիայում (Իտալիա): ՀՀ-ում հայտնի են Արարատի արագոնիտի կուտակումները:

Արագոնիտի գեղեցիկ տեսակները զարդաքարեր են:

ՋՐԱՅԻՆ ԿԱՐԲՈՆԱՏՆԵՐ

Ի տարբերություն անջուր կարբոնատների ջրային կարբոնատները տաքացնելիս անջատում են ջուր:

Մալախիտ (պղնձային կանաչ) [$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$]



Նկար 37 Մալախիտ

Որպես մեխանիկական խառնուրդներ կարող են լինել $CaCO_3$, Fe_2O_3, SiO_2 և ուրիշներ: Անվանումը հուն. «*մալախե*» բառից՝ փիփերթ (կանաչ բույս է) (*նկ. 37*):

Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է ստալակտիտների, շառավիղա-ճառագայթաձև, համակենտրոն-կեղևանման, խիտ և

հողախառն զանգվածների տեսքով: Բյուրեղները հազվադեպ՝ լինում են աստղնաձև, երիկամաձև:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 3,5-4,1. Տեսակարար կշիռը՝ 3,9-4,1 Փայլը՝ ապակու, մետաքսի: Գույնը՝ վառ կանաչ, խոտի-կանաչ: Նոսր աղաթթվի ազդեցությամբ եռում է:

Առաջացումը: Առաջանում է երկրակեղևի վերին մասերում, օքսիդացման գոնայում, պղինձ պարունակող միներալների (խալկոպիրիտ) քիմիական հողմահարման հետևանքով, ածխաթթվի, ջրի և թթվածնի ազդեցությամբ:

Պղինձ պարունակող սուլֆիդներն սկզբում փոխվում են սուլֆատների, այնուհետև ածխաթթվային լուծույթների ազդեցությամբ մալախիտի:

Հանքավայրերը: Ամենախոշոր հանքավայրերը, որոնք ունեն համաշխարհային նշանակություն, գտնվում են Ուրալում (Մեդնոռուդնյանսկի և Գումիշևսկի հանքավայրերը): 1836 թ. Ուրալում գտնվել է մալախիտի մի հսկայական զանգված՝ 250 *տ* զանգվածով: Ուրալի այս հանքավայրերը հայտնի են XVIII դարի վերջից:

Մալախիտ կա նաև Ուկրաինայում և Աֆրիկյան մի շարք երկրներում: ՀՀ-ում մալախիտի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Խիտ տեսակներն օգտագործվում են որպես հարդարանքի արժեքավոր քար (սյուների, երեսպատման, սկահակների, սեղանների, զարդատուփեր պատրաստման համար): Լավ հանքանյութ է պղինձ կորզելու և կանաչ ներկ ստանալու համար:

Ազուրիտ (պղնձային լազուր) [$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$]

Անունն առաջացել է ֆրանսերեն «*ազուրե*» բառից՝ լազուր, երկնագույն, կապված բնորոշ կապույտ գույնի հետ (*նկ. 38*):



Նկար 38. Ազուրիտ

Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է խիտ, ճառագայթանման, հողախառն զանգվածներով, հազվադեպ առաջացնում է դրուզներ, բյուրեղներ:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ -3,5-4: Տեսակարար կշիռը՝ 3,7-3,9 Բյուրեղային տեսակն ունի ապակու փայլ, հողախառը փայլատ: Գույնը՝ կապույտ, երկնագույն:

Առաջացումը: Առաջանում է պղինձ պարունակող միներալների քիմիական հաղմահարման հետևանքով, մալախիտին համանման պայ-

մաններում: Երկրի մակերևույթում ազուրիտն աստիճանաբար փոխվում է մալախիտի:

Ազուրիտը հանդիպում է պղնձային ավազաքարերում՝ Ուրալի արևմտյան լանջում, Ալթայում և Ուկրաինայում: ՀՀ-ում ազուրիտի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Ազուրիտը ծառայում է որպես հանքանյութ պղինձ և կապույտ ներկ ստանալու համար:

2. ՍՈՒԼՖԱՏՆԵՐ

Սուլֆատները ծծմբական թթվի (H_2SO_4) աղերն են, որոնք լայնորեն տարածված են երկրակեղևում և համարվում են արժեքավոր օգտակար հանածոներ:

Առաջանում են ծովերում, լճերում, որպես քիմիական նստվածքներ, ինչպես նաև երկրակեղևի հողմահարման գոնայում, սուլֆիդների և բնածին ծծմբի օքսիդացման հետևանքով: Բարիտը որպես դժվարալույծ միներալ, անջատվում է հիդրոթերմալ լուծույթներից առաջացնելով մեզոթերմալ երակներ:

Սուլֆատներն ունեն ոչ մետաղական փայլ (ապակու, սադափի կամ խավար), անկայուն գույն, ոչ մեծ տեսակարար կշիռ, միջին կարծրություն կամ փափուկ են: Շատ դեպքերում ըստ կարծրության և մի քանի այլ առանձնահատկությունների (փայլ, գույն, հերձում, ագրեգատ) հիշեցնում են կարբոնատներին: Չեն ազդվում աղաթթվից (ի տարբերություն կարբոնատների): Բոլոր սուլֆատները տալիս են սպիտակ քերծվածք:

Տարբերում են անջուր և ջրային սուլֆատներ:

Գիպս [$CaSO_4 \cdot 2H_2O$]

Անվանումը առաջացել է հուն. «*գիպսոս*» բառից՝ կավիճ, գիպս: Ենթադրվում է, որ այդ բառը փոխառնված է արաբական «*ջիբս*» բառից՝ սպիտակ, մոխրագորշ:

Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է թիթեղների, պրիզմատիկ, կրկնաբյուրեղների, ասպնյակների տեսքով, ինչպես նաև թերթիկների, թելանման, հատիկավոր, հոծ և փոշենման զանգվածներով:

Ըստ գիպսի տարբեր եղանակներով առաջացման, տարբերում են հետևյալ տարատեսակները՝

1. *Սովորական բյուրեղային գիպս* (*նկ. 39ա*):
2. «*Մարիենի ապակի*»՝ թերթիկավոր գիպս:
3. *Ալաբաստր*՝ հատիկավոր, մանրաբյուրեղային գիպս:



ա բ գ

Նկար 39. Գիպս.
ա) բյուրեղներ, բ) «լուսնաքար», գ) «Անապատի վարդ» թեփուկավոր ձև

4. *Սելենիտ* թելավոր գիպս: Լատ. «*սելենե*» բառից՝ լուսին: Այս տարբերակն ըստ փայլի հիշեցնում է լուսնի փայլը, դրա համար այն անվանում են «լուսնաքար» (*նկ. 39բ*):
5. *Թեփուկափրփրավոր գիպս* (*նկ. 39գ*):

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 2, տեսակարար կշիռը՝ 2,3: Փայլը՝ ապակու, սադափի: Գույնը՝ անգույն, սպիտակ, գորշավուն, դեղնավուն, վարդագույն, կարմիր, կապույտ: Լուծվում է ծծմբական թթվում:

Առաջացումը: Գիպսը գլխավորապես առաջանում է ծովերում և լճերում որպես քիմիական նստվածք, քարաղի և անհիդրիտի հետ միասին: Բացի դրանից, գիպսը առաջանում է անհիդրիտ միներալի հիդրատացման հետևանքով, ստորերկրյա ապոր ջրերի ազդեցությամբ՝

$$\underset{\text{անհիդրիտ}}{CaSO_4} + \underset{\text{ջուր}}{2H_2O} = \underset{\text{գիպս}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$$

Հաճախ առաջանում է ծծմբային կոլչեդան (FeS_2) պարունակող կրաքարերի և մերգելների քիմիական հողմահարման ժամանակ՝

$$\underset{\text{կրաքար}}{CaCO_3} + FeS_2 + 9H_2O + 70 = \underset{\text{գիպս}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O} + FeSO + 7H_2O + CO_2$$

Քիչ քանակությամբ գիպս առաջանում է նաև մակերևույթին տաք ջրերից:

Հանքավայրերը: Գիպսի գլխավոր հանքավայրերը գտնվում են Ուրալի արևմտյան լանջում, Պովոլժյում, Դոնբասում (Արտեմվսկի հանքավայրը), Ուզբեկստանում Ֆերգանայում (Շոր-Սու), Օկա գետի

ավազանում, Ղրիմում, Հայաստանում (Երևանի գիպսի հանքավայր), որի բազայի վրա գործում են գաջի գործարանները:

Գործնական նշանակությունը: Լայն կիրառություն ունի ճարտարապետական և քանդակագործական աշխատանքներում, բժշկության մեջ, գյուղատնտեսության մեջ որպես պարարտանյութ, ծծմբական թթվի, ցեմենտի, էմալի, ներկերի արտադրության մեջ: Թափանցիկ գիպսն օգտագործվում է օպտիկայում: Ալաբաստրը և սելենիտը նաև ակնագործական քարեր են:

Միրաբիլիթ (գլաուբերյան աղ) [$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$]

Լատ. «*միրաբիլիս*» բառից՝ զարմանալի: Այդ անունը կապված է XVII դարի գերմանական բժիշկ և ալքիմիկոս Գլաուբերի անվան հետ:

Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում է ասեղնանման կարճ բյուրեղների տեսքով, հոծ, հատիկավոր զանգվածներով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 1,5-2: Տեսակարար կշիռը՝ 1,5, փայլը՝ ապակու, գույնը՝ սպիտակ, բյուրեղային տեսակը՝ անգույն: Հեռուստ կատարյալ է մեկ ուղղությամբ: Հեշտությամբ լուծվում է ջրում: Համը դառն աղի է: Օդում կորցնում է ջուրը և ծածկվում սպիտակ փոշու փառով ու հեշտությամբ փշրվում.

Առաջացումը: Առաջանում է նատրիումով հագեցած աղի լեներում, ցածր ջերմաստիճանի (5,5-6^0C) պայմաններում: Ամառվա տաք ամիսներին լուծվում է լեներում, ձմռող, նստեցման ճանապարհով, կուտակվում նրանց հատակում:

Հանքավայրերը: Միրաբիլիթի համաշխարհային նշանակություն ունեցող հանքավայրը համարվում է Կարա-Բողազ-Գյոլը (Թուրքմենիա): Բավարար քանակությամբ պաշարներ կան նաև մի քանի այլ աղի լեներում, օր.՝ Սիժնի Պավոլժե լճում, Բատալպաշինսկի լճում (Հյուսիսային Կովկաս), Մելեգինսկի, Կարանսկի, Ալգանսկի լեներում (Անդրբայկալ), Արևելյան Սիբիրում, Անդրկովկասում, Հյուսիսային և Հարավային Ամերիկաներում, Հարավային Աֆրիկայում: ՀՀ-ում միրաբիլիթի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Միրաբիլիտն օգտագործվում է քիմիական արդյունաբերության մեջ սոդա ստանալու համար, ինչպես նաև ապակու արտադրության ու բժշկության մեջ:

Է. ՍԻԼԻԿԱՏՆԵՐ

Բնության մեջ սիլիկատներն ամենալայն տարածված միներալներն են: Երկրակեղևի զանգվածի 85 %-ը սիլիկատներն են: Ներկայումս հայտնի բոլոր միներալների մեկ երրորդը սիլիկատներն են:

Սիլիկատներն ապար կազմող կարևոր միներալներն են, որոնք հատկապես գերակշռում են հրային և մետամորֆային ապարներում:

Սիլիկատները լինում են՝ կանաչավուն-սև, կանաչ, սև: Աչքի են ընկնում ոչ մեծ տեսակարար կշռով (2,5-4,3) և համեմատաբար մեծ կարծրությամբ: Փայլը՝ ոչ մետաղական: Տարբերում են անջուր և ջրային սիլիկատներ:

Սիլիկատների մեծ մասը խորքային ծագում ունեն: Մակերևույթային պայմաններում դրանք անկայուն են, ենթարկվելով քիմիական հողմահարման՝ առաջացնում են նոր միներալներ, որոնք ավելի կայուն են:

Ակադեմիկոս Վ. Ի. Վերնադսկին մեծ աշխատանք է կատարել սիլիկատների ուսումնասիրության ուղղությամբ և ստեղծել է ալյումոսիլիկատների կառուցվածքի տեսությունը, որի վերաբերյալ նրա աշխատությունը հրատարակվել է 1891 թ.:

Նա իր հետազոտություններում ցույց է տվել, որ սիլիկատներում ալյումինը կարող է ունենալ այնպիսի նշանակություն, ինչպիսին ունի սիլիցիումը, և այդպիսի միացությունները նա անվանել է ալյումոսիլիկատներ: Վերջիններս ներկայացնում են ալյումոսիլիցիումային թթուների $H_2AL_2Si_2O_2$, $H_2Al_2Si_4O_{12}$, $H_2Al_2Si_6O_{16}$ աղեր:

Սիլիկատները, որպես սիլիցիումային թթվի աղեր, դասակարգվում են երեք խմբի՝ 1) *օրթոսիլիկատներ*՝ օրթոսիլիկական թթվի (H_2SiO_4) աղեր, 2) *մետասիլիկատներ*՝ մետասիլիկական թթվի (H_2SiO_3) աղեր, 3) *պոլիսիլիկատներ*՝ պոլիսիլիկական թթվի ($H_2Si_3O_8$) աղեր:

Ռենգենոգրաֆիական ուսումնասիրությունների միջոցով հաստատված է, որ սիլիկատներն ըստ կառուցվածքի ներկայացնում են տարբեր խմբեր.

1. *Կղզային սիլիկատներ* (օլիվին, տոպազ, նեսոսիլիկատներ):
2. *Օղակային սիլիկատներ* (բերիլ, տուրմալին, նեֆելին):
3. *Շղթայական սիլիկատներ* (պիրոքսեններ):
4. *Ժապավենային սիլիկատներ* (ամֆիբոլներ):
5. *Շերտային սիլիկատներ* (մուսկովիտ, ֆլոգոպիտ, բիոտիտ, տալկ, քլորիտներ, սերպենտինիտ, կաոլին):
6. *Կարկասային սիլիկատներ* կամ *ալյումոսիլիկատներ* (օրթոկլազ, միկրոկլին, ալբիտ, անորթիտ, նեֆելին):

Կղզիային սիլիկատներն ըստ քիմիական բաղադրության պատկանում են օրթոսիլիկատների խմբին: Այս խմբի միներալներն աչքի են ընկնում իրենց մեծ կարծրությամբ (6,5-8), մեծ տեսակարար կշռով, ուժեղ փայլով, հալման բարձր ջերմաստիճանով: Առաջանում են մագմայի բյուրեղացման սկզբնական փուլում, բարձր ջերմաստիճանի պայմաններում·

Օլիվին (պերիդոտ) [$(Mg,Fe)_2SiO_4$]

Օլիվինը՝ ֆորստերիտի (Mg_2SiO_4) և ֆայալիտի (Fe_2SiO_4) իզոմորֆ խառնուրդն է: Ապար կազմող տիպիկ միներալ է:

Օլիվին անունը տրված է շնորհիվ նրա ծիթապտղի կանաչ գույնի: *Պերիդոտ* անվանումը առաջացել է արաբական աղավաղված «*ֆորիդատ*» բառից, որ նշանակում է թանկարժեք կանաչ քար: Օլիվինի մաքուր թափանցիկ, ոսկեգույնով գունավորված տեսակը կոչվում է *խրիզոլիտ*: Այդ անունը ծագել է հուն. երկու բառից. *խրիզոս*՝ ոսկի, *լիթոս*՝ քար, ոսկե քար:

Օլիվինի խմբի միներալները (ֆորստերիտ, ֆայալիտ, օլիվին) բյուրեղանում են ռոմբային սինգոնիայում: Բնության մեջ հանդիպում են հոծ, հատիկավոր զանգվածներով, ցրված ապարների մեջ: Օլիվինի բյուրեղները սովորաբար լինում են պրիզմատիկ և աղյուսաձև տեսքով:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 6,5-7: Տեսակարար կշիռը՝ 3-3,5: Ճեղքումն անկատար է կամ արտահայտվում է շատ թույլ: Գույնը՝ ծիթապտղի կանաչ, դեղնականաչ, մուգ-կանաչ, սև: Փայլը՝ ապակու, էֆուզիվ ապարներում՝ որոշակի ճարպի: Հալման ջերմաստիճանը՝ 1310-1445^0C:

Առաջացումը: Օլիվինը տիպիկ մագմատիկ միներալ է: Մագմայի դիֆերենցման պրոցեսներում առաջին հերթին անջատվող միներալներից մեկն է և կազմում է գերհիմքային (դունիտ, պերիդոտիտ) և հիմքային (գաբրո, բազալտ, դիաբազ) ապարների հիմնական զանգվածների բաղադրիչ մասը:

Առաջանում է նաև կոնտակտային հանքավայրերում, որտեղ նա հանդիպում է նեֆելինների, դոլոմիտի և բրուցիտի հետ:

Խորքային պայմաններում, մագմատիկ օջախներից եկող տաք ջրային լուծույթների ազդեցությամբ, օլիվինը փոխվում է սերպենտինի կամ տալկի: Երկրի մակերեսում օլիվինը ենթարկվելով քիմիական հողմահարման՝ առաջացնում է սերպենտին, մագնեզիտ, լիմոնիտ և տալկ:

Օլիվինը գործնական ոչ մի նշանակություն չունի, միայն նրա թափանցիկ ոսկեդեղնավուն տեսակը (խրիզոլիտը) թանկարժեք քար է:

Տոպազ [$Al_2(F,OH)_2SiO_4$]

Անվանումը ստացել է Տոպազոս կղզու անունից (Կարմիր ծով), որտեղից հին ժամանակներում արդյունահանում էին այդ միներալը (*նկ. 40*):

Բյուրեղանում է ռոմբային սինգոնիայում: Սովորաբար հանդիպում է լավ ձևավորված բյուրեղներով, դրուզներով և երբեմն



Նկար 40. Տոպազ

առաջացնում է հոծ, հատիկավոր և խիտ զանգվածներ:

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 8. որով զիջում է միայն կորունդին և ալմաստին: Գույնը՝ գինե-դեղին, սպիտակ, կանաչավուն, մոխրավուն, վարդագույն, երկնագույն, կարմիր, երբեմն՝ անգույն: Հներծումը կատարյալ է մի ուղղությամբ: Ունի ապակու, իսկ հերձման հարթության վրա՝ սադափի փայլ: Բյուրեղները միշտ թափանցիկ են: Տեսակարար կշիռը՝ 3,4-3,6· Թթուներում չի լուծվում, բացի ծծմբական թթվից, վերջինիս մեջ քայքայվում է քիչ չափերով:

Առաջացումը: Գլխավորապես առաջանում է մագմայի մնացորդային հալոցքներից, պնգմատիտա-պնևմատոլիտային պրոցեսների ժամանակ: Երբեմն նաև հիդրոթերմալ երակներում: Շնորհիվ մեծ կարծրության և քիմիական կայունության, ապարների քիմիական հողմահարման ժամանակ կուտակվում է ցրոններում:

Հանքավայրերը: Տոպազի հանքավայրեր գտնվում են Հարավային Ուրալում (Իլմենյան լեռներում, Կամենկա և Սանարկա գետերի շրջանում). Ուկրաինայում (Ժիտոմիրի մարզում՝ Պիսարևկա գյուղի մոտ), Ղազախստանում (Պակեմա գետի՝ վերին հոսանքում), Բրազիլիայում. Գերմանիայում, Մեքսիկայում և այլ երկրներում: ՀՀ-ում տոպազի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Թափանցիկ և մաքուր տոպազն թանկարժեք քար է, կիրառվում է ճշգրիտ սարքերում՝ հենաքարեր:

Նոնաքարերի խումբ

Լատ. *գրանատոս*՝ հատիկանման: Գրանատ անունը տրված է ըստ նոան հատիկների գույնի նմանության:

Նոնաքարի խումբն ընդգրկում է մոտ 32 առանձին միներալային տեսակներ, բայց դրանցից ավելի շատ տարածված և լավ ուսումնասիրված են հետևյալ միներալները:

Գրոսուլյար ($Ca_3Al_2[Si_4O_{12}]$)՝ բաց կանաչ գույնի, (անունը տրված է ըստ հաղարջ հատապտղի գույնի): Այս միներալը 1790թ. հայտնաբերել է ակադեմիկոս Է. Լակսմանը, Վիլյույ գետի հովտում (Արևելյան Սիբիր):

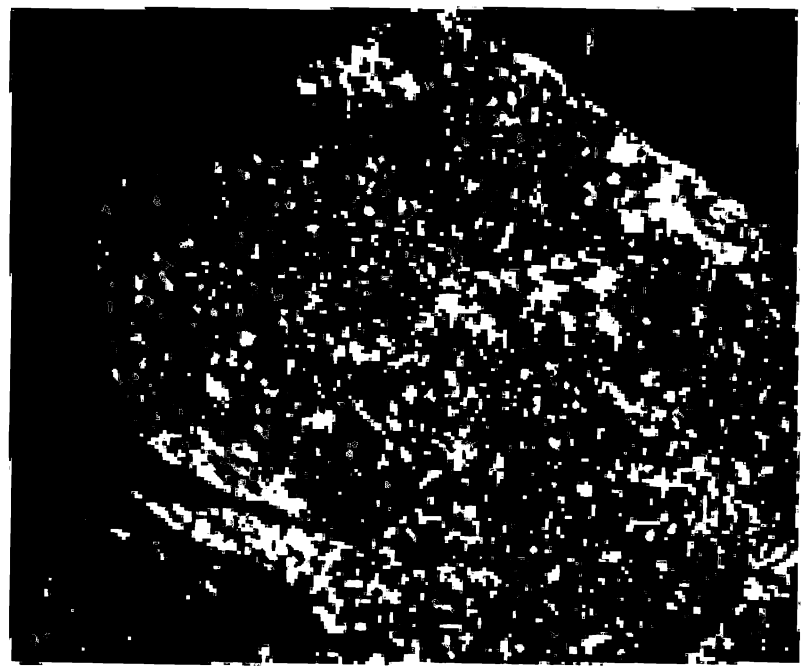
Պիրոպ ($Mg_3AL_2[Si_4O_{12}]$)՝ մուգ արյան-կարմիր գույնի (հուն. *պիրոպոս*՝ կրականման):

Ալմանդին ($Fe_3Al_2[Si_4O_{12}]$)՝ մուգ-կարմիր, շագանակա-կարմիր, կամ սև գույնի (Ալաբանդ վայրի աղավաղված անունից):

Սպեսարտին ($Mg_3Al_2[Si_4O_{12}]$)՝ դեղնավունա-կարմրից մինչև կարմրա-շագանակագույն: Բավարիայում Սպեսսարտ վայրի անունից:

Անդրադիտ ($Ca_3Fe_2[Si_4O_{12}]$)՝ մուգ-շականակագույն, սև, կանաչշագանակագույն երանգով, դեղնականաչ, գմրուխտի կանաչ: Հայտնաբերվել է պորտուգալացի միներալոգ Դ Անդրադի կողմից:

Ուվարովիտ ($Ca_3Cr_2[Si_4O_{12}]$)՝ զմրուխտա-կանաչ գույնի (ի պատիվ Ռուսաստանի նախարար Ուվարովի): Այս միներալը հայտնաբերվել է Ուրալում (*նկ. 41*):



Նկար 41. Ուվարովիտի բյուրեղների դրուզ

Տոնաքարի խմբի բոլոր միներալները բյուրեղանում են խորանարդային սինգոնիայում. Բնության մեջ հանդիպում են ութանիստ դոդեկաէդրների, տրապեցոէդրների, հոծ, հատիկավոր զանգվածների տեսքով:

Կարծրությունը՝ 6,5-7,5: Տեսակարար կշիռը՝ 4,3: Փայլը՝ ճարպի կամ ապակու: Հերձումն անկատար է: Լինում են տարբեր գույներով:

Տոնաքարերը տիպիկ կոնտակտային ծագման միներալներ են, երբեմն առաջանում են պնգմատիտային երակներում:

Մետամորֆային ապար կազմող միներալներ են, մեծ մասամբ լինում են կավային, փայլարային, տալկային, ամֆիբոլիտային թերթաքարերում.

Տոնաքարերը լայն տարածված են Ուրալի տարբեր շրջաններում: ՀՀ-ում տոնաքարերի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական մեծ նշանակություն չունեն: Ավելի մաքուր և թափանցիկ, գեղեցիկ և գունավոր տեսակները օգտագործվում են ոսկերչության մեջ. որպես կիսաթանկարժեք քարեր:

Բերիլ ($Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$)

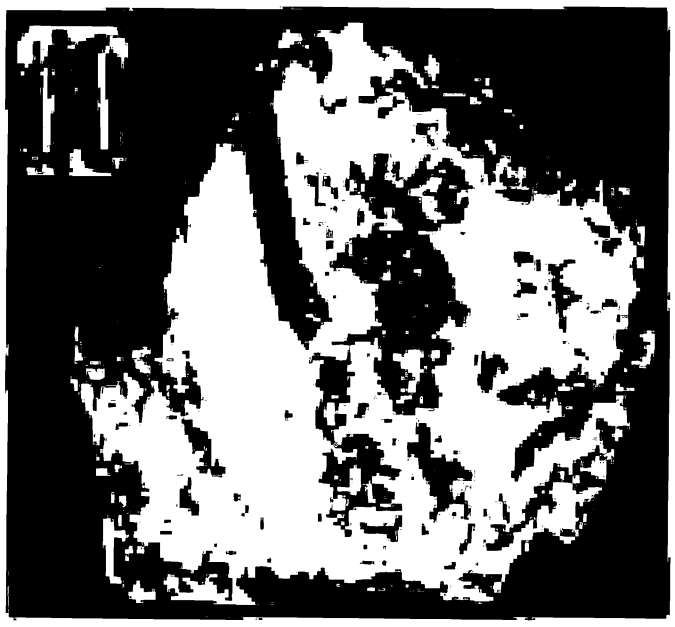
Անվանումը կապված է բերիլիում (Be) էլեմենտի հետ: «Բերիլ» բառն առաջացել է հուն. «*բաղդր*» բառից: Նկատի է առնված, որ բերիլիումի շատ աղեր ունեն քաղցր համ: Խառնուրդներն են՝ Na_2O, K_2O. Li_2O, FeO, Cr_2O_3: Բերիլի կանաչ գույնը բացատրվում է քրոմի մասնակցությամբ:

Բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում. Բնության մեջ հանդիպում է սյունաձև կամ պրիզմատիկ լավ զարգացած բյուրեղներով, որոնց երկարությունը երբեմն հասնում է մինչև մեկ մետրի: Լինում է նաև դրուզային ձևերով և հոծ զանգվածներով:

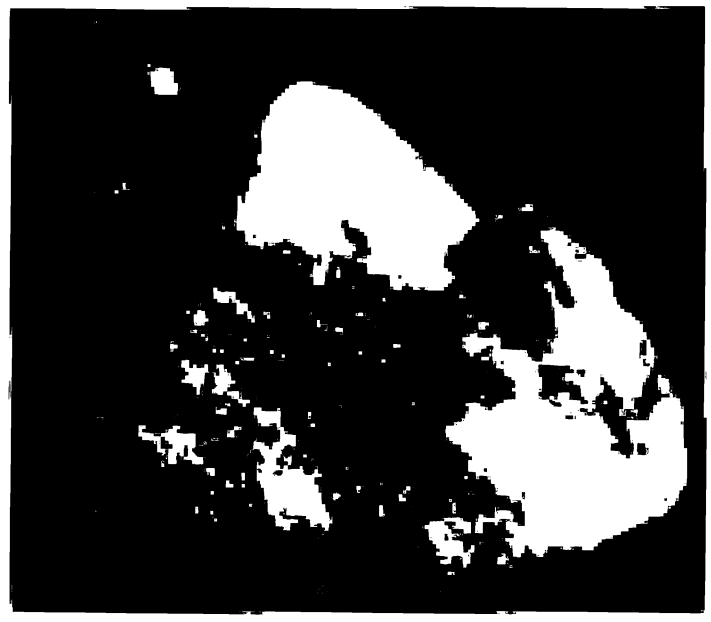
Կապված գույնի և թափանցիկության աստիճանի հետ, տարբերում են բերիլի հետևյալ տեսակները:

1 *Սովորական բերիլ*՝ դեղին կամ դեղնավունականաչ: Սովորաբար անթափանց է:

2 *Ակվամարին*՝ կանաչավունաերկնագույն, լատ. «*aqua marina*» բառից՝ «ծովի ջուր», միներալն ունի ծովի ջրի գույն (*նկ. 42*):
3. *Զմրուխտ*՝ ունի թանձր կանաչ գույն (*նկ. 43*):
4. *Վորոբյովիտ*՝ վարդագույն բերիլ:



Նկար 42. Ակվամարին



Նկար 43. Զմրուխտ

Ֆիզիկական հատկությունները: Կարծրությունը՝ 7,5-8, միջում է կորունդին և ալմաստին: Տեսակարար կշիռը՝ 2,63-2,91: Փայլը՝ ապակու: Գույնը՝ կանաչ, զմրուխտականաչ, գինեդեղին, կապտա-երկնագույն, դեղնավուն-կանաչ: Կոտրվածքն անհավասար է: Թթուները չեն ազդում: Բերիլում մետաղը 1,5 անգամ թեթև է ալյումինից: Հալման ջերմաստիճանը՝ 1285^0C:

Առաջացումը: Հիմնականում առաջանում է պնևմատոլիտային պրոցեսների հետևանքով և հանդիսանում է տիպիկ պեգմատիտային երակային միներալ: Այդ երակներում բերիլն ուղեկցվում է քվարցի, դաշտային սպաթների, փայլարների, տոպազի, ցիրկոնի, տուրմալինի, ապատիտի հետ: Բացի դրանից, նա հանդիպում է բյուրեղային թերթաքարերում.

Որպես քիմիապես կայուն միներալ, արմատական տիպի հանքավայրերի հողմահարման ժամանակ բերիլը փոխվում է ցրոնների:

Հանքավայրերը: Զմրուխտ արդյունահանվում է Ուրալի, Անդրբայկալի, Ալթայի հանքատորվածքներից (ՌԴ): Բերիլի խոշոր հանքավայրերը գտնվում են ԱՄՆ-ում, այստեղ Օլբենի հանքավայրում (Մեն նահանգ) հայտնաբերվել է բերիլի հսկայական մեծությամբ բյուրեղներ (5*մ* երկարությամբ, 1,5*մ* ՝ լայնությամբ) 16*տ* զանգվածով: Հարավային Ամերիկայում (Կոլումբիա-Մուզոյի զմրուխտների հռչակավոր հանքավայրը), Բրազիլիայում, Հնդկաստանում, Նորվեգիայում Մադագասկարում, Հարավային Աֆրիկայում (Տրանսվաալում): ՀՀ-ում բերիլի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Գործնական նշանակությունը: Ձմրուխտն և ակվամարինը որպես թանկարժեք քարեր օգտագործվում են ոսկերչության մեջ: Բերիլիում մետաղն ալյումինի և մանգանի հետ առաջացնում է թեթև ու դիմացկուն համաձուլվածք, վերջինս շատ կարևոր է ինքնաթիռաշինության և տրանսպորտի արդյունաբերության համար: Բերիլիումային աղերը կիրառվում են արդյունաբերության տարբեր ճյուղերում և բժշկության մեջ:

Մուսկովիտ [$K_2O•3Al_2O_3•6SiO_2•2H_2O$]

Անունն առաջացել է հին իտալերեն Մուսկա՝ Մուսկովիա քաղաքի անունից: Միջին դարերում նրա մեծ թիթեղները Մոսկվայից տարվել են դեպի արևմտյան երկրները՝ «Մոսկովյան ապակի» անվան տակ:

Կալիումական սպիտակ փայլար է, որը գլխավորապես հանդիպում է գրանիտներում, թերթաքարերում, նրա խոշոր բյուրեղները՝ պեգմատիտային երակներում: Մուսկովիտի ջրով հարուստ, մանր թեփուկավոր տեսակը կոչվում է *սերիցիտ* (հուն. *սերիկոս*՝ մետաքս, փայլի պատճառով):

Կարծրությունը՝ 2-3: Տեսակարար կշիռը՝ 2,7-3,1: Փայլը՝ ապակու և սադափի: Գույնը՝ սպիտակ, ապակենման, դեղնավուն, կանաչավուն, վարդագույն: Հետքումը՝ խիստ կատարյալ:

Շնորհիվ նրա բարձր մեկուսացնող հատկության լայն կիրառություն ունի էլեկտրատեխնիկայում՝ մեկուսիչների, էլեկտրալամպերի, գնդաձև պարպիչների, լատիոնների, դինամոմեքենաների, ռեոստատների, կոնդոնսատորների համար: Մետաղամշակման և քիմիական արդյունաբերության մեջ նրա թիթեղներն օգտագործվում են վառարանների լուսամուտների համար: Փայլարի մանրուքներն օգտագործվում են որպես ծածկոցային նյութեր (տոլ պատրաստելու համար):

Մուսկովիտի հանքավայրերն գտնվում են Արևելյան Սիբիրում (Իրկուտսկի մարզ, Կրասնոյարսկի երկրամաս), Կարելական հանրապետությունում, Ուրալում, Ուկրաինայում, Հնդկաստանում, ԱՄՆ-ում, Բրազիլիայում, Կանադայում և այլ երկրներում:

Բիոտիտ [$K_2•6(Mg,Fe)\ O•Al_2O_3S•6SiO•2H_2O$]

Անունը տրված է ի պատիվ ֆրանսիական ֆիզիկոս Բիոտի:

Ներկայացնում է մագնեզիումա-երկաթային փայլար: Խիստ լայն տարածված միներալ է: Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բյուրեղները լինում են աղյուսաձև, սյունաձև, բուրգանման: Բնության մեջ հանդիպում է թիթեղա-թեփուկավոր ագրեգատներով:

Կարծրությունը՝ 2,5-3: Տեսակարար կշիռը՝ 3-3,12: Գույնը՝ սև, գորշ, երբեմն՝ նարնջագույն, կարմրավուն, կանաչավուն նրբերանգներով: Փայլը՝ ապակու, հետքման հարթության վրա՝ սադափի:

Առաջանում է մագմայի բյուրեղացման ժամանակ և մտնում է գրանիտների. սիենիտների, դիորիտների, լիպարիտների, տրախիտների կազմի մեջ, ռեգիոնալ մետամորֆիզմի հետևանքով կազմում է գնեյսների ու փայլարային թերթաքարերի բաղկացուցիչ մասը: Մասամբ առաջանում է պնեմատիտային երակներում, քվարցի, դաշտային սպաթների հետ միասին:

Գործնական նշանակություն չունի: Ապար կազմող միներալ է: Տարածված է ամենուրեք:

Տալկ [$3MgO•4SiO_2•H_2O$]



Նկար 44. Տալկ

Հին արաբական թալկ բառից: Բյուրեղանում է մոնոկլինային սինգոնիայում: Բյուրեղները հաճախ լինում են աղյուսածև: Շատ բնորոշ են նրա թերթավոր և թևիկավոր ագրեգատները (*նկ. 44*): Հաճախ հանդիպում է խիտ զանգվածով, որը կոչվում է *ստեատիտ* կամ *ճարպաքար*:

Տալկի կարծրությունը՝ 1: Տեսակարար կշիռը՝ 2,7-2,8: Գույնը՝ բաց-կանաչ կամ սպիտակ դեղնավուն, գորշավուն, կանաչավուն երանգով: Փայլը՝ ճարպի, սադափի:

Հնձումը՝ խիստ կատարյալ: Ձեռքով շոշափելիս թվում է ճարպոտ է: Թերթիկները ճկուն են, բայց առածգական չեն: Ջերմության և էլեկտրականության վատ հաղորդիչ է:

Առաջանում է մագնեզիումով հարուստ գերհիմքային ապարների հիդրոթերմալ փոփոխությունների հետևանքով, այլ կերպ ասած, մետամորֆային ծագման միներալ է: Նրա հանքավայրերը կապված են մետամորֆային ապարների հետ: Օրինակ՝ տարբերում են տալկափայլարային ապարներ և այլն:

Տալկը և տալկային ապարները տարածված են Ուրալի շատ շրջաններում, Կարելիայում և այլ տեղերում:

Գլխավորապես փոշու տեսքով և մասամբ կտորների ձևով. տալկը լայն կիրառություն ունի թղթի, ռետինի, մետաքսի, ներկի, սննդի (հրուշակի), կոսմետիկական արդյունաբերության և բժշկության մեջ: Տալկային ապարները չեն հալվում մինչև 1300-1400^0C սահմաններում: Դրա համար էլ օգտագործվում են որպես հրակայուն և թթվակայուն նյութ:

Ը. ՖՈՍՖԱՏՆԵՐ

Ըստ քիմիական բաղադրության այս դասին են պատկանում միներալային տարբեր տեսակներ, բայց երկրակեղևում դրանց կշիռը այնքան էլ մեծ չէ: Ֆոսֆորային միներալներից ավելի կարևոր և գործնա-

կան նշանակություն ունեն՝ ապատիտը և ֆոսֆորիտը: Դրանք ծառայում են ֆոսֆորային պարարտանյութեր ստանալու համար:

Ֆոսֆորի միացությունները մարդուն հայտնի են դեռ վաղ անցյալից. Ֆոսֆոր անունը կապված է նրա լուսարձակման հատկության հետ: Հուն. «*ֆոսֆորոս*» բառից, նշանակում է լուսաբեր: Ֆոսֆոր պարունակող միներալների քանակը հաշվում են մոտ 170: Ըստ ակադեմիկոս Ա. Ե. Ֆերսմանի, միներալների այդ թվից միայն 5%-ը առաջանում է մագմայից, 20%-ը՝ պնեմատիտների մեջ, 25%-ը՝ հիդրոթերմալ երակներում, 50%-ը՝ մակերևույթին հիպերգեն պրոցեսներից:

Ապատիտ [$Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$]

Հուն. «*ապատաո*» բառից՝ խաբում եմ: Հին ժամանակներում հաճախ նրան ընդունում էին քվարցի, բերիլի, դիոպսիդի, տուրմալինի փոխարեն (խաբվում էին):

Ապատիտը օրթոֆոսֆորական թթվի ($2H_3PO_4$) կալցիումական աղն է: Ըստ քիմիական բաղադրության տարբերում են՝ ֆտոր-ապատիտ [$Ca_5(PO_4)_3F$] և քլոր-ապատիտ [$Ca_5(PO_4)_3Cl$]: Բնության մեջ ֆտոր-ապատիտն ավելի լայն տարածում ունի, քան քլոր-ապատիտը: Առաջինի մեջ P_2O_5 կազմում է 42,3%:

Ապատիտը բյուրեղանում է հեքսագոնային սինգոնիայում: Բյուրեղները լինում են վեցանիստ պրիզմաների և աղեղնաձև տեսքով: Բնության մեջ հանդիպում է հոծ, հատիկավոր զանգվածներով, առանձին բյուրեղներով և դրուզներով:

Կարծրությունը՝ 5, տեսակարար կշիռը՝ 3,2: Գույնը՝ բաց կանաչ, երկնագույն կանաչ, կապտավուն կանաչ, սպիտակ, մոխրագույն, գորշ, մանուշակագույն: Փայլը՝ ապակու. կոտրվածքի մակերևույթների վրա՝ ճարպի: Հետքումը թույլ է:

Ապատիտը առաջնում է մագմայի դիֆերենցման հետևանքով և ըստ առաջացման կապված է մագմատիկ ալկալային ապարների (նեֆելինային սիենիտների) հետ: Հանդիպում է թթու և ալկալային ապարների պնեմատիտներում, կոնտակտա-մետասոմատիկ գոյացություններում, հիդրոթերմալ երակային տիպի մի քանի հանքավայրերում և վերջապես առաջանում է ֆոսֆորով հարուստ կրաքարերի հողմահարման պրոցեսների ընթացքում ու ծովային նստվածքային ապարներում:

Աշխարհում ապատիտի խոշորագույն հանքավայրը գտնվում է ՌԴ Խիբինյան լեռներում (Կոլա-թերակղզի), որը հայտնագործել է ակադեմիկոս Ա. Ե. Ֆերսմանը (1924 թ.): Հանքավայրը շահագործվում է 1929 թ.-ից: Ապատիտի հանքավայրեր կան՝ Ուրալում (Իլմենյան լեռներում), Բայկալ լճի մոտ (Սլյուդանկա գետի երկարությամբ), Արևելյան Սիբիրում (Մամն գետի երկարությամբ). Նորվեգիայում. Շվեդիայում

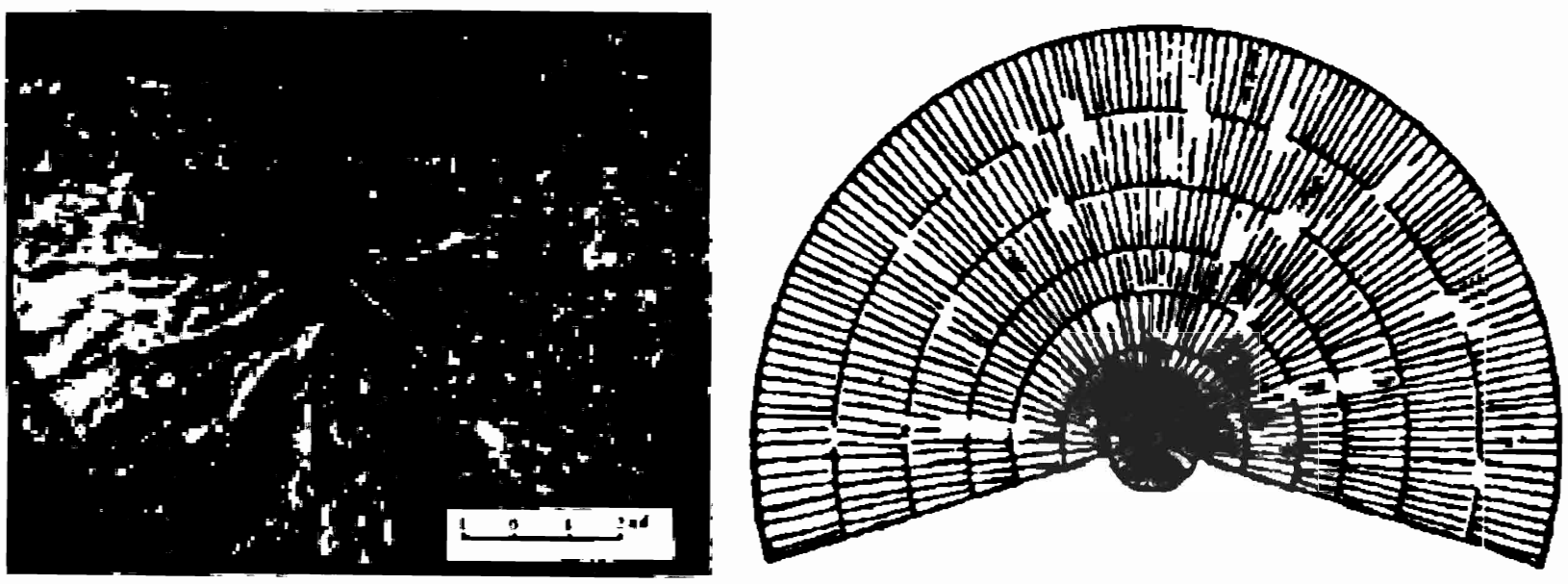
(Կիրունավարա), Կանադայում (Կվեբեկ, Օնտարիո) և այլ վայրերում: ՀՀ-ում ապատիտի հանքավայրեր հայտնաբերված չեն:

Ապատիտն օգտագործվում է պարարտանյութ ստանալու, քիմիական արդյունաբերությունում ֆոսֆոր և ֆոսֆորական թթու ստանալու համար. իսկ վերջիններս օգտագործվում են լուցկու արտադրության, ռազմական գործում, բժշկության մեջ և այլ բնագավառներում:

Ֆոսֆորիտ [$Ca_5(PO_4)_3(Cl,F)$]

Կալցիումային ֆոսֆորիտը քիմիական բաղադրության տեսակետից մոտ է ապատիտին, միայն տարբերվում է $CaCO_3$-ի, կավի և այլ նյութերի խառնուրդներով մյուս կողմից P_2O_5-ը նրա մեջ տատանվում է 15-30 %-ի սահմաններում:

Ֆոսֆորիտն ամորֆ է: Փայլատ կամ փայլուն է: Կարծրությունը՝ 5-6: Տեսակարար կշիռը՝ 3.2: Հողախառն ֆոսֆորիտը փափուկ է: Գույնը՝ մուգ մոխրագույն, սև, շագանակագույն, գորշ-մոխրագույն (*նկ. 45*):



Ա Բ

Նկար 45. Կոնկրեցիայի ռադիալ-ճառագայթային (Ա) և կոնցենտրիկ-կեղևային (Բ) կառուցվածք

Ֆոսֆորիտը առաջանում է ծովերի ծանծաղ մասերում, կենսաքիմիական պրոցեսների հետևանքով: Հանդիպում է կրաքարերում, ավազներում, ավազաքարերում, թերթաքարերում: Ֆոսֆորիտի համար բնորոշ են կոնկրեցիաները, գնդանման ձևերը: Վերջինիս ներքին կառուցվածքը շառավիղա-ճառագայթային է:

Ֆոսֆորիտի երկու չոր կտորների շփման ժամանակ զգացվում է յուրահատուկ հոտ, որը հիշեցնում է այրած ոսկորի հոտը: Այս հանգամանքը հույնպես հաստատում է ֆոսֆորիտի օրգանական ծագման փաստը:

Ֆոսֆորիտի հանքավայրերը բազմաթիվ են: Ամենախոշոր հանքավայրը գտնվում է Ղազախստանում (Կարատաու լեռներում), այլ հանքա-

վայրեր հայտնի են՝ Ուկրաինայում (Պոդոլսկի և Կրոլևեցկի), ՌԴ-ում՝ Մոսկվայի մարզում (Եգորևսկի) և այլ տեղերում:

Ֆոսֆորիտի խոշոր հանքավայրերը կան Ալժիրում, Թունիսում, Մարոկկոյում (Աֆրիկա), Հյուսիսային Ամերիկայում(Ֆլորիդա նահանգում): ՀՀ-ում ֆոսֆորիտ են պարունակում Ուրծի, Ջովաշենի հանքավայրերը:

Վերոհիշյալ հանքավայրերում ֆոսֆորիտը շերտերի տեսքով տեղադրված է կավճի և երրորդական հասակի նստվածքներում: Մի շարք վայրերում ֆոսֆորիտի շերտերի հզորությունը կազմում է մինչև 3 *մ*:

Ֆոսֆորիտը օգտագործվում է նույն նպատակներով, ինչ-որ ապատիտը:

Մաս II

ԴԻՆԱՄԻԿ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Երկրի ներկայիս արտաքին տեսքը անցյալի երկրաբանական բարդ պրոցեսների փոխհարաբերությունների արդյունք է:

Երկրաբանական և այլ հետազոտություններով պարզաբանված է, որ Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմության ընթացքում բազմիցս փոխվել են ֆիզիկա-աշխարհագրական պայմանները: Որպես այդ փոփոխությունների արդյունք տեղի են ունեցել օրգանական աշխարհի նորացումները, որոնք համընկել են հզոր լեռնակազմական շարժումների հետ: Վերջինիս պատճառ են հանդիսացել երկրակեղևի խորքային բեկվածքների, նստվածքային ապարների ծալքավորման, մետամորֆիզմի, հրաբխականության և մի շարք այլ պրոցեսները:

Երկրակեղևի վերին մասերում հայտնված կենդանիների բրածո մնացորդներ պարունակող նստվածքային ապարների շերտերը, թույլ են տալիս խորհելու, որ տվյալ վայրերում նախկինում եղել է ծովային ավազան և որը կարող է նույն տեղում լինել պարբերաբար:

Երիտասարդ լեռնային համակարգերը՝ Ալպերը, Կովկասը, Կարպատները առաջացել են խորը ջրային ավազանների տեղում: Այլ լեռնային համակարգերը ենթարկվում են համահարթեցման, ողողամաշման ջրի, քամու և այլ գործոնների հետևանքով:

Բոլոր երկրաբանական պրոցեսները էներգիայի տարբեր աղբյուրների արդյունք են: Էներգիայի որոշ աղբյուրներ կապված են այն ուժերի հետ, որոնք առաջանում են Երկրի խորքերում և անվանվում ներծին կամ էնդոգեն պրոցեսներ: Դրանց թվին են դասվում մագմատիզմը, ապարների մետամորֆիզմը, երկրակեղևի տարբեր շարժումները, որոնք առաջացնում են երկրակեղևի տարբեր հատվածների դանդաղ բարձրացումներ ու իջեցումներ, լեռնակազմական պրոցեսները, երկրաշարժերը և այլն:

Պրոցեսների մեկ այլ խումբ հանդես են գալիս երկրագնդի մակերևույթին կամ էլ երկրակեղևի վերին հատվածներում և կապված են տարբեր արտաքին գործոնների ազդեցությունների հետ (արև, մթնոլորտ, ջրոլորտ, կենսոլորտ և այլն): Այդ պրոցեսները անվանում են արտաքին դինամիկայի կամ էկզոգեն (արտածին) պրոցեսներ: Դրանց թվին են պատկանում հողմահարումը, մակերևույթային հոսող և ստորերկրյա ջրերի, սառցադաշտերի, ծովի, քամու գործունեությունները:

Արտաքին գործոնների քայքայիչ գործունեության հետևանքով հսկայական քանակությամբ բեկորային նյութեր են առաջանում, որոնք տեղաշարժվում են տարբեր ճանապարհներով: Ապարների քայքայման և քայքայված նյութի տեղատարման պրոցեսների ամբողջությունն անվանվում է *denudacia* (լատ. *denudacia* մերկացում):

Երկրի ներքին ուժերը Երկրի մակերևույթին ստեղծում են բազմաթիվ խորդուբորդություններ, իսկ արտաքին ուժերն աշխատում են այդ խորդուբորդությունները համահարթեցնելու ուղղությամբ:

Երկրադինամիկ երևույթներով և պրոցեսներով է պայմանավորված երկակեղևի, Երկրի մակերևույթի ձևավորումները, առաջացումները տարբեր ծագման ապարների կազմավորումները:

Երկրակեղևը կազմող ապարները տարբեր միներալային ագրեգատներ են և ըստ ծագման լինում են՝ 1) նստվածքային, 2) հրային, 3) փոխակերպային կամ մետամորֆային: Ապարների այս գենետիկ տիպերը մեկը մյուսից տարբերվում են իրենց առաջացման պայմաններով, տեղադրման ձևերով, ստրուկտուրաներով, տեքստուրաներով:

Գլուխ II

ՄԱԳՄԱՏԻԶՄ ԵՎ ՄԱԳՄԱՏԻԿ ԱՊԱՐՆԵՐ

Մագմատիզմը՝ էնդոգեն կարևորագույն պրոցեսներից է, որը մեծ դեր է խաղացել երկրակեղևի ձևավորման գործում: «*Մագմատիզմ*» տերմինը իր մեջ ներառում է մի շարք երկրաբանական պրոցեսներ սկսած մագմայի ձևավորումից, առաջացումից (երկրակեղևի խորը հորիզոնների, վերին մանթիայի սահմաններից) շարժումից, մինչև Երկրի մակերևույթ դուրս գալը:

Մագման (բառը ծագել է հուն. *մագմա*՝ խմոր, խիտ քսուք) բարդ, հիմնականում գազերով հագեցած սիլիկատային մանթիայի կամ երկրակեղևային նյութի հրահալոցք է: Ժամանակակից հրաբխային գործունեության և անյսմիկ ալիքներով կատարված հետազոտությունները պարզել են, որ մագման առաջանում է տարբեր խորություններում, իրարից անջատ օջախներում. Օջախների անջատ լինելը պայմանավորված է երկրաբանական պայմանների ոչ միատեսակությամբ: Խորքերում՝ մագմատիկ օջախներում կազմավորված մագման շարժվում է դեպի Երկրի մակերևույթ: Մի դեպքում այն պատռում է երկրակեղևը և ժայթքում, մյուս դեպքում՝ տարբեր խորությունների վրա մնում երկրակեղևի մեջ:

Առանձնացվում են երկու տիպի մագմատիզմ.

1) *Էֆուզիվ* (լատ. *էֆուզիա*՝ տարահոսմամբ տարածվել) մագմատիզմ կամ *հրաբխականություն* (վուլկանիզմ):
2) *Ինտրուզիվ* (լատ. *ինտրուզիա*՝ ներդրում) մագմատիզմ կամ *պլուտոնիզմ* (հուն. *Պլուտոն*՝ ստորերկրյա թագավորության աստվածը): Այս դեպքում հրաբխականությունը կարելի է անվանել թաքնված հրաբխականություն:

Էֆուզիվ մագմատիզմ

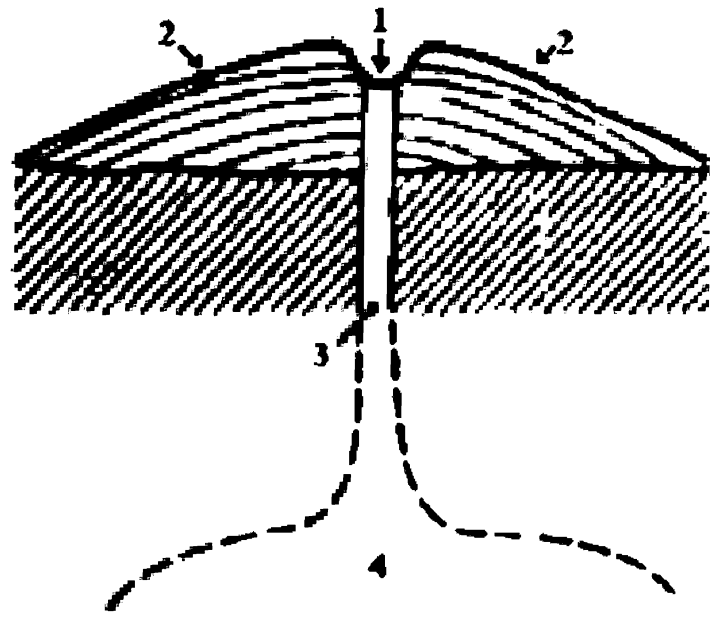
Էֆուզիվ հրաբխականությունը արտահայտվում է մագմայի կողմից երկրակեղևի պատռումով և Երկրի մակերևույթ արտավիժելով:

Երբ մագման գտնվում է երկրակեղևի խորքերում բարձր ճնշման տակ, նրանում եղած բոլոր գազային բաղադրամասերը լուծված վիճակում են: Մագմատիկ օջախներից մագմայի դեպի Երկրի մակերևույթ շարժման ընթացքում ճնշումը աստիճանաբար փոքրանում է, որի հետևանքով գազերը սկսում են առանձնանալ և Երկրի մակերևույթ ժայթքած մագման կազմով տարբերվում է նախնական մագմայից: Արտավիժած մագմային անվանում են *լավա* (իտալ. *լավա*՝ հեղեղել):

Հրաբխային արտավիժման պրոցեսը կոչվում է *էրուպտիվ գործունեություն*: Հրաբուխների ժայթքման պրոցեսները միանման չեն: Մի դեպքում ժայթքումը ընթանում է շատ դանդաղ, հանդարտ, գազերը անջատվում են առանց խոշոր պայթյունների և հեղուկ լավան դուրս է

ժայթքում Երկրի մակերևույթ և հոսքերի տեսքով խառնարանից հոսում է ցած: Այլ դեպքում ժայթքումը լինում է շատ բուռն, ուղեկցվելով հզոր գազային պայթյուններով: Մեծ բարձրություններ են նետվում լավայի հսկայական զանգվածներ, որոնք այնուհետև Երկրի մակերևույթի վրա են թափվում տարբեր բնկորային մասնիկների ձևերով: Մեծ մածուցիկություն ունեցող լավաները համեմատաբար դանդաղ են հոսում: Որոշ հրաբուխների ժայթքումը ընթանում է միայն հսկայածավալ գազային պայթյուններով: Պայթյունի արդյունքում դուրս են շպրտվում գազերի և ջրային գոլորշիների մեծ զանգվածներ:

Հրաբուխներ են անվանում կոնաձև լեռների կամ գմբեթաձև բարձրությունների տեսքով երկրաբանական առաջացումները: Լեռների գագաթներում առաջանում է գավաթանման կամ ձագարային խորացումներ, որոնք կոչվում են *խառնարան* (հուն. *կրատեր*՝ գավաթ): Խառնարանից երկրակեղևի խորքն է գնում հրաբուխի կոկորդը, որն ուղղաձիգ կամ մոտ ուղղաձիգին դուրս բերվող փողն է, որով մագման շարժվում է խորքից դեպի Երկրի մակերևույթ (*նկ. 46*):



Նկար 46. Հրաբուխի կառուցվածքի սխեման.
1) խառնարան, 2) կոն (կոնաձև կամ վահանաձև լեռ), 3) կոկորդ կամ հրաբխի մղանցք, 4) մագմատիկ օջախ

Երբեմն հրաբուխների արտաքին ձևը հիշեցնում են ոչ թե կոններ, այլ թեք վահաններ, կապված են լավայի մածուցիկության և կազմի հետ:

<u>Հրաբխային ժայթքման նյութերը</u> բաժանվում են. 1) հնդուկ, 2) գազանման, 3) կարծր խմբերի.

<u>Ժայթքման հեղուկ նյութերը՝ լավա:</u> Լավաները ըստ իրենց քիմիական կազմի լինում են տարբեր, որն արտահայտվում է SiO_2-ի պարունակությամբ: Ըստ SiO_2 պարունակության լավաները և հրային ծագման ապարները ստորաբաժանվում են.

1) Թթու՝ լիպարիտային (ռիոլիտային) և դացիտային (SiO_2>65 %):
2) Միջին՝ անդեզիտային (SiO_2, 65-52 %):
3) Հիմքային-բազալտային (SiO_2, 52-45 %):
4) Գերհիմքային-պերիդոտիտային (SiO_2<45 %):

Հիմքային և գերհիմքային լավաները ավելի ծանր են, հարուստ կալցիումային և երկաթ-մագնեզիումային միացություններով և բարձր ջերմաստիճանային են +1200-1300^{0}C:

Թթու և միջին կազմի լավաները ավելի թեթև են, պարունակում են բազմաթիվ թեթև ալկալային բաղադրամասեր և ջերմաստիճանները

տատանվում են 700-1000^0C սահմաններում ու աչքի են ընկնում բարձր մածուցիկությամբ և փոքր շարժունակությամբ:

Գազային բաղադրամասերը շատ կարևոր դեր են խաղում հրաբուխների ժայթքման ժամանակ և ապահովում են լավայի շարժունակությունն ու մածուցիկությունը: Ժայթքման տիպը կախված է ինչպես մագմայի քիմիական կազմից այնպես էլ գազային բաղադրամասերից:

Տաք հրաբխային գազերի շիթերին անվանում են ֆումարոլներ (լատ. *ֆումա* ծուխ): Հրաբխային գազերում առավել նշանակություն և տարածվածություն ունեն ջրածինը, թթվածինը, ածխածինը, ծծումբը, որոնք կախված ջերմաստիճաններից կարող են առաջացնել այս կամ այն միացությունները: Բացի վերոհիշյալ գազերից առկա են նաև քլոր, բոր, ֆտոր, ազոտ, արգոն և նրանց միացությունները: Բոլոր դեպքերում հրահալոցքում առկա է ջուրը, որը բարձր ջերմաստիճաններում դիսոցվում է H և OH բաղադրամասերի և կազմում գազանման նյութերի 60 իսկ երբեմն էլ՝ 90%:

Կախված ֆումարոլների ջերմաստիճաններից գազերի կազմը և նրանց առաջացած միացությունները փոփոխվում են:

Բարձր ջերմաստիճանային (+500-700^0C) ֆումարոլներում առկա են քլորա-ծծմբա-ածխաթթվային գազերը (HCl, HF, NH_4, Cl, SO_2, CO, CO_2, B, H_2), քլորային միացությունները (Fe, K, Na) և այլն:

Սոլֆատարային (իտալ. *սոլֆատարա* ծծմբային հանք), գազեր (ծծմբային ֆումարոլներ): Սրանց մեջ կարող են լինել ծծմբաածխաթթվային (SO_2, H_2S, CO, CO_2, H_2, H_2O, N) առաջացումներ, որոնք ունեն 100-180^0C բնութագրիչ ջերմաստիճաններ և ծծմբաջրածնա-ածխաթթվային (H_2S, CO_2, CH_4, N, H_2O) 100^0C ու ավելի ցածր ջերմաստիճաններով:

Մոֆետային գազեր կամ *մոֆետներ* (ածխաթթվային ֆումարոլներ, որոնք ունեն 100^0C-ից ցածր ջերմաստիճաններ և նրանց մեջ գերակշռում է CO_2:

Գազա գոլորշային ազոտա-ածխաթթվային անջատումներ (H_2O, N, աննշան CO_2 խառնուրդով):

Հրաբխի ժայթքման ժամանակ գազային նմուշարկում կատարելը կապված է բավականին դժվարությունների հետ: Այդ պատճառով էլ գազային նմուշարկման համար հարմար է օգտվել հրաբխային առանձին ճեղքերից դուրս մղվող գազերից կամ իրականացվում՝ շարժվող լավայի մակերևույթից:

Արտավիժման պինդ բաղադրամասերը: Հրաբուխների գազային արտավիժումներն ուղեկցվում են նաև հրահալված, հրաբեկորային նյութերի դուրս նետումով, որոնք մինչև գետին թափվելը հասցնում են կորցնել իրենց սկզբնական ջերմաստիճանի մի մասը: Բոլոր պինդ բաղադրամասերը, որոնք առաջանում են հրաբխային արտավիժումների

ժամանակ անվանում են *պիրոկլաստային* (հուն. *պիր*՝ կրակ, *կլաստիկոս*՝ փշրված, մանրացված), կամ տեֆրա (հուն. *տեֆրա*՝ մոխիր):

Պինդ բաղադրամասերը ըստ իրենց չափերի դասակարգվում են հետևյալ տիպերի.

1. *Հրաբխային մոխիր*՝ 0,1-0,25 *մմ* փոքր:
2. *Հրաբխային ավազ*՝ 0,25-2 *մմ*:
3. *Լապիլլ* (իտալ. *լապիլի*՝ մանրաքար)՝ մինչև 1,5-3 *սմ*:
4. *Հրաբխային տումբեր*՝ 10 *սմ*-ից մինչև 1 *մ* և ավելի չափերով:

Խոշոր պայթյունային արտավիժումների (ժայթքումների) ժամանակ հրաբխային մոխիրը տեղափոխվում է բավականին հեռու տարածքներ և թափվելով առաջացնում են մոխրի շերտեր:

Առավել խոշոր տրամաչափի բաղադրամասերը շնորհիվ ծանրության ուժի թափվում են հրաբուխի խառնարանին մոտ:

Յուրահատուկ ձև և տեսք ունեն հրաբխային տումբերը, որոնք կարող են լինել իլիկաձև, տանձաձև:

Հրաբուխների տիպերը և նրանց ժայթքման բնութագիրը

Հրաբուխների դասակարգումը կատարվում է գլխավորապես ըստ ժայթքման բնութագրի և հրաբխային ապարատի կառուցվածքի (*նկ. 47*):

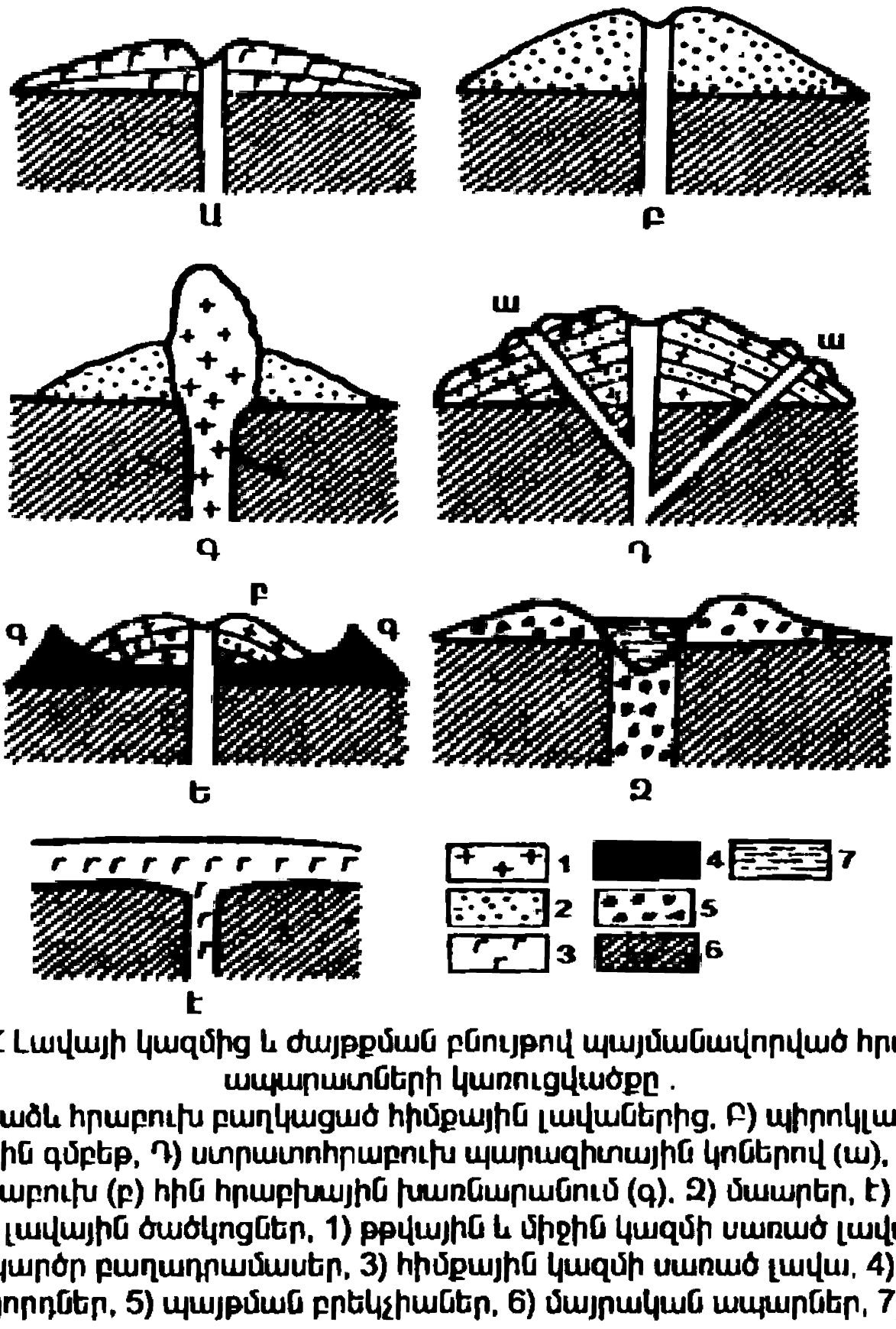
Կապված լավայի շարժունակության հետ, հրաբուխների ժայթքումը արտահայտվում է երեք գլխավոր պրոցեսներով:

1. *Էֆուզիա*՝ լավայի ժայթքում Երկրի մակերևույթ:
2. *Էքսպլոզիա*՝ գազային պայթյուն:
3. *Էքստրուզիա*՝ ճմլելով, քիչ շարժունակ, մածուցիկ մագմատիկ նյութի Երկրի մակերես դուրս մղելով:

Այս պրոցեսները կարող են ընթանալ առանձին-առանձին, երբեմն մեկի գերակայությամբ, կամ էլ երբ մի պրոցեսին հաջորդում է մյուսը ժամանակի և տարածության մեջ: Ընդհանրապես չկա մի հրաբուխ որում մշտապես հանդես գա գործունեության միևնույն տիպը: Այդ պատճառով էլ հրաբուխների ցանկացած դասակարգում ունի որոշակի պայմանական բնույթ:

Հրաբխային ժայթքումների մեջ առանձնացվում են.

1. Կենտրոնական տիպի ժայթքումներ, որոնց դեպքում հրաբուխի մղանցքը խողովակաձև է, իսկ ժայթքման նյութերով կառուցված հրաբխային ապարատը ունի կլորավուն, կոնաձև կամ վահանաձև տեսք:
2. Ճեղքային, երբ ժայթքումը կատարվում է երկրակեղևի որոշակի ճեղքի երկայնքով:
3. Արեալային, երբ ճեղքի երկայնքով ժայթքումը կատարվում է որոշակի մակերեսով:



Նկար 47. Լավայի կազմից և ժայթքման բնույթով պայմանավորված հրաբխային ապարատների կառուցվածքը .

Ա) վահանաձև հրաբուխ բաղկացած հիմքային լավաներից, Բ) պիրոկլաստիկ կոն, Գ) հրաբխային գմբեթ, Դ) ստրատոհրաբուխ պարազիտային կոներով (ա), Ե) ժամանակակից հրաբուխ (բ) հին հրաբխային խառնարանում (գ), Զ) մաարեր, է) ճեղքային հրաբխային լավային ծածկոցներ, 1) թթվային և միջին կազմի սառած լավա, 2) արտավիժման կարծր բաղադրամասեր, 3) հիմքային կազմի սառած լավա, 4) հին կոնի մնացորդներ, 5) պայթման բրեկչիաներ, 6) մայրական ապարներ, 7) ջուր

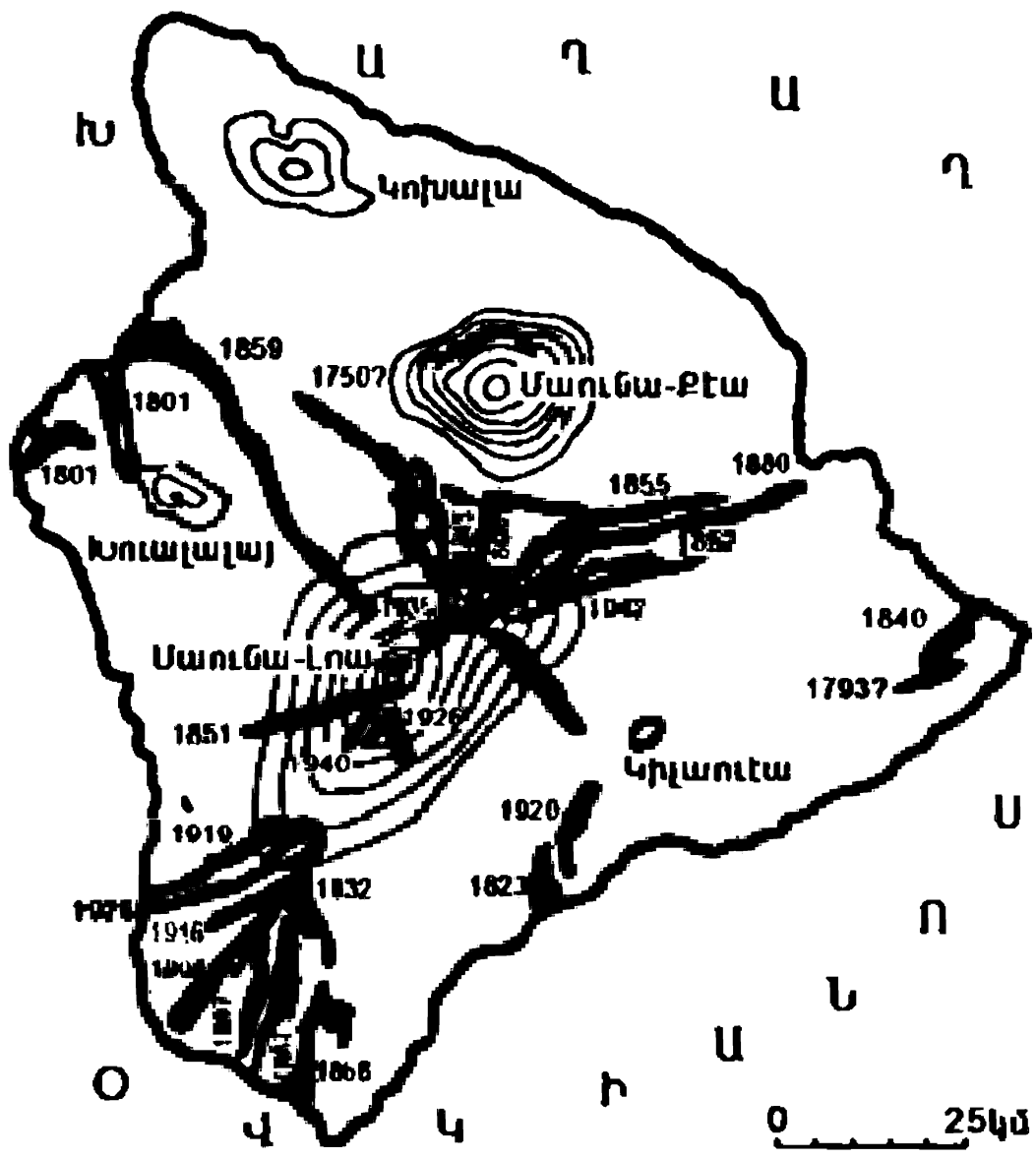
Կենտրոնական տիպի հրաբուխները իրենց հերթին ստորաբաժանվում են՝ ա) *պոլիգեն* (հուն. *պոլի*՝ բազմա), բ) *մոնոգեն* (հուն. *մոնո*՝ մեկ): Առաջիններն ժայթքում են բազմաթիվ անգամներ, իսկ երկրորդը միայն մեկ անգամ:

Պոլիգեն հրաբուխներ

I. **Էֆուզիվ կամ լավային հրաբուխներ**: Սրանց գլխավոր առանձնահատկությունները լավայի հանդարտ արտահոսքն է, առանց էական գազային պայթյունների: Այդպիսի ժայթքման օրինակներ են Հավայան կղզիների, Սամոայի, Իսլանդիայի և մի շարք այլ երկրների տարածքներում գտնվող հրաբուխները:

Ժայթքման Հավայան տիպ

Հավայան կղզիներում լավագույնս ուսումնասիրված են երկու հրաբուխների գործունեությունը: Մաունա-Լոա, որը Խաղաղ օվկիանոսի մակարդակից վեր է խոյանում 4168 *մ*, իսկ ավելի քան 9000 *մ* գտնվում է ջրի տակ: Կիլաուեա հրաբխային խառնարանը ունի 1200 *մ* օվկիանոսից բարձր դիրքադրում (*նկ. 48*):



Նկար 48. Լավային հոսքերը (սև գույնի) Հավայի կղզում (Հավայան կղզիներ):
Թվերը ցույց են տալիս ժայթքման տարեթվերը (ըստ Ա. Հոլմսի)

Այս գործող հրաբուխները ժայթքում են հիմքային կազմի լավա մոտավորապես 1200-1250^0C ջերմաստիճանով, հրահեղուկ, դյուրաշարժ հիմնականում բազալտային կազմի: Մագման բարձրանալով մղանցքով լցվում է խառնարանի մեջ, արտամղվելով հոսում է երբեմն նույնիսկ 100*կմ*: Այս հրաբուխներից գազը դուրս են գալիս հանդարտ առանց պայթյունների, սակայն երբեմն առաջացնում են լավային շատրվաններ:

Այս հրաբխային ապարատներն ունեն վահանաձև գոհիկող տեսք, բաղկացած լավաների բազմաթիվ հոսքերից, տեղադրված մեկը մյուսի վրա:

Մագմատիկ օջախից մեծ ծավալի մագմայի արտավիժման հետևանքով հրարուխի վերին մասը երկրակեղևի ճկման պատճառով փուլ է գալիս: Առաջանում են խոշոր իջվածքներ, որոնց անվանում են *կալդերաներ* (*նկ. 49*): Կալդերաներ կարող են առաջանալ նաև ժայթքման այլ, հատկապես խոշոր պայթումնային ժայթքումների ժամանակ, երբ պայթյունով դուրս են շպրտվում հսկայական քանակով զանգվածներ:



Նկար 49. Կարիմյան հրաբուխը՝ ա) հնագույն կալդերան, բ) երիտասարդ կալդերան, գ) լավային հոսք (նկար Վ. Ա. Ապրոդովի)

II. Էքսպլոզիվ (գազա-պայթումնային և էքսպլոզիվ էքստրուզիվային արտամղումային հրաբուխներ):

Այս տիպի հրաբուխների ժայթքման առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ գազային պայթյունները չեն ուղեկցվում լավայի արտահոսքով, այլ երբեմն կարող են առաջանալ էքստրուզիաներ:

Պելեյան ժայթքման տիպը դիտարկվել և նկարագրվել է Փոքր Անտիլյան կղզիներից Մարտինիկայի վրա գտնվող Մոնտան-Պելե հրաբուխի ժայթքման ժամանակ:

Այս հրաբուխի լավաները թթու կազմ ունեն, մեծ մածուցիկություն և ժայթքման ժամանակ կոթողների կամ գմբեթների նման վեր են խոյանում, երբեմն հասնելով բավականին մեծ բարձրությունների: Լավան կարծրանում և խցանում է հրաբուխի կոկորդը, որն էլ կարող է պատճառ հանդիսանալ նոր պայթյունի: Աղետալի ժայթքում է տեղի ունեցել 1902 թ. երբ հզոր պայթյունն երկինք է նետել հսկայական քանակությամբ բարձր ջերմաստիճանային շիկացած լավա: Լավայի հոսքը (մոտավորապես $700^0 C$ ջերմաստիճանով) խառնարանի լանջով 150-160 *կմ/ժ* արագությամբ շարժվել է դեպի 30 հազ. բնակիչ ունեցող Սեն-Պիեռ քաղաքը, որը գտնվում էր ընդամենը հրաբուխից 10 *կմ* հեռավորության վրա: Հիմքային լավայի արտավիժմանը հետևել է մածուցիկ թթու լավայի ճմլմամբ դուրս մղումը, առաջացնելով մի քանի հարյուր մետր բարձրություն ունեցող կոթող: 1903 թ. այն ամբողջովին քայքայվել և ցած է թափվել: 1929 թ. տեղի է ունեցել նույն բնույթի երկրորդ ժայթքումը:

Պելեյան տիպի ժայթքման հրաբխային ապարատները կազմված են մոխրից, խարամից և էքստրուզիվ գմբեթների բեկորներից: Պելեյան

ժայթքման տիպին մոտ է Ալյասկայում գտնվող Կատմայ հրաբուխը: 1912 թ. տեղի է ունեցել խոշոր գազա-պայթյունային ժայթքում: Ուղղորդված տաք գազա-հրաբեկորային խառնուրդների զանգվածը, լցրել է 23 *կմ* հեռավորության վրա գտնվող հովիտը: Երկար տարիներ այդ հոսքից անջատվում են բարձր ջերմաստիճանային գազային միացություններ: Այդ պատճառով էլ հովտի այդ մասը կոչվում է «տաս հազար ծխի հովիտ»:

Կատմայի ժայթքման հետևանքով առաջացել է խոշոր կալդերա 4,3x3 *կմ* չափերով:

Կրակատաուի ժայթքման տիպը առանձնացված է Ջոնդյան նեղուցի երկու կողմերում գտնվող Ճավա և Սումատրա կղզիների միջև ընկած Կրակատաու կղզու անվանումից:

Փաստորեն այդ կղզին երեք սերտաճած հրաբուխներ էին, որոնք գտնվել են հսկա իջվածքի՝ կալդերայի մեջ: Առնտալի գազա-պայթյունային ժայթքումը տեղի է ունեցել 1883 թ. օգոստոսի 27-ին, որի հետևանքով կղզու 2/3 շպրտվել է երկինք և առաջացել ստորջրյա 6,4•7,2 *կմ* չափերով կալդերա:

Պայթյունի հետևանքով գազա-մոխրային ամպը բարձրացել է տասնյակ կիլոմետրեր, իսկ պայթյունի ձայնը լսվել է 4000-5000*կմ* հեռավորության վրա: Դուրս է շպրտվել ավելի քան 18 $կմ^3$ բեկորային կարծր նյութ, իսկ պայթյունի էներգիան գնահատվել է 10^{26} էրգ: Պայթյունը առաջացրել է նաև ցունամի, որի հսկայական ալիքները ահավոր աղետ են բերել Ճավա և Սումատրա կղզու բնակիչներին: Զոհվել է ավելի քան 36 հազ. մարդ:

Կրակատաուի հրաբխային գործունեությունը վերսկսվել է 44 տարի անց, երբ կալդերայի մեջ վեր է խոյացել բազալտներից և անդեզիտ-բազալտներից կազմված նոր հրաբխային կոն: Տեղաբնակները այն անվանել են Անակ-Կրակատաու (անակ-երեխա):

Գազա-պայթյունային յուրահատուկ ժայթքում է արձանագրվել 1883թ. Բանդայ հրաբուխի մոտ: Ահռելի ուժի գազային պայթյունով վեր է շպրտվել հրաբուխի վերին մասը և նրա բարձրությունը նվազել է 640*մ*-ով:

Պայթյունը տեղի է ունեցել մակերեսից ներթափանցած ստորերկրյա ջրերի, գոլորշու և գազերի վերափոխման ու կուտակման պատճառով:

III. Էքսպլոզիոն-էֆուզիվ (գազա-պայթյունային-լավային) հրաբուխներ:

Այդ կարգի հրաբուխներին են վերագրվում Իտալիայի հայտնի բոլոր հրաբուխները Էթնան, Վեզուվը, Վուլկանոն, Ստրոմբոլին, Կամչատկայի, Կուրիլյան, Ճապոնական արշիպելագի, Հարավային Ամերիկայի և այլ երկրների բազմաթիվ հրաբուխներ: Այս հրաբուխների արտավիժված լավան տարբեր կազմերի է՝ հիմքայինից մինչև թթվային (լիպարիտներ):

Այս կարգի մեջ առանձնացվում են մի քանի տիպի ժայթքումներ:

Ստրոմբոլիի ժայթքման տիպ

Անվանվում է համանուն հրաբուխի անունով, որը Միջերկրական ծովի մակարդակից բարձր է մոտ 900 *մ* Այս հրաբուխը բաղկացած է երեք սերտաճած հրաբուխներից, որոնք գտնվում են հսկա իջվածքի՝ կալդերայի մեջ: Խառնարանը կազմված է հրաբխային նյութից՝ ռումբեր, լապիլներ, խարամներ, լավայի պղպջակավոր բեկորներ և քիչ քանակությամբ հրաբխային մոխիր: Այս հրաբուխի արտավիժած լավաները հավայան տիպի ժայթքման լավաներից տարբերվում են նրանով, որ ավելի մածուցիկ են և քիչ շարժունակ: Այդ պատճառով էլ խառնարանից հոսած լավային հոսքերը համեմատաբար կարճ են: Լավային արտավիժումներն երբեմն ուղեկցվում են գազային պայթյուններով և վեր են շպրտվում հսկայական քանակությամբ հրաբեկոր նյութեր:

Վուլկանյան և էթնա-Վեզուվյան ժայթքման տիպ

Սիցիլիա կղզու վրա գտնվող Էթնա, Լիպարյան կղզիներից մեկի վրա գտնվող Վուլկանո և Նեապոլ քաղաքի մոտ գտնվող Վեզուվ հրաբուխները և նրանց կարգին պատկանող Կամչատկայի, Կուրիլյան, Ճապոնական հրաբուխների արտավիժված լավաները առանձնանում են իրենց մածուցիկությամբ, փոքր շարժունակությամբ և գազերով հագեցվածությամբ: Լավային հոսքերը կարճ են ու հզոր: Ժայթքումը սկսվում է ուժգին պայթյունով, և հրաբեկոր նյութի մեծ քանակի արտանետմամբ:

Այս հրաբուխների առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ հիմնական ժայթքման փուլից բացի հրաբխային ապարատի վրա առաջանում են բազմաթիվ պարազիտային կոններ,որոնցից ժայթքումը կարող է կատարվել միաժամանակ:

1938 թ. Կլյուչևսկայա Սոպկա (Կամչատկա) հրաբուխի արևելյան լանջերից 1800-1900 *մ* բարձրությունների վրա 7 *կմ* երկայնքով առաջացել են 5 կողային խառնարաններ, որոնցից հիպսոմետրիկ բարձր գտնվողներից տեղի էր ունենում պայթյուններ, իսկ ստորիններից-լավայի արտահոսք: Որոշ ժամանակ անց գործում էր միայն ամենաստորին հատվածում գտնվող խառնարանը, որը գործել է 390 օր, և նրանից արտահոսել է 240 մլն. $մ^3$ լավա:

Այս տիպի ժայթքումը ունի որոշակի փուլայնություն: Ավելի վաղ էքսպլոզիոն և ուշ էֆուզիվ: Հրաբխային ապարատը ներկայացված է խառնարանային կոնների տեսքով, որոնք երբեմն ունենում են 30-40^0 և ավելի թեքությամբ լանջեր: Լավաները ունեն շերտային կառուցվածք և անվանում են *ստրատոհրաբուխներ* (լատ. *ստրատում*՝ շերտ) և տուֆերի շերտերը հերթափոխվում են լավայի ապարների շերտերով:

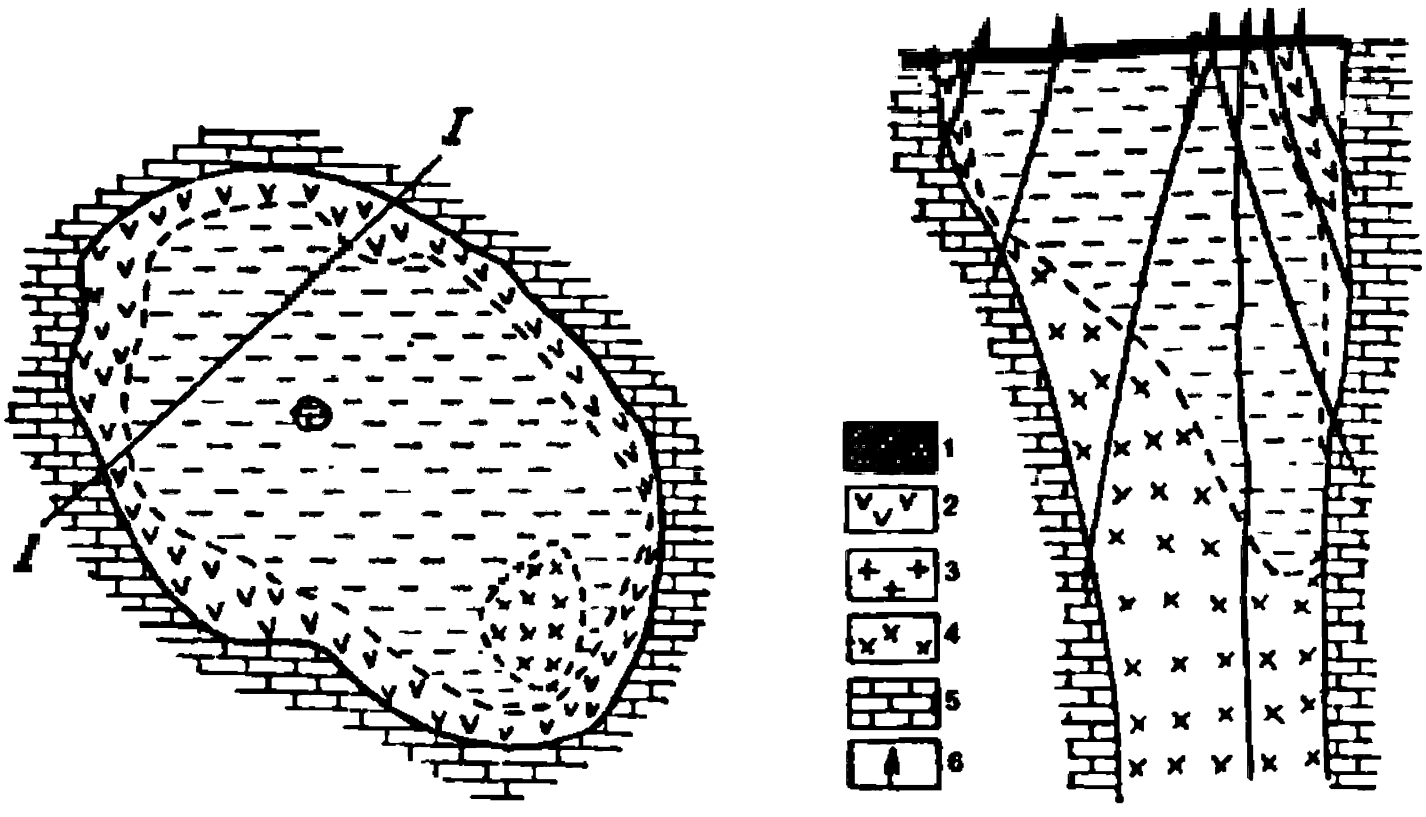
Այս տիպի հրաբուխներին բնորոշ են նաև խոշոր կալդերաները, որոնք ընդգրկում են երիտասարդ կոներ:

Կալդերաների չափերը տատանվում են մի քանի *կմ*-ից մինչև 10-15 *կմ*: Հին կոնների մնացորդները առաջացնում են օղակ կամ կիսաօղակ, որոնց անվանում են *առվա*: Առավել խոշոր կալդերաները ունեն Կյուսյու կղզու և հյուսիսային Տանգանիայի հրաբուխները:

Մոնոգեն հրաբուխներ, ճեղքային և արեալային ժայթքումները

Մոնոգեն (միածին) հրաբուխներին են պատկանում կենտրոնական տիպի հրաբուխները, որոնք գազա-պայթյունային ժայթքումներ են, և կարող են ուղեկցվել էֆուզիվ կամ էքստրուզիվ պրոցեսներով: Արդյունքում՝ մակերևույթին երբեմն առաջանում են ոչ մեծ խարամային կամ խարամա-լավային կոներ ափսեանման կամ գավաթանման խառնարանային իջվածքներով: Այդպիսի բազմաթիվ մոնոգեն հրաբուխներ կան խոշոր պոլիգեն հրաբուխների լանջերին կամ ստորոտներում: Կլյուչևսկայա Սոպկա հրաբխի սահմաններում գտնվում են ավելի քան 300 այդպիսի խարամային կոներ, որոնք զբաղեցնում են 40x90*կմ* մակերես: Գերմանիայում, Ֆրանսիայում գազապայթումնային հրաբուխների խառնարանները հաճախ լցված են լինում ջրով (փոքրիկ լճակներ), տեղաբնակները անվանում են *մաարներ*:

Այս հրաբուխներին են վերաբերում նաև պայթման խողովակները, որոնք խոշոր փորաբերան գազային հզոր պայթյունի արդյունք են ու մակերեսում արտահայտված են ոչ մեծ խառնարանային առաջացումներով (*նկ. 50*): Այս դեպքում լավայի արտահոսք չի լինում, առաջանում են շրջակայքում փոքրիկ պատվարներ, որոնք արդյունք են պայթյունի հետևանքով դուրս շպրտված նյութի:



Նկար 50. Կիմբերլիտային «Միր» խողովակի երկրաբանական պլանը և կտրվածքը (ըստ Ա. Պ. Բոբրիևիչի և ուրիշ.)
1) բերուկներ, 2) փոփոխված կիմբերլիտ (դեղին), 3) փոփոխված կիմբերլիտ (կանաչ), 4) կարլինացված կիմբերլիտ, 5) ստորին օրդովիկի կարբոնատային ապարներ, 6) հորատանցքեր

Հայտնի են ՀԱՀ-ան պայթման խողովակները: Սրանց անվանում են դիատրեմներ, որոնք ալմաստաբեր են:

Պայթման խողովակների տրամագիծը տատանվում է 25-ից 800 մ սահմաններում, որոնք լցված են բրեկչիանման ապարներով՝ կիմբերլիտներով (ՀԱՀ-ան Կիմբերլի քաղաքի անունով): Նման պայթման խողովակներ հայտնաբերված են տարբեր վայրերում մասնավորապես Յակուտիայում (ՌԴ) Նամիբիայում, Անգոլայում և այլ երկրներում:

Ճեղքային ժայթքումները կապված են երկրակեղևի խոշոր բեկվածքների հետ, որոնք այս դեպքում կատարում են ժայթքման փողերի դեր: Արտավիժումները կարող են կատարվել ամբողջ ճեղքի երկայնքով կամ էլ նրա առանձին հատվածներով, տեղամասերով: Հետագայում ճեղքի որոշ տեղամասեր փակվում են և ճեղքային հրաբուխը վեր է ածվում իրար մոտ գտնվող հրաբխային կենտրոնների խմբերի:

Արտավիժած լավային զանգվածները առաջացնում են տարբեր չափերի լավային ծածկոցներ: Այդպիսի ծածկոցներ են առաջացրել Իսլանդիայում, Հայաստանում, ՌԴ-ում տարբեր երկրաբանական ժամանակաշրջաններում գործած ճեղքային հրաբուխները:

Ժայթքման արևալային տիպը իրար շատ մոտ գտնվող բազմաթիվ մոնոգեն հրաբխային կենտրոններից ժայթքման միաժամանակյա գործունեության հետևանք է: Ժայթքման կենտրոնները հաճախ համընկնում են մանր ճեղքերին կամ նրանց հատման կենտրոններին: Գործունեության ընթացքում որոշ կենտրոններ փակվում են, դադարեցնում լավային արտավիժումները, միաժամանակ առաջանում են նորերը: Արևալային ժայթքման տիպը երբեմն ընդգրկում է հսկայական մակերեսներ, իսկ արտավիժած լավաները առաջացնում են հսկայական չափերով լավային մի քանի հարյուր մետր հզորությամբ ծածկոցներ:

Ավարտելով ժայթքման տիպերի բնութագրումը հարկ է նշել նրանց դասակարգման պայմանականությունը: Լավայի կազմը ժայթքման ընթացքում կարող է փոխվել: Ինչպես նշում է աշխարհահռչակ հրաբխագետ Գ. Թազիևը, Ստրոմբոլի գործող հրաբուխը ունեցել է նմանատիպ ժայթքումներ, երբ լավայի կազմը աստիճանաբար փոխվում է հիմքայինից՝ միջին կազմի:

Հետհրաբխային երևույթներ

Ակտիվ հրաբխային գործունեության ավարտից հետո երկար ժամանակ դիտվում են երևույթներ, որոնք անմիջական կապ ունեն այդ պրոցեսների հետ և ցույց են տալիս, որ հրաբխային գործունեությունը ավարտված չէ: Այդ երևույթներից են գազային անջատումները (*ֆումարոլներ*), գեյզերները, ցեխային հրաբուխները և հիդրոթերմները:

<u>Հրաբխային գազեր:</u> Բուն հրաբխային գործունեությունից հետո դեռևս երկար ժամանակ դիտվում է գազանման նյութերի անջատում-

ներ, ինչպես խառնարանից այնպես էլ ճեղքերից ու չիկացած սառչող լավային հոսքերից:

Գազերը իրենց կազմով շատ մոտ են արտավիժման ընթացքում ժայթքող գազերին և ներկայացված են հալոիդներով, ծծմբի, ածխաթթվի միացություններով, ջրային գոլորշիներով: Սակայն չկա միասնական գազային կազմ, որը բնութագրի հետիրաբխային գազային արտավիժումները: Տարբեր տիպի արտավիժումներին հաջորդում են հետիրաբխային տարբեր կազմի գազային արտավիժումներ: 1912 թ. Ալյասկայի Կատմայ հրաբուխի ժայթքմանը հաջորդել է հազարավոր գազային հոսքերի արտավիժումներ 600^0-650^0C, որոնց մեջ գերակշռել է HCl, HF, բորաթթուն, H_2S, CO_2 գազերը:

Հետիրաբխային գազերի կազմը տարբեր հրաբուխների մոտ տարբեր է. Մի դեպքում կարող է ժայթքել հալոիդային գազեր (տաս հազար ծխի հովիտը Ալյասկայում) մյուսներում՝ այլ կազմությամբ գազեր:

<u>Գեյզերները:</u> Հրաբխային շրջաններում բավականին տարածված երևույթներ են որպես պարբերաբար գործող ջրագոլորշային շատրվաններ: Անվանումը կապված է Իսլանդիայի գեյզեր աղբյուրի անվան հետ, որտեղ առաջին անգամ դիտվել և նկարագրվել է: Գեյզերները տարածված են նաև Յելոուստոնյան ազգային պարկում (ԱՄՆ), Նոր Զելանդիայում, Կամչատկայում (ՌԴ) և այլուր: 1941 թ. երկրաբան Տ Ի. Ուստինովայի կողմից Կամչատկայում հայտնաբերվել է բազմաթիվ մեծ և փոքր գեյզերներով հայտնի գեյզերների հովիտը:

Սովորաբար յուրաքանչյուր գեյզեր կապված է մեկ կլոր անցքի այնուհետև գրիֆոնի հետ, որը կարող է լինել տարբեր չափերի: Դեպի երկրակեղևի խորքերը գեյզերի ուղին անցնում է տեկտոնական ճեղքերին և լցված է տաք ջրով: Գրիֆոնի մեջ ջրի ջերմաստիճանը կարող է հասնել 90-98^0C, այն դեպքում, երբ խորքերում ջրի ջերմաստիճանը շնորհիվ բարձր ճնշման հասնում է +125-150^0C և ավելի:

Որոշակի պահերին, շնորհիվ խորքերից բարձրացող ավելի բարձր ջերմաստիճանային ջրերի սկսվում է ինտենսիվ գոլորշառաջացում, որի արդյունքում գրիֆոնի ջրերի մակարդակը սկսում է բարձրանալ: Հնուկանաբար ջրի յուրաքանչյուր մասնիկ հայտնվում է ավելի փոքր ճնշման մարզում, սկսում է եռալ, անջատվում է մեծ քանակությամբ գոլորշի, ճնշումը բարձրանում է ու տեղի է ունենում արտանետում ջրի շատրվանի տեսքով: Ճնշումների հավասարությունից դադարում է ջրի շատրվանումը և կանալը աստիճանաբար լցվում է նոր (մասամբ շատրվանած) ջրերով:

Գեյզերների ջրերը իրենց մեջ լուծված վիճակում պարունակում են տարբեր միներալային միացություններ հատկապես՝ սիլիկահող Գեյզերի ժայթքումներից լուծված միացությունները կուտակվում են

գրիֆոնի եզրային մասերում, առաջացնելով ապարներ. Դրանց անվանում են *գեյզերիտներ*:

Հիդրոթերմներ: Ժամանակակից հրաբխային մարզերում (Կամչատկա, Կուրիլյան կղզիներ և այլն) գեյզերների հետ համատեղ լայն տարածում ունեն մշտապես գործող տաք աղբյուրները, որոնց անվանում են հիդրոթերմներ կամ թերմալ աղբյուրներ: Որոշ թերմերի ջրերի ջերմաստիճանները բավականին բարձր են և կարող են հասնել $+80\text{-}90^0C$:

Ցեխային հրաբուխներ (*սալզեր*): Այս առաջացումները կապված են չափերով ոչ մեծ արտաբերման անցքերի հետ, որոնք լցված են բարձր ջերմաստիճանային ցեխով: Վերջինս քայքայված ապարների, ստորգետնյա ջրերի, գոլորշու և գազերի խառնուրդ է: Պարբերաբար տեղի են ունենում ցեխի դուրս շպրտում, առաջացնելով ոչ բարձր կոներ՝ խառնարանով: Ցեխային հրաբուխները հայտնի են ոչ միայն հրաբխային մարզերում այլ նաև բազմաթիվ նավթա-գազաբեր շրջաններում: Այս դեպքերում ցեխային հրաբուխները օրգանական ծագմամբ ածխաջրածնային գազերի գործունեության արդյունք են:

Հրաբուխների աշխարհագրական տարածումը

Այժմ Երկրի մակերևույթի վրա հաշվում են մի քանի հազար հանգած և գործող հրաբուխներ: Ռուս հրաբխագետ Վ. Ի. Վլոդովցի տվյալներով աշխարհում հայտնի են ավելի քան 800 գործող հրաբուխներ,այդ թվում նաև սոլֆատարային փուլում գտնվողները: Ամենայն հավանականությամբ այս թիվը խիստ նվազեցված է: Համաշխարհային Օվկիանոսի հայտնի հետազոտող Գ. Ու. Մենարդի տվյալներով միայն Խաղաղ օվկիանոսի հատակում կա ավելի քան 10000 հրաբուխ և ենթադրվում է, որ բոլոր ստորջրյա լեռները հրաբուխների արդյունք են: Հրաբուխների տարածման մեջ կա որոշակի օրինաչափություն: Նրանք բնորոշ են երկրակեղևի շարժուն տեղամասերին, երիտասարդ լեռնային համակարգերին՝ խորքային բեկվածքներին, որոնք հասնում են մինչև վերին մանթիա: Շատ դեպքերում հրաբուխները շղթայաձև դասավորված են բեկվածքների երկայնքով: Երկրի մակերեսին առանձնացվում են մի քանի հրաբխային գոտիներ:

Խաղաղ օվկիանոսյան գոտի: Գործող կամ ոչ վաղուց հանգած հրաբուխների գերակշռող մասը գտնվում են այս գոտում և ձգվում Խաղաղ օվկիանոսի ափամերձ երկայնքով, առաջացնելով Խաղաղ օվկիանոսյան Հրե օղակը: Այս գոտին անցնում է Կամչատկայով, Կուրիլյան կղզիներով, Ճապոնական, Տայվանի, Ֆիլիպինյան, Նոր Գվինեա, Նոր Բրիտանիա, Սողոմոնյան, Նոր Հիբրիդյան, Նոր Զելանդիա կղզիներով դեպի Անտարկտիդա: Այնուհետև այս գոտին իր մեջ է ընդգրկում Հարավ-Անտիլյան ստորջրյա լեռնաշղթան (Հարավային Շոտլանդական, Հարավային

Սանդվիչյան, Հարավային Գեորգիա) և անցում հարավային Ամերիկայի արևմտյան ափամերձ գոտին: Այստեղ բազմաթիվ հրաբուխներ գտնվում են երիտասարդ Անդերի լեռնաշղթայում: Ինտենսիվ հրաբխային գործունեությամբ աչքի է ընկնում Կենտրոնական Ամերիկան, հատկապես Հյուսիսային և Հարավային Ամերիկանները միացնող նեղ գոտին: Այս գոնային են մոտենում փոքր Անտիլյան հրաբխային կղզիները: Հյուսիսային Ամերիկայի Կորդիլիերյան համակարգում գործող հրաբուխները քիչ են, սակայն երիտասարդ, հզոր լավային հոսքերը և քայքայված կոները ցույց են տալիս ոչ վաղ անցյալի հզոր հրաբխային գործունեության մասին: Այս գոնան ավարտվում է Ալեուտյան կղզիների հրաբուխներով: Խաղաղ օվկիանոսի մեջ գտնվող բազմաթիվ կղզիներ և կղզախմբեր ունեն ակտիվ գործող հրաբուխներ (Հավայան կղզիներ):

<u>Միջերկրածովյա-Ինդոնեզիական գոտի:</u> Այս գոտում առավել ակտիվ հրաբխականություն է դրսևորվում Իտալիայում-Վեզուվը և Ֆլեգրեյան դաշտերը՝ ցամաքում, Եվրոպայի ամենաբարձր հրաբուխը Էթնան իր բազմաթիվ պարազիտային կոներով Սիցիլիայում, Տիրենեյան ծովում գտնվող Լիպարյան կղզիների հրաբուխները (Վուլկանո, Ստրոմբոլի և այլն): Այս գոտուն են վերաբերում նաև Էգեյան ծովում գտնվող Տիր կղզու հրաբուխները:

Այս գոտում հաջորդ առավել ինտենսիվ հրաբխականություն է արձանագրվում Ինդոնեզիական ենթագոտում: Այստեղ գործում են բազմաթիվ հրաբուխներ Մեծ և Փոքր Զոնդյան կղզիներում: Արևելքում այս ենթագոտին մոտենում է Խաղաղ օվկիանոսյան գոտուն: Միջերկրածովային և Ինդոնեզիական ենթագոտիների միջև գործող հրաբուխներ չկան, սակայն հայտնի են բազմաթիվ հանգած խոշոր հրաբուխներ (Մեծ և Փոքր Արարատները, Էլբրուսը, Կազբեկը, Թուրքիայի, Իրանի, Աֆղանստանի ոչ վաղուց հանգած հրաբուխները):

<u>Անտլանտյան գոտի</u>: Այս գոտու հրաբուխները հիմնականում կապված են Ատլանտյան օվկիանոսի ստորջրյա լեռնաշղթայի հետ: Դրանք Յան Մայենն, Իսլանդիա, Ազորյան, Համբարծման, Տրիստան-Դա-Կունյա, Գոֆ և հարավում գտնվող Բուվե կղզիների հրաբուխներն են:

Ստորջրյա լեռնաշղթայից դուրս գտնվում են հրաբխային Մադեյրա, Կանարյան, Կանաչ Հիվանդանի և այլ հրաբուխներ, իսկ Ատլանտյան օվկիանոսի արևմուտքում՝ Փոքր Անտիլյան կղզիների հրաբուխները:

<u>Հնդկական օվկիանոսի գոտի:</u> Ժամանակակից գործող և վերջերս հանգած հրաբուխները գտնվում են Մադագասկար, Կոմորյան, Ռեյունյոն, Կերգելեն և այլն կղզիների վրա, ինչպես նաև Անտարկտիդայում:

Բացի նկարագրված գոտիներից ինտենսիվ հրաբխային գործունեություն է արձանագրվում Արևելա-Աֆրիկյան ռիֆտային համակար-

գում (ռիֆտը՝ երկրակեղևի բեկվածքներով իջած նեղ գոտիներն են), որոնցում գտնվում են Տանգանիկա, Մոբուտո-Սեսե-Սեկո, Խդի-Ամին-Դադա, Կիվու և այլ լճեր:

Այս տարածքներում գտնվում են բազմաթիվ հրաբուխներ, նրանց մեջ հայտնի է Մերու հրաբուխը իր կալդերայով և սոմայով և Աֆրիկայում ամենաբարձր Կիլիմանջարո (5895 *մ*) հրաբխային կոնը:

Մի քանի գործող հրաբուխներ հայտնի են Կարմիր ծովում և նրա ափամերձ գոտում: Աֆրիկայի արևմուտքում է գտնվում Կամերուն ստրատոհրաբուխը:

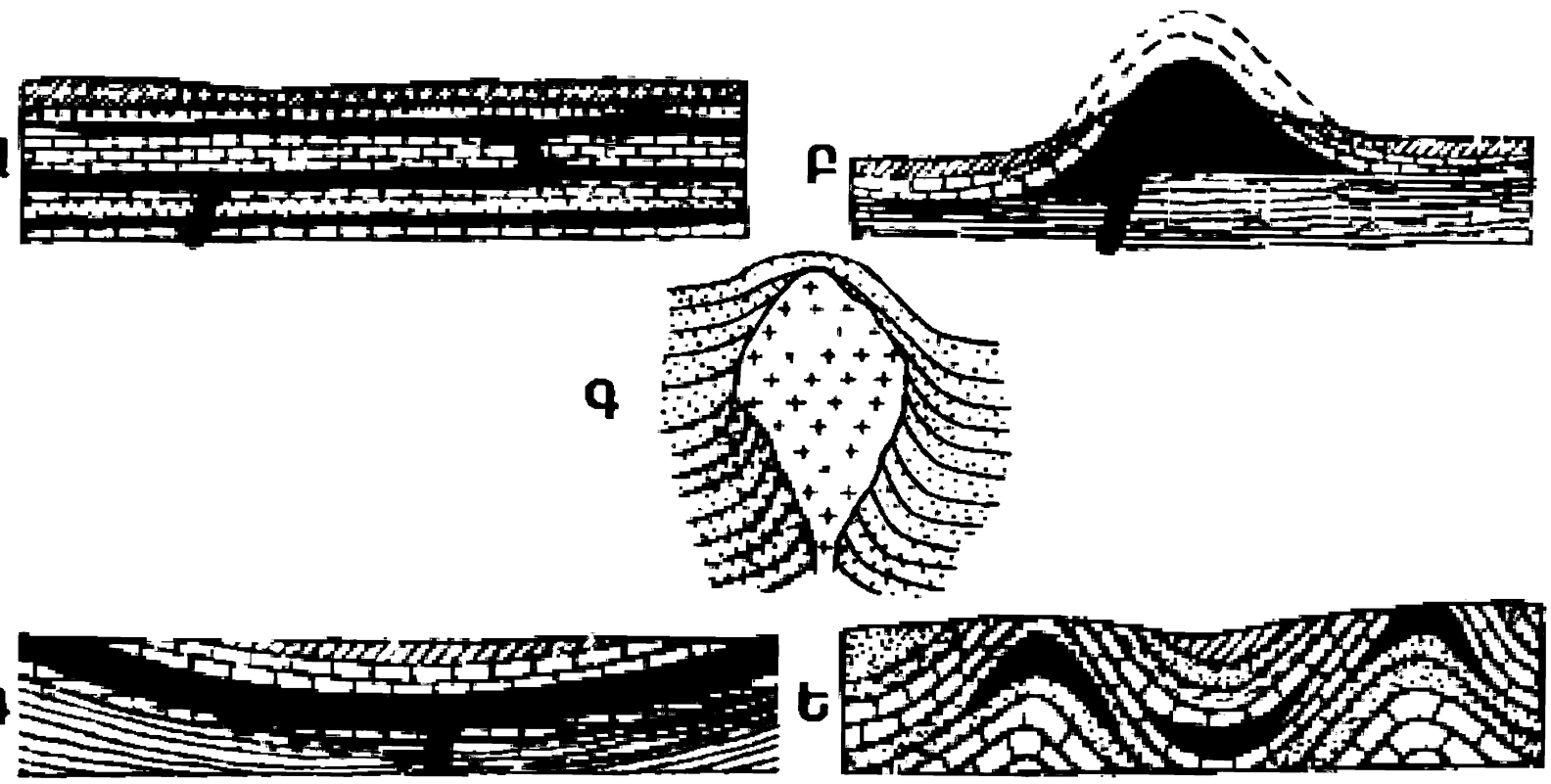
Ինտրուզիվ մագմատիզմ

Ոչ բոլոր դեպքերում է, որ մագման կարողանում է հաղթահարել ու ճեղքել երկրակեղևը և դուրս ժայթքել: Հավանաբար ավելի շատ են դեպքերը, երբ մագման մնում է երկրակեղևում տարբեր խորությունների վրա և դանդաղորեն սառչելով բյուրեղանում: Մագմայի ներդրման պրոցեսը երկրակեղևի մեջ անվանվում է ինտրուզիվային, իսկ այդ ճանապարհով առաջացած մարմիններին՝ ինտրուզիվ մարմիններ կամ ուղղակի ինտրուզիաներ: Բնականաբար ինտրուզիաների, նրանց կառուցվածքի մասին կարելի է դատողություններ կատարել շնորհիվ էկզոգեն պրոցեսների, որոնք քայքայում են մագմատիկ մարմիններն ու նրանց ծածկող ապարները: Այժմ բազմաթիվ վայրերում ինտրուզիվ ապարներ են մերկացած, որոնք դուրս են գալիս Երկրի մակերես:

Ինտրուզիաների հիմնական ձևերը

Քանի որ ինտրուզիվ մարմինները տեղադրվում են երկրակեղևի որոշակի խորություններում, բնականաբար նրանց տեղադրումը և ներփակող ապարների հետ փոխհարաբերությունները կարող են լինել ներդաշնակ և աններդաշնակ: Ներդաշնակ են այն ինտրուզիաները, որոնք ներփակող ապարների հետ ունեն տեղադրման նույնություններ: Ներդաշնակ ինտրուզիվ մարմիններին են վերագրվում՝ սիլերը (շերտային ինտրուզիաներ), լակոլիտները, լոպոլիտները, ֆակոլիտները (*նկ. 51*): Աններդաշնակ ինտրուզիաների թվում են՝ դայկաները, նեքները, շտոքները, բաթոլիտները:

Ներդաշնակ ինտրուզիաներ: *Սիլերը* առաջանում են հիմնականում նստվածքային ապարների մեջ հիմքային մագմայի ներդրման ճանապարհով շերտավորման մակերևույթների ուղղությամբ ոչ մեծ խորությունների վրա և վերաբերվում են ոչ *հիպաբիսալ* (հուն. *հիպո*՝ վեր). ոչ լոիվ. աբիսսալ-անտունդ. անհատակ) կատեգորիային: Այս առաջացումները ներդրվում են նստվածքային շերտերի մեջ մոտավորապես հորիզոնական դիրքով:



Նկար 51. Ներդաշնակ ինտրուզիաներ
Ա) սիլեր, Բ) լակոլիտ, Գ) մագմատիկ դիապիր, Դ) լապոլիտ, Ե) ֆակոլիտ

Միևնույն երկրաբանական կտրվածքում միջշերտային ինտրուզիաները կարող են լինել նզակի և բազմակի:

Լավ հայտնի են Սիբիրյան պլատֆորմի սիլերը, որոնք հերթափոխվում են տրիասի և պերմի հասակի ապարներով:

Այս հերթափոխությանը մասնակցում են նաև էֆուզիվ ծածկոցները, որոնք առաջացել են ճեղքային հրաբուխների գործունեության արդյունքում առաջացնելով հզոր, այսպես կոչված տրապային ֆորմացիան (*տրապները*՝ պլատֆորմների վրա տարածված հիպաբիսալ, կիսախորքային հիմքային ծագման էֆուզիվ ապարների ընդհանուր անվանումն է:

Լակոլիտները. մի քանի 100 *մ* չափերով սնկանման կամ բոքոնանման ինտրուզիվ մարմիններ են: Երբեմն նրանք հասնում են մի քանի (5-6) *կմ* չափերի (*նկ. 52*): Սրանց վերին մակերևույթը ուռուցիկ է՝ ստորինը՝ քիչ թե՛ շատ տափակ, որին մոտենում է ներդրման ուղին: Այս ինտրուզիվ մարմինների առաջացմանը մասնակցում են թթու և միջին կազմի, երբեմն էլ ալկալային մագմաները: Ծածկող ապարների շերտերը մեխանիկորեն խախտվում են, վերջիններս ծռվում են, ընդունելով լակոլիտների բնորոշ ուրվագծերը: Լակոլիտների տարատեսակներից են մագմատիկ դիապիրները (հուն. *դիապիրո*՝ ճեղքել), որոնք կաթիլի տեսք ունեն: Որոշ գիտնականների կարծիքով Հյուսիսային Կովկասի և Ղրիմի բազմաթիվ ինտրուզիվներ վերագրվում են մագմատիկ դիապիրներին:



Նկար 52. Կաստել լակոլիտը (Ղրիմ)

<u>Լոպոլիտները</u> (հուն. *լոպոս*՝ գավաթ կամ տափակ ափսե). հիմնականում հիմքային ապարներից կազմված, ափսեանման միջշերտային ինտրուզիվ մարմիններ են: Տեղ-տեղ այս առաջացումները հասնում են հսկայական չափերի: Հարավային Աֆրիկայում Բուշվելդի զանգվածն ունի ավելի քան 300 *կմ* երկարություն:

<u>Ֆակոլիտները</u> (հուն. *ֆակոս*՝ ոսպ) համեմատաբար ոչ մեծ չափի հիմքային կազմի մարմիններ են, որոնք առաջանում են ծալքերի առանցքային մասերում: Այս առաջացումները ոսպանման, իսկ կտրվածքում մանգաղանման ձև ունեն:

<u>Աններդաշնակ կամ կտրող ինտրուզիաներ</u>

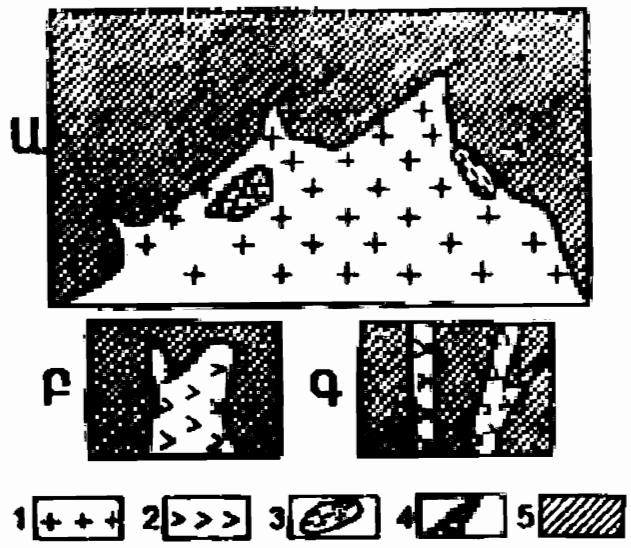
<u>Նեքերը</u> (անգլ. *նեք* պարանոց բառից) կամ հրաբխային փողաբերան, որոնք հանդիսանում են հին հրաբխային ապարատների մի մասը: Հրաբուխի ժայթքումը և լավայի արտահոսքն ավարտվելուց հետո փողաբերանը խցանվում է սառած մագմայով: Նեքերի տրամագիծը կարող է հասնել մի քանի մետրից մինչև 1,0-1,5 *կմ* (*նկ. 53*):



Նկար 53. Յուրայի հասակի հրաբուխի նեք Հյուսիսային Կովկաս (նկար Մ.Գ.Լոմիզեի)

<u>Դայկաները</u> (շոտլանդական դայկա՝ պատ բառից) ճեղքային ինտրուզիաներ են, որոնք առաջանում են երկրակեղևի ուղղաձիգ կամ թեք ճեղքերում մագմայի ներդրման արդյունքում (*նկ. 54*): Դայկաներ են առաջացնում բոլոր կազմի մագմաները:

Դրանց հզորությունը տատանվում է լայն սահմաններում մի քանի սանտիմետրից՝ կիլոմետրեր: Նույնը վերաբերում է երկարությանը՝ մի քանի տասնյակ մետրից մինչև տասնյակ, հազվադեպ մինչև հարյուրավոր կիլոմետրեր: Ալդանի (Յակուտիա) վահանի սահմաններում նկարագրված է դայկա, որի լայնությունը 250 *մ* է, իսկ երկարությունը ավելի քան 100 *կմ*:



Նկար 54. Աններդաշնակ ինտրուզիվ մարմիններ
Ա) բաթոլիտ, Բ) շտոք, Գ) դայկա. 1) գրանիտներ, 2) տարբեր կազմի ինտրուզիվ ապարներ, 3) քսենոլիտներ (ներփակվող ապարների բեկորներ), 4) ապոֆիզներ (ճյուղավորումներ), 5) ներփակող ապարներ

Հայտնի դայկաներից ամենամեծը Ջիմբաբվեի Մեծ Ռոդնգական Դայկան է, որն ունի 540 *կմ* երկարություն և 3-13 *կմ* լայնություն: Դայկաները հաճախ հանդիպում են խմբերով:

Բացի ուղղաձիգ տարածվող դայկաներից կան նաև օղակաձև դայկաներ, որոնք ձևավորվում են հրաբխային ապարատի եզերքով, կամ էլ ինտրուզիվ մարմինների շրջակայքում:

Լայն տարածում ունեն նաև տարբեր ծռումներով, ճյուղավորումներով, անկայուն հզորությամբ ճեղքային ինտրուզիաները, որոնց անվանում են *երակներ*: Սմանատիպ երակներում հանդիպում են տարբեր, առավելապես հիմքային կազմի ապարներ: Տարբեր ինտրուզիվ մարմիններից բոլոր երականման ճյուղավորումներն անվանվում են ապոֆիզներ (հուն. *ապոֆիզ*՝ ճյուղ բառից):

<u>Շտոքները</u> անկանոն ձևի մոտավորապես հավասարաչափ մագմատիկ ինտրուզիվ մարմիններ են և առաջանում են առավել ճեղքավորված շերտախմբերում, տարբեր ուղություններով ճեղքերի հատման հանգույցներում:

Ինչպես և մյուս ինտրուզիվ մարմինները շտոքները նույնպես ունեն տարբեր չափեր՝ տրամագծով տասնյակ կիլոմետրեր:

Այս ինտրուզիվ մարմինների առանձնահատկությունը այն է, որ շտոքները խախտում են, դեֆորմացնում ներփակող ապարներին: Կազմով կարող են լինել թթվայինից մինչև գերհիմքային:

<u>Բաթոլիտները</u> (հուն. *բաթոս*՝ խորություն) ամենախոշոր ինտրուզիվ մարմիններն են երկարացված օվալաձև կամ իզոմետրիկ ձևերով (*նկ. 54*): Առավել հաճախ դրանք հանդիպում են ծալքավոր մարզերի կենտրոնական մասերում: Բաթոլիտներին բնորոշ են մի շարք առանձնահատկություններ, որոնցով էլ տարբերվում են մյուս ինտրուզիվ առաջացումներից:

1) Կապված են լեռնա-ծալքավոր կառույցների կենտրոնական բարձրացումների հետ:
2) Ունեն մեծ չափեր: Երկարացված ձևի դեպքում ձգվում են տասնյակ, հարյուրավոր և ավելի կիլոմետրեր:
3) Կազմավորվում են համեմատաբար մեծ խորություններում:
4) Ներփակող ապարների հետ կոնտակտները որոշ բաթոլիտների մոտ ներդաշնակ է, շատերի մոտ կտրող, հաճախ էլ միևնույն բաթոլիտի մոտ կարող են լինել տարբեր:
5) Ներփակող ապարների վրա զգալի մեխանիկական ազդեցության բացակայությունը, որին կարելի է սպասել այդպիսի խոշոր ինտրուզիվ մարմինների տեղադրման ժամանակ:
6) Թթվային կազմի հրային ապարների գերակշռումը (առավելապես գրանիտներ կամ գրանոդիորիտներ):
7) Բաթոլիտների վերին մակերևույթը բնորոշվում է գմբեթային բազմաթիվ բարձրացումներով, որոնք նման են շտոքների:

Նախկինում կարծիք կար, որ բաթոլիտները անհատակ ինտրուզիվ մարմիններ են, որոնք կտրում են ամբողջ երկրակեղևը, սակայն երկրաֆիզիկական տվյալները վկայում են, որ նրանց ուղղահայաց չափերը 5-10 *կմ* են:

Բաթոլիտների առաջացման վերաբերյալ կան բազմաթիվ տեսակետներ, որոնք վիճելի են:

Մագմատիկ օջախներ

Հասկացողություն մագմայի դիֆերենցման մասին

Մագման բարդ համակարգ է, ունի սիլիկատային կազմ՝ ջրի և ցնդող բաղադրամասերի պարունակությամբ և օժտված է հեղուկ նյութերին հատուկ շարժունակությամբ: Նախկինում կարծում էին, որ Երկրի խորքերում գոյություն ունի մագմայի շերտ, այժմ երկրաֆիզիկական տվյալներով ապացուցված է, որ գոյություն ունեն մագմատիկ տեղական (լոկալ) օջախներ, որոնք գտնվում են երկրակեղևի տակ: Հավայան կղզիներում և Կամչատկայում մագմատիկ օջախները գտնվում են 50-60 *կմ* խորությունների վրա: Եզրային կամ միջանկյալ օջախները գտնվում են ավելի փոքր խորությունների վրա (5-6 *կմ* Վեզուվի տակ, 8-10 *կմ* Հավայան հրաբուխների տակ): Հավանաբար կան նաև ինքնուրույն օջախներ, որոնք Երկրի մակերևույթից 10-15 *կմ* խորությունների վրա են գտնվում:

Մինչև XX-րդ դարի 30-ական թվականները կարծում էին, որ գոյություն ունի մեկ սկզբնական բազալտային կազմի մագմա, որից էլ առաջացել են բոլոր հրային ապարների տարատեսակները: Այնուհետև շրջանառության մեջ է դրվել այլ տեսակետ, թե յուրաքանչյուր ապար ունի իր սեփական մագման: Այժմ հետազոտողները ապացուցել են երեք

սկզբնական մագմանների գոյությունը՝ պերիդոտիտային, բազալտային, գրանիտային: Մագմայի առաջացման խորությունների մասին կա մեծ տարակարծություն՝ այն է 50-500 *կմ* միջակայքով:

Մագմատիկ ապարների բազմազանությունը բացատրվում է մագմայի դիֆերենցմամբ, որի շնորհիվ մագմայի միատարր զանգվածը բաժանվում է կազմով տարբեր մասերի: Մագմայի դիֆերենցումը կարող է կատարվել մագմատիկ օջախում, ինչպես նաև երկրակեղևի վերին հորիզոններում ներդրվելուց հետո:

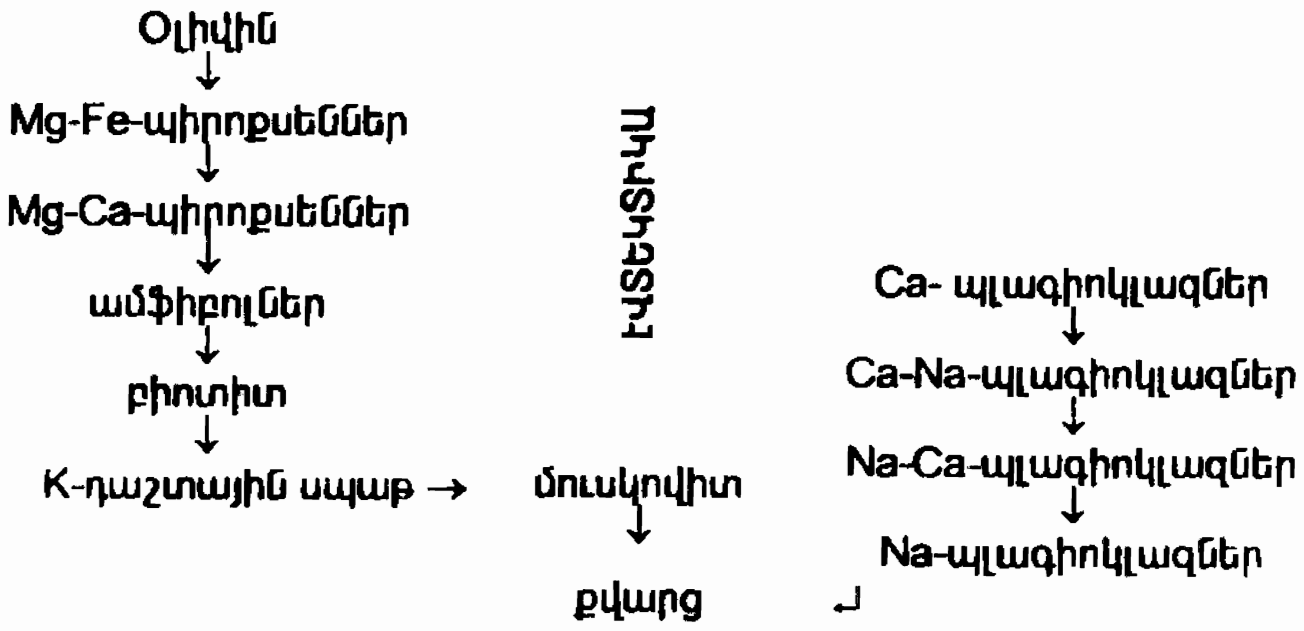
Տարբերում են դիֆերենցման երկու հիմնական տեսակետներ. 1) մագմատիկ կամ մինչբյուրեղային, 2) բյուրեղային:

Մինչբյուրեղային դիֆերենցումն տեղի է ունենում մինչև մագմայի մեջ բյուրեղացման պրոցեսի սկսվելը՝ գլխավորապես լիկվացիայի հետևանքով:

Լիկվացիան այն երևույթն է, երբ ջերմաստիճանի իջեցման հետևանքով մագման տարաբաժանվում է երկու, իրար չխառնվող հալոցքների: Լիկվացիայի հնարավորությունն ընդունել են Յու. Լեվինսոն-Լեսինգն ու Ռ. Դելին:

Լիկվացիան տեղի է ունենում հիմնականում երկու պատճառով՝ ա) ջերմաստիճանի իջեցման ժամանակ փոքրանում են նյութերի լուծելիությունը, բ) իրար չխառնվող երկու հալոցքները կազմած են տարբեր տեսակարար կշիռ ունեցող բաղադրիչներից:

Բյուրեղային դիֆերենցումն սկսվում է մագմայի հալոցքի սառեցումից, ինչի հետևանքով առաջանում են պինդ ֆազի միներալները: Այս տեսությունը մանրակրկիտ մշակվել է Ն. Բոուենի կողմից: Բազմաթիվ փորձեր ցույց են տվել, որ սիլիկատային հալոցքներից միներալները բյուրեղանում են ոչ թե միաժամանակ, այլ որոշակի հաջորդականությամբ, որը համապատասխանում է ռեակցիոն շարքերին: Հրային ապարներում միասին հանդիպում են բյուրեղացման մոտ ջերմաստիճաններ ունեցող միներալները: Միներալների բյուրեղացումը հիմքային մագմայից տեղի է ունենում Բոուենի հանրահայտ ռեակցիոն սխեմայով, որը մշակված է մի շարք հեղինակների կողմից.



Ն. Բոուենի սխեմայի համաձայն, վերևում տեղադրված ամեն մի միներալ անջատվում է ստորինից առաջ, որը ձևավորվում է առաջինի փոխազդեցությունից (ռեակցիայից) մնացորդային հալոցքի հետ: Դա բացատրվում է նրանով, որ անջատված միներալը ճգտում է հավասարակշռության գալ հալոցքի հետ, և որպեսզի ջերմատիճանի իջեցման պայմաններում պահպանվի այդ հավասարակշռությունը: Բյուրեղացած միներալները նախ ռեակցում են մագմայի հետ և փոխում իրենց կազմը:

Բերված սխեմայի ձախ մասը ներկայացված է ռեակցիոն ընդհանուր շարքով, քանի որ մի տեսակի միներալները փոխվում են բյուրեղային կառուցվածք ունեցող այլ միներալների: Օրինակ, օլիվինը կարող է փոխվել հիպերստենի, իսկ ավգիտը՝ հոռնբլենդի: Միներալների աջ ռեակցիոն շարքն անընդհատ է, որը տանում է դեպի փոփոխական կազմի միներալային տեսակների առաջացումը՝ անորթիտից մինչև ալբիտ:

Մագմատիկ հալոցքից բյուրեղների անջատման գլխավոր գործոններից մեկը ծանրության ուժի ազդեցությամբ կատարվող գրավիտացիոն դիֆերենցումն է:

Փորձերը ցույց են տալիս, որ սիլիկատային հալոցքների սառեցման ժամանակ ծանր միներալները սուզվում և նստում են փորձանոթի հատակում: Նույն երևույթը նկատվում է նաև բնության մեջ՝ բարդ դիֆերենցված ինտրուզիաների ստորին մասերում տեղադրված են այնպիսի ապարներ, որոնք կազմված են մագմայի սկզբնական բյուրեղացման ծանր միներալներից:

Տարբեր կազմի մագմաներից և նրանց դիֆերենցումից առաջանում են տարբեր քիմիական և միներալային կազմի ապարներ՝ գերհիմքային, հիմքային, միջին թթվության, թթվային և ալկալային:

Գերհիմքային ապարները բնութագրվում են SiO_2-ի ամենափոքր քանակությամբ (45%-ից ցածր)՝ MgO-ի և FeO-ի բարձր պարունակություններով:

Հիմքային ապարներում SiO_2-ը տատանվում է 45-52%: Այդ ապարները հարուստ են Al_2O_3, CaO-ով, բայց համեմատաբար աղքատ են MgO, FeO-ով:

Միջին թթվության ապարներում բարձրանում է SiO_2-ի (55-65%) և ալկալիների քանակությունը, բայց փոքրանում է CaO, MgO, FeO պարունակությունները:

Թթվային ապարները մյուսների համեմատությամբ ավելի հարուստ են SiO_2-ով (65%-ից բարձր) և ալկալիներով, բայց ավելի աղքատ են MgO, FeO, CaO-ով:

Ալկալային ապարները բնորոշվում են Na_2O, K_2O և Al_2O_3-ի ամենամեծ պարունակությամբ:

Մագմատիկ ծագման մետաղային հանքավայրերի առաջացումը կապված է գերհիմքային և հիմքային ապարների հետ: Այդպիսին են՝

քրոմի, պլատինի խմբի մետաղների, նիկելի, կոբալտի, երկաթի, տիտանի, պղնձի և այլ մետաղների հանքավայրերը: Ալկալային ապարներում ձևավորվում են հազվագյուտ հողերի և ոչ մետաղային օգտակար հանածոների, ֆոսֆորի (ապատիտ), ալյումինի (նեֆելին) և այլ հանքավայրերը:

Բնության մեջ հնարավոր է երկու տարբեր կազմի՝ հիմքային և թթու մագմաների խառնուրդը, որը նույնպես տանում է դեպի բնական միներալային ասոցիացիաների՝ ապարների բազմազանության առաջացմանը: Այդ երևույթը կարող է տեղի ունենալ այն ժամանակ, երբ երկու հալոցքներն առաջացել են միևնույն մագմայից դիֆերենցման կամ այլ ճանապարհով:

Մագմայի բյուրեղացման ժամանակ կարևորվում է նրա կողմից օտար նյութերի՝ ներփակող ապարների յուրացման պրոցեսը, որը կոչվում է ասիմիլյացիա: Այս երևույթին հատկապես նպաստում են մագմայի ջերմային էներգիայի մեծ պաշարը, մագմայի և ներփակող ապարների քիմիական տարաբնույթ փոխարկումների տարբերությունը և ցնդող բաղադրամասերը:

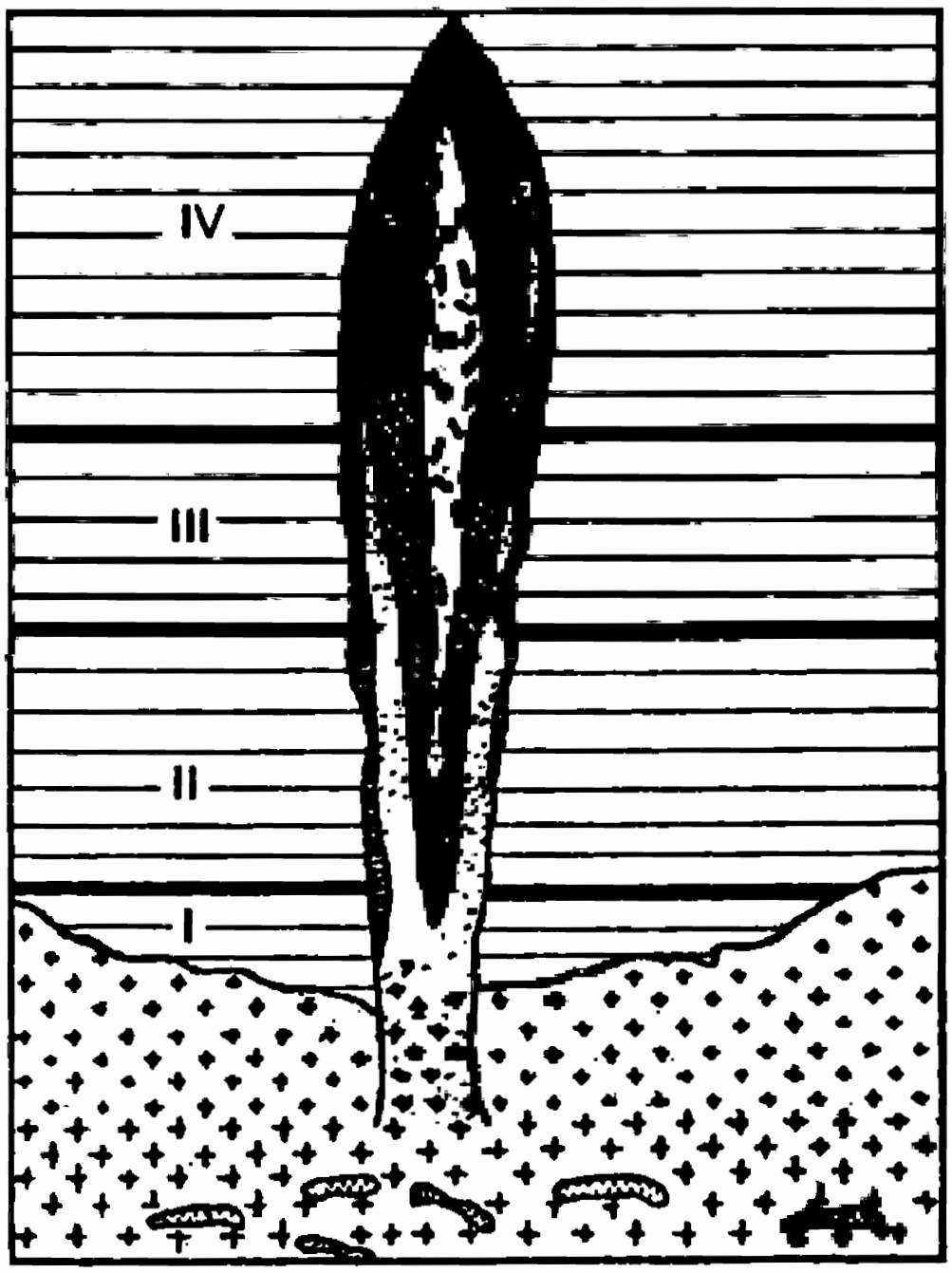
Ասիմիլյացիայի հետևանքով փոփոխվում է մագմայի կազմը, որը պատճառ է դառնում նոր ապարների առաջացմանը:

Պեգմատիտային էտապ

Մագմայի դիֆերենցման հետևանքով վերջում մնում է մնացորդային սիլիկատային հալոցքը, որը բնութագրվում է սիլիցահողի, ալկալիների, հազվագյուտ տարրերի և, որ շատ կարևոր է, ցնդող բաղադրիչների բարձր պարունակությամբ: Ըստ Ա. Ե. Ֆերսմանի, այդպիսի վերջնական հալոցքը ցնդող բաղադրիչների ճնշմամբ ներդրվում է ինտրուզիվ մարմինների վերին մասերում կամ ներփակող ապարների մեջ և, ճեղքվածքներում բյուրեղանալով, առաջացնում է պեգմատիտներ (*նկ. 55*):

Ամենամեծ տարածում ունեն գրանիտային պեգմատիտները, որոնք մանրակրկիտ ուսումնասիրվել են Ա. Ե. Ֆերսմանի կողմից: Նրա բնորոշմամբ գրանիտային պեգմատիտը երակային մարմին է՝ իր հիմքով միացած մագմատիկ գրանիտների հետ, որը բնութագրվում է բյուրեղային անհատների խոշոր չափերով, նրանց միաժամանակյա բյուրեղացմամբ, ցնդող և շարժուն բաղադրամասերի մեծ քանակությամբ և մնացորդային հալոցքի ցրված տարրերի կուտակմամբ:

Սովորաբար, պեգմատիտները ներկայացված են երակային մարմիններով: Նրանք տեղադրվում են դատարկություններում, որոնք առաջանում են գրանիտային զանգվածների սառեցման պատճառով կամ ներփակող ապարների տեկտոնական ճեղքերում: Ճեղքեր կարող են առաջանալ նաև ինտրուզիաների տեղադրման ժամանակ:



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Նկար 55. Պեգմատիտային պրոցեսի զարգացման սխեման և տարբեր տիպի պեգմատիտների փոխհարաբերությունը (ըստ Կ. Ա. Վլասովի) .

1) մանրահատիկ գրանիտ, 2) խոշորահատիկ գրանիտ, 3) գրային և գրանիտային ստրուկտուրայի պեգմատիտ, 4) պեգմատիտ խոշորահատիկ գրանիտում, 5) միկրոկլինի, օլիգոկլազի և սպոդումենի զոնա, 7) տեղակալման զոնա, 8) հազվագյուտ մետաղների միներալների բյուրեղներ, 9) մուսկովիտ-քվարց-ալբիտային զոնա, 10) ներփակող ապարներ, I-IV՝ պեգմատիտների տիպերը

Պեգմատիտները առաջացնող հալոցքները մագմայի դիֆերենցման համեմատաբար թեթև արդյունքներն են և պարունակում են մեծ քանակությամբ ցնդող բաղադրիչներ, որոնք բարձրացնում են նրանց շարժունակությունը: Այս երկու հանգամանքներով պետք է բացատրել, որ պեգմատիտները տեղադրվում են ինտրուզիվ զանգվածների վերին մասերում:

Պեգմատիտային երակների չափերը տատանվում են լայն սահմաններում՝ հզորությունը մի քանի սանտիմետրից մինչև 30 *մ*, երկարությունը մի քանի մետրից մինչև մի քանի հարյուր մետր:

Պեգմատիտների բնորոշ առանձնահատկություններից մեկն էլ այն է, որ միներալների բյուրեղները բնութագրվում են խոշոր չափերով, քանի

որ բյուրեղացումը տեղի է ունենում հանգիստ պայմաններում, ցնդող բաղադրիչների ներկայությամբ: Օրինակ՝ հայտնի են 100 *մ* զանգվածով կալիումի դաշտային սպաթի, 18 *մ* զանգվածով բերիլի, 14 մետրանոց սպոդումենի, երկու մետրանոց ծլատված քվարցի և այլ բյուրեղներ

Պեգմատիտներին շատ հատուկ է նաև, այսպես կոչված գրային ստրուկտուրան՝ դաշտային սպաթի և քվարցի օրինաչափ ներաճումը, որը ստացվում է այդ երկու միներալների միաժամանակյա բյուրեղացման հետևանքով (հրեաքար):

Ըստ Ա. Ն. Զավարիցկու պեգմատիտները ձևավորվում են մայր ինտրուզիվ ապարների (գրանիտների, նեֆելինային սիենիտների, գաբրոների և ուրիշների) վերաբյուրեղացման հետևանքով մագմայից անջատված գազային լուծույթների ազդեցության տակ: Պրոցեսն ընթանում է արտաքին մեծ ճնշման առկայության պայմաններում՝ փակ համակարգում:

Պեգմատիտներն ունեն մեծ կիրառական նշանակություն: Նրանց հետ են կապված շատ թանկարժեք քարերի, փայլարների, դաշտային սպաթների հանքավայրերը: Գրանիտների և ալկալային ապարների պեգմատիտները հարուստ են նաև հազվագյուտ տարրերով, որոնք ճեղք են բերում արդյունաբերական նշանակություն:

Հետմագմատիկ էտապ

Պնևմատոլիտային-հիդրոթերմալ պրոցեսներ և նրանց հետ կապված միներալային առաջացումներ

Այս էտապը սկսվում է մագմայի բյուրեղացման պրոցեսի ավարտից հետո: Այն սովորաբար բաժանվում է պնևմատոլիտային և հիդրոթերմալ ստադիաների: Սակայն սրանք այնքան սերտորեն են իրար կցված, որ շատ դեպքերում դրանց սահմանազատումը մեծ դժվարություն է ներկայացնում:

Հետմագմատիկ էտապում գերակշռում են մագմայի ցնդող բաղադրիչները՝ H_2O, CO_2, CO, HCl, HF, H_2S, SO_2, N_2, CH_4, H_3BO_3, H_3PO_4: Ինչպես ցույց է տվել Վ. Ա. Նիկոլաևը, մագմայի բյուրեղացման ընթացքում վրա է հասնում մի այնպիսի ժամանակ, երբ ցնդող բաղադրիչների պարունակությունը դառնում է ավելցուկային, և նրանք սկսվում են անջատվել գազային ֆազում: Դա համապատասխանում է պնևմատոլիտային ստադիային:

Հետո գազերը թափանցում են ապարները, փոխազդեցության մեջ մտնում նրանց հետ և սառչելով փոխվում գերտաքացած ջրային լուծույթների, որոնք կոչվում են հիդրոթերմեր (հունարեն հիդոր՝ ջուր և թերմե՝ տաքություն բառերից): Հիդրոթերմալ լուծույթները կարող են առաջանալ նաև հալոցքի բյուրեղացումից հետո մնացած գազային ֆազի սովորա-

կան սառեցման ճանապարհով: Վերջիններիս հետ կապված երևույթները համապատասխանում են հիդրոթերմալ ստադիային:

Գազային ֆազն սկզբում օժտված է թթու ռեակցիայով, բայց շարժվելով մագմատիկ օջախից դեպի վեր ընկած մասերը, խտանում և վեր է ածվում թթու լուծույթի: Այն շարունակում է շարժվել կողային ապարներով և, եթե վերջիններս ունենում են ալկալային հատկություններ, չեզոքանում է, իսկ վերջում ձեռք է բերում ալկալային հատկություններ:

<u>Պնևմատոլիտային ստադիա</u>: Այս ստադիայում առաջանում են *էքսհալյացիաներ* (անջատումներ) և սկառներ:

Էքսհալյացիաները համարվում են բուն պնևմատոլիտները և առաջանում են հրաբխային գործունեության ընթացքում: Տարբերում են մակերևույթային և խորքային էքսհալյացիաներ: Առաջին դեպքում գազային ֆազն անջատվում է Երկրի մակերես արտավիժած մագմայից, իսկ երկրորդ դեպքում՝ որոշ խորության վրա գտնվող մագմատիկ հալոցքից:

Հրաբխային էքսգալյացիաների հետևանքով միներալները կարող են առաջանալ տարբեր ձևերով՝ ա) անմիջական գազերից՝ սրանց սառեցման դեպքում, բ) գազերից՝ իրար հետ փոխազդեցության դեպքում, գ) հրաբխային գազերի և մթնոլորտի գազերի փոխազդեցությունից, դ) գազերի և ներփակող ապարների փոխազդեցությունից, ե) գազերի և առաջին ձևով գոյացած միներալների փոխազդեցությունից:

Բուն պնևմալիտային միներալներն առաջանում են լուծույթների գազային ֆազից և բնութագրվում են ցնդող նյութերի (միներալիզատորների) զգալի քանակություններով: Բուն պնևմատոլիտային և բարձր ջերմաստիճանային հիդրոթերմալ ծագման միներալների առանձնացումը կապված է մեծ դժվարությունների հետ:

Սկառնային պրոցեսներն ընթանում են ինտրուզիվ ապարների կոնտակտային մասերում, որտեղ առաջանում են կալցիումի, մագնեզիումի, երկաթի և այլ տարրերի սիլիկատային միներալներից բաղկացած ապարներ, որոնք կոչվում են սկառներ:

Սկառները ռեակցիոն մետասոմատիզմի արդյունք են, երբ երկու ապարների կոնտակտում տեղի է ունենում ինչպես նյութերի ներսքերում և դուրս բերում, այնպես էլ կոնտակտ կազմող երկու ապարների նյութերի փոխանակություն: Դրանով պետք է բացատրել, որ սկառնային պրոցեսներն անվանում են նաև կոնտակտ-մետասոմատիկ:

Ամենից հաճախ սկառները կապված են գրանիտային ինտրուզիաների և կարբոնատային ապարների (կրաքարերի, դոլոմիտների) կոնտակտների հետ, որտեղ նկատվում են տարբեր միներալային կազմի ռեակցիոն գոտիներ: Վերջիններս առաջանում են միայն հետմագմատիկ լուծույթների ազդեցության ոլորտում, որտեղ փոխազդող ապարների միջև տեղի է ունեցել դիֆուզիոն փոխանակում, որոշ բաղադրիչների դուրս բերում և ներմուծում:

Այսպիսով, սկառները առաջանում են ինչպես կողային (կարբոնատային) ապարներից, այնպես էլ ինտրուզիվ (գրանիտների և այլ, սիլիկատային) ապարների հաշվին: Առաջին դեպքում նրանք կոչվում են էկզոսկառներ, իսկ երկրորդում՝ էնդոսկառներ:

Սկառների գլխավոր միներալները ներկայացված են կալցիում-երկաթային և մագնեզիում-երկաթային սիլիկատներով, որոնց մեջ տիրապետում են նեոնաքարը և պիրոքսենը: Նրանց հետ հաճախ են հանդիպում երկաթի, վոլֆրամի, մոլիբդենի, պղնձի, ցինկի խոշոր հանքավայրեր:

<u>Հիդրոթերմալ ստադիա:</u> Այս ստադիայում կատարվում են բարդ բնական պրոցեսներ, որոնց շնորհիվ ձևավորվում են գունավոր, հազվագյուտ և շատ ուրիշ արժեքավոր միներալների խոշոր հանքավայրեր

Այսօր էլ վիճելի են հիդրոթերմալ հանքավայրերի ծագմանը վերաբերող այնպիսի կարևոր հարցեր, ինչպիսիք են՝ հանքային լուծույթների աղբյուրը, վերջիններիս կազմն ու բնույթը, լուծույթների շարժման ճանապարհները, նրանցից միներալների անջատման գործոնները և այլն:

Այն լուծույթները, որոնցից ձևավորվել են հիդրոթերմալ հանքավայրերը, առավելապես եղել են վեր բարձրացող: Այդ մասին է վկայում հատկապես այն փաստը, որ շատ հիդրոթերմալ հանքավայրեր առաջացել են ծակոտկեն ապարներում (ավազաքարեր, կրաքարեր և այլն)՝ ջրամերժ ապարների տակ:

Զգալի խորություններից բարձրացող լուծույթներն, անշուշտ, եղել են բավականին տաք: Պարզ է, որ ինչքան մեծ խորություններում են առաջացել հիդրոթերմալ հանքավայրերը, այնքան տաք են եղել լուծույթները: Ընդունված է, որ հիդրոթերմալ պրոցեսները գարգանում են 400^0C (ջրի կրիտիկական ջերմաստիճանից) մինչև 50^0C Դրանից ելնելով տարբերում են երեք խմբի հիդրոթերմալ հանքավայրեր՝ հիպոթերմալ (բարձր ջերմաստիճանային), մեզոթերմալ (միջին ջերմաստիճանային) և էպիթերմալ (ցածրջերմաստիճանային):

Հիշատակված երեք խմբի հանքավայրերը, ձևավորվելով տարբեր ֆիզիկաքիմիական պայմաններում, իրարից տարբերվում են ինչպես ձևաբանական առանձնահատկություններով, այնպես էլ միներալային կազմով:

Շատ են հիդրոթերմալ լուծույթների մագմատոգեն ծագման կողմնակիցները: Հայտնի են հիդրոթերմալ հանքավայրերի և մագմատիկ ապարների կապի շատ օրինակներ: Քիմիական տարրերի իզոտոպների (հատկապես կապարի) ուսումնասիրությունները հանքային երակներում և խորքային ապարներում այժմ հնարավորություն են ընձեռնում հաստատաբերել հանքայնացման բազմապիսի կապերը ինտրուզիաների հետ:

Ս Ս. Սմիրնովի պուլսացիոն տեսության համաձայն, մագմատիկ օջախի դիֆերենցման ընթացքում տեղի է ունենում տարբեր կազմի ցնդող ֆազի պուլսացիոն անջատում, ըստ որում ամեն մի պուլսացիա տալիս է որոշակի կազմի հիդրոթերմալ լուծույթ:

«*Հիդրոթերմալ*» տերմինն այսօր օգտագործվում է այդ բառի բուն իմաստով՝ տաք ջուր: Այդ տեսակետից այն ավելի լայն հասկացողություն է և այլևս իր մեջ չի պարունակում այդ ջրերի ծագման գաղափարը:

Վերջին տարիներն կատարված փորձերը հաստատում են տաք ջրերի և ապարների փոխազդեցությունից հիդրոթերմալ լուծույթների ստացման հնարավորությունը:

Խոր հորատանցքերի միջոցով Երկրի բազմաթիվ վայրերում հայտնաբերվել են բարձր ջերմաստիճանային հանքային ջրեր, որոնք ոչ մի կապ չունեն մագմատիկ գործունեության հետ:

Հիդրոերկրաբանները ապացուցել են, որ մակերեսային ծագումամբ ջրերը կարող են իջնել մեծ խորություններ և դառնալ հիդրոթերմալ լուծույթներ:

Բացի դրանից, մեծ քանակությամբ ջուր է տեղափոխվում այն ժամանակ, երբ տեկտոնական շարժումների ազդեցության տակ ապարները խորասուզվում են երկրակեղևի զգալի խորություններ: Հասկանալի է, որ այստեղ առաջին հերթին խոսքը վերաբերում է ջրով հարուստ նստվածքային ապարներին:

Նստվածքային ապարների մեջ գերակշռում են կավերը և կավային թերթաքարերը, որոնք պարունակում են զգալի քանակությամբ ջուր: Այսպես, կարմիր կավերում ջրի քանակությունը 7,04% է, ԱՄՆ-ի Վաշինգտոնի նահանգի մեսոզոյական կավերում՝ 11%, Միսսուրիի դիասպորային կավերում՝ 13,37%, Օսլոյի կավային թերթաքարերում՝ 8%: Նստվածքային ապարները միջին հաշվով պարունակում են 5% ջուր:

Կավերը, ինչպես նաև ջուր պարունակող մյուս նստվածքային ծագման ապարներն ու հանքանյութերը, խորասուզվելով մեծ խորություններ, ենթարկվում են դիագենետիկ և մետամորֆային վերափոխությունների, որոնք տանում են դեպի մետամորֆային ապարների (թերթաքարերի և պարագնեյսների) առաջացում և հսկայական քանակության ջրի անջատում:

Մոտավոր հաշվումները ցույց են տալիս, որ 1 $կմ^3$ նստվածքային ապարների մետամորֆիզմից կարող է անջատվել 100 մլն. *տ* ջուր: Խորքում առաջացած այսպիսի ջրերը՝ օժտված են բարձր ջերմաստիճանով և, հետևաբար, լուծելիության մեծ ունակությամբ, անցնում են ապարներով և հարստանում բազմաթիվ քիմիական տարրերով: Երբ նրանք հագենում են քիմիական տարրերով, սկսվում է միներալաառաջացման պրոցեսը, որը սակայն տեղի է ունենում նրանց ծագման միջավայրից բավականին հեռու:

Նշված ճանապարհով առաջացած լուծույթները դիտվում են որպես հիդրոթերմներ, քանի որ իրենց հատկություններով ոչնչով չեն տարբերվում մագմատոգեն ծագման նման լուծույթներից: Նրանք նույնպես կարող են երկրակեղևի վերին մասերը բարծրանալ ծակոտիներով և ճեղքվածքներով և ձևավորել երակային ու ուրիշ հանքային մարմիններ, որոնք իրականում ունեն մետամորֆային ծագում և ոչ մի կապ չունեն մագմատիկ հալոցքների հետ:

Այսպիսով, գոյություն ունեն հիդրոթերմալ լուծույթների առաջացման համար միանգամայն տարբեր ճանապարհներ:

Հիդրոթերմալ հանքավայրերին բնորոշ մետաղները ներկայացված են խալկոֆիլ տարրերով, իսկ բնորոշ հանքային միներալները՝ սուլֆիդներով, որոնց լուծելիության գործակիցները բնական ջրային լուծույթներում չափազանց փոքր են: Դրա համար տրամաբանական է ենթադրել, որ մետաղների տեղափոխությունը հիդրոթերմալ լուծույթներում իրականացվում է լուծվող միացությունների ձևով:

Հիդրոթերմալ պրոցեսների հետևանքով լայն թափ են ստանում ներփակող ապարների փոփոխությունները, որոնք սովորաբար կրում են նոր առաջացող միներալի անունը: Հատկապես բազմապիսի փոփոխություններ են տեղի ունենում միջին ջերմաստիճանային հիդրոթերմալ հանքավայրերի ձևավորման դեպքում՝ քվարցացում, գրեյզենացում: Բարձրջերմաստիճանային ֆլյուիդների հետ կապված են սկառնացումը, գրեյզենացումը, իսկ ցածր ջերմաստիճանայինների հետ՝ պրոպիլիտացումը, կաոլինացումը և այլն:

Հիդրոթերմալ պրոցեսների հետևանքով առաջանում են մեծաթիվ արժեքավոր մետաղների, ինչպես նաև իսլանդական սպաթի, ալունիտի, բարիտի և այլ միներալների խոշոր հանքավայրեր:

Գլուխ III

ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԸ

Միներալները երկրակեղևում հանդիպում են որոշակի խմբերով: Միներալների համատեղ գոյությունը, որը պայմանավորված է նրանց ծագման միասնությամբ, կոչվում է ասոցիացիա կամ պարագենեզիս: Միներալների ասոցիացիաներն օրինաչափորեն կրկնվում են ժամանակի և տարածության մեջ:

Միներալների միատեղ գտնվելու օրինաչափության գաղափարը երևան է եկել մարդկության՝ լեռնային գործի, օգտակար հանածոների որոնման և հետախուզության դարավոր գործունեության հետևանքով: Հատկապես հիշատակման արժանի են դարերի ընթացքում հանքափորների կողմից ստացված բազմաթիվ հետաքրքիր փաստերը:

Երկրաբանական գրականության մեջ միներալների բնական խմբերի օրինաչափության գաղափարն առաջին անգամ ձևակերպել է Վ. Մ Սևերգինը (1778 թ.), այնուհետև՝ Բրեյտհաուպտը (1849 թ.): Վերջինս պարագենեզիս տերմինի հեղինակն է: Այս ասպարեզում գգալի աշխատանք են կատարել Վ. Ի. Վերնադսկին և Ա. Ե. Ֆերսմանը:

Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն, միներալների պարագենեզիսը կամ, միներալային ասոցիացիան օրինաչափորեն առաջանում է մեկ պրոցեսի ընթացքում, որը տեղի է ունենում որոշակի ֆիզիկաքիմիական պայմաններում: Հետևաբար, ամեն մի միներալային ասոցիացիա համապատասխանում է միներալիզացման որոշակի ստադիայի:

Միներալների ասոցիացիաները և միներալառաջացման պայմանների համատեղ ուսումնասիրությունները հնարավորություն են ընձեռնում կազմելու ֆիզիկաքիմիական դիագրամներ, որոնք հանդիսանում են Դ. Ս. Կորժինսկու պարագենետիկական մեթոդի հիմքը: Այդ մեթոդի հիման վրա կանխագուշակել են շատ միներալների, այդ թվում և հանքավայրերի ներկայությունը այս կամ այն վայրում, հաստատվել են միներալների արգելված պարագենեզիսներ (ասոցիացիաներ) և այլն: Այսպես, հրային ապարներում արգելված են հետևյալ զույգերը. օլիվին և քվարց, նեֆելին և քվարց, հանքանյութերում՝ կովելին և պիրոտին, միլերիտ և կուբանիտ և այլն:

Պարագենեզիսի որոշման համար կարևոր նշանակություն ունի միներալների առաջացման հաջորդականությունը: Միներալները կարող են անջատվել կամ միաժամանակ, կամ որոշակի հաջորդականությամբ:

Շատ հանքավայրերում միևնույն միներալն անջատվում է միներալառաջացման տարբեր պահերին: Նույնը նկատվում է հրային ապարներում: Տարբեր ժամանակներում միևնույն միներալի անջատումներն ընդունված է անվանել գեներացիա: Տարբեր գեներացիաների գոյացման

պայմանները նույնը չեն, այդ պատճառով նրանք իրարից տարբերվում են որոշ հատկանիշներով՝ քիմիական կազմով, բյուրեղների չափերով և ձևերով, գույներով և այլն:

Միներալների բնական ասոցիացիաները, որոնք բնութագրում են ապարները, հանքանյութերը և այլ միներալային կոմպլեքսները, առաջանում են միներալառաջացման պրոցեսների հետևանքով: Այդ պրոցեսների համապատասխան կատարվում է միներալների բնական ասոցիացիաների երկրաբանական դասակարգումը: Առանձնացվում են ներծին, արտածին և մետամորֆային պրոցեսների ասոցիացիաներ: Միներալների ասոցիացիաները հետագա դասակարգումը կատարվում է ըստ միներալառաջացման պրոցեսների էտապների, ստադիաների և ավելի փոքր ստորաբաժանումների:

Միներալների ասոցիացիաները ներծին պրոցեսներում

Միներալառաջացման ներծին պրոցեսներն ընթանում են երեք գլխավոր էտապներով՝ մագմատիկ, պնգմատիտային և հետմագմատիկ: Դրան համապատասխան առանձնացվում են մագմատիկ, պնգմատիտային և հետմագմատիկ էտապների միներալային ասոցիացիաներ: Երկրակեղևում ամենաընդարձակ տարածում ունեն մագմատիկ էտապի ասոցիացիաները: Նրանք իրենց հերթին ըստ SiO_2 պարունակության ստորաբաժանվում են գերհիմքային, հիմքային, միջին և թթու ապարների միներալային ասոցիացիաների: Տարբերում են գրանիտային և ալկալային պնգմատիտների միներալների ասոցիացիաներ: Հետմագմատիկ էտապում գոյանում են պնևմատոլիտային և հիդրոթերմալ ստադիաների միներալային ասոցիացիաները:

Մագմատիկ էտապի միներալային ասոցիացիաներ

1. Գերհիմքային և հիմքային ապարների ասոցիացիաներ:

Գերհիմքային ապարները SiO_2-ով աղքատ (45% ցածր), բայց MgO, FeO-ով հարուստ ապարներ են: Միներալների ասոցիացիաներից ելնելով, տարբերում են մի շարք գլխավոր ապարների տիպեր՝ օլիվինիտներ, դունիտներ, պերիդոտիտներ, պիրոքսենիտներ, պիկրիտներ, կիմբերլիտներ և այլն:

Օլիվինիտներն և դունիտներն կազմված են գրեթե օլիվինից և իրարից տարբերվում են աքցեսոր միներալների պարունակություններով: Օլիվինիտներում օլիվինի հետ հանդես է գալիս մագնետիտ, իսկ դունիտներում՝ քրոմիտը: Վերջիններիս հետ հանդիպում է շպինել: Դունիտներում նկատվում են քրոմիտային շլիրներ, որոնցում կարող է լինել բնածին պլատին: Օլիվինիտներում և դունիտներում, հետագա փոփոխու-

թյունների հետ կապված, առաջանում են երկրորդական ծագման միներալներ՝ սերպենտինիտ, փոշենման մագնետիտ, կարբոնատներ, տրեմոլիտ, տալկ և այլն:

Պերիդոտիտներն կազմված են օլիվինից և պիրոքսեններից: Պերիդոտիտներում գլխավոր միներալների հետ ասոցիացիայի մեջ են մըտնում նաև որոշ աքցեսոր միներալներ՝ մագնետիտը, քրոմիտը և շպինելը:

Երկրորդական ծագման միներալներն են՝ սերպենտինիտը, տալկը, տրեմոլիտը, ուրալիտը, կարբոնատները և այլն:

Հրային ապարների դասակարգումը և անվանումը

Հրային ապարների դասակարգման և անվանման համար տարբեր ժամանակներում և տարբեր հեղինակներ առաջարկել են տարբեր սխեմաներ: Բոլոր այդ սխեմաների հիմքում ընկած է ապարների նյութական կազմը: Դեռևս 1811 թ. Փարիզի բնապատմական թանգարանի վարիչ Հայուին մտածում էր ապարները դասակարգել ըստ նրանց միներալային կազմության:

Ապարների բոլոր տեսակի դասակարգումները հնարավոր դարձան միայն XIX-րդ դարի երկրորդ կեսին, երբ բևեռացնող միկրոսկոպի գյուտից հետո (1858 թ.) հնարավոր դարձավ ապարների բազմակողմանի ուսումնասիրությունը: Ցիրկելն ապարները դասակարգելիս ամենից առաջ հիմք էր ընդունում այս կամ այն կարևոր միներալի ներկայությունը և դաշտային սպաթների բնույթը, առանց, սակայն, հաշվի առնելու միներալների քանակական հարաբերությունները:

1900 թ. հրապարակ եկավ ֆրանսիական պետրոգրաֆիական հանձնաժողովի կողմից առաջարկվող դասակարգումը, որը քննարկվեց միջազգային երկրաբանական կոնգրեսներում: Այդ քննարկումների ժամանակ իրենց առաջարկություններով և գործուն մասնակցությամբ կարևոր դեր խաղացին Ֆ. Յու. Լևինսոն-Լեսսինգը (մեծ կարևորություն էր տալիս ապարների քիմիական բաղադրությանը), Ե. Ս Ֆյոդորովը (ընդգծում էր միներալային կազմի կարևորությունը): Ա. Պ. Կարպինսկին շեշտում էր տեղադրման պայմանների անհրաժեշտությունը, դրա հետ միասին հաշվի առնելով նաև քիմիական բաղադրությունը և միներալային կազմությունը:

1890-1898 թթ. Ֆ. Յու. Լևինսոն-Լեսսինգը և 1900-1903 թթ. ամերիկացիները՝ Կրոսսի, Իդինգսի, Պիրսոնի և Վաշինգտոնի (CJPW) կողմից առաջարկվեցին ապարների դասակարգման սխեմաներ՝ ըստ քիմիական բաղադրության: Այնուհետև 1910-1923 թթ. երևան եկավ Ռոզենբուշի և 1935 թ. Տրյոգերի նոր դասակարգումը, իսկ 1933 թ.՝ ֆրանսիացի Լակրուայի առաջարկված դասակարգումը:

Հրային ապարների դասակարգումն ըստ միներալային քանակական կազմության, մշակնցին Շենդը (1927 թ.), Հոլմսը (1920 թ.), Իոհաննսենը (1931 թ.) և Նիգգլին (1931 թ.):

Ապարների անվանման համար առաջարկված է շուրջ 600 անուն, բայց պրակտիկ գործունեության ժամանակ նրանցից օգտագործվում է մոտավորապես հարյուրը:

Հրային ապարների դասակարգումը դաշտում

Հրային ապարների ուսումնասիրությունը սկսվում է դաշտում, որին հաջորդում է ապարների մանրադիտակային, այնուհետև՝ քիմիական անալիզը: Դաշտում ապարը ստանում է մի որևէ անուն, որը մանրադիտակային ուսումնասիրությունից հետո անհրաժեշտ է լինում փոփոխել կամ ճշտել այդ անունը և վերջապես նրա քիմիական բաղադրության ուսումնասիրությունը նոր լրացուցիչ փոփոխության պահանջ է դնում: Ուստի հասկանալի է, որ ապարների որևէ մեկ դասակարգում երբեք չի կարող լրիվ և անթերի լինել:

Ապարների ճիշտ անվանման համար առաջնակարգ նշանակություն ունի նրանց միներալային կազմի և ստրուկտուրայի որոշումը: Դունիտներին, անորթոզիտներին և պիրոքսենիտներին համապատասխան մոնոմիներալ արտավիժուծ ապարներ հայտնի չեն: Ինտրուզիվ ապարների կազմում չեն հանդիպում այնպիսի միներալները, որոնք կայուն են բարձր ջերմաստիճանի և ցածր ճնշման պայմաններում, ինչպես, օր.՝ սանիդինը, լեյցիտը, տրիդիմիտը և ապակին: Մինչդեռ մուսկովիտը, տուրմալինը, կանկրինիտը, միկրոկլինը և ուրիշ միներալներ, որոնք առաջանում են ցածր ջերմաստիճանում և բարձր ճնշման տակ, չեն հանդիպում կամ հազվադեպ են արտավիժած ապարներում:

Այն միներալային խառնուրդները, որոնք հետո ենթարկվում են տրոհման, օր.՝ պերտիտները, բնորոշ են խորքային ապարների համար: Հիդրոքսիլ խմբեր պարունակող որոշ միներալներ կայուն են հրային խորքային ապարներում, իսկ քայքայվում են արտավիժած ապարներում՝ բարձր ջերմաստիճանի և ցածր ճնշման պայմաններում: Դա է պատճառը, որ հորնբլենդը ու բիոտիտը սովորաբար քայքայված են արտավիժած ապարներում և թարմ են պահպանվում հրաբխային ապակով հարուստ արագ սառած որոշ ապարներում (օր. Հայաստանի հիալոանդեզիտներում): Խորքային պայմաններում հանգիստ և դանդաղ բյուրեղացող ապարներում այդ միներալները փոխարինվում են օքսիդացված գորշ հորնբլենդով, պիրոքսենով և հանքային միներալներով:

Արտավիժած ապարներում քվարցի հատիկներն ունեն հրաբխային ապակու ներփակումներ, մինչդեռ այդ երևույթը չի նկատվում խորքային ապարներում: Նորագույն հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ իրենց օպտիկական առանձնահատկություններով և Si-ի ու Al-ի

դասավորությամբ տարածաչափական ցանցում՝ իրենց կարգավորվածությամբ իրարից տարբերվում են արտավիժած ապարների և խորքային ապարների կազմում հանդիպող պլագիոկլազները:

Դաշտային հետազոտությունների ժամանակ մանրահատիկ հոծ լավաները, որոնք պարունակում են մինչև 20% մուգ միներալներ, կոչվում են *ֆելզիտներ*: Իսկ հրաբխային ապակուց բաղկացած արտավիժումները՝ *օբսիդիաններ*: Մանրահատիկ մուգ գույնի լավային ապարները, որոնք պարունակում են մինչև 40% մուգ միներալներ, սովորաբար կոչվում են *բազալտներ, անդեզիտներ* կամ *տրապներ*: Գրանիտներում և գրանիտային կազմի այլ ապարներում ալկալային դաշտային սպաթների՝ օրթոկլազի, միկրոկլինի, օլիգոկլազի և ալբիտի պարունակությունը հասնում է մինչև 67%: Քվարցային մոնցոնիտներում նույն դաշտային սպաթների հետ, որոնց ընդհանուր գումարը հասնում է 33-67%, ներկա է անդեզինից ավելի հիմքային պլագիոկլազը:

Գրանադիորիտներում դաշտային սպաթների ընդհանուր քանակությունը 5-33%-ը ալկալային դաշտային սպաթներն են, իսկ մնացածը միջին հիմքայնության պլագիոկլազը: Քվարցային դիորիտներում ալկալային դաշտային սպաթների քանակությունը 5%-ից չի անցնում:

Առանց դաշտային սպաթների միկրոսկոպիական ստուգման, սոսկ դաշտային, մասամբ հնարավոր որոշումներով բավարարվելիս կարելի է իրար հետ շփոթել իսկական սիենիտները, մոնցոնիտները և սիենիտադիորիտները: Նույն ձևով դաշտային դիտարկումների ժամանակ շփոթելի են ռիոլիտները, դացիտները և ռիոդացիտներն ու անդեզիտները: Քվարցի, օլիվինի և օրթոպիրոքսենների ներկայությունը ապարներում անզեն աչքով դժվար է որոշել: Որտեղից էլ դժվար է միմյանցից տարբերել գաբրոները, օլիվինային գաբրոները, քվարցային գաբրոները և գաբրոդիորիտները, նորիտները և արտավիժած տարբերակները:

Դաշտային դիտարկումների հիման վրա կատարվող ապարների դասակարգումը, որ վերցված է Խ Մուրխաուզի գրքից, հետևյալ պատկերն ունի (տե՛ս *աղյ. 3*):

Հրային ապարների դասակարգումն ըստ քիմիական բաղադրության

Ապարների դասակարգումն ըստ քիմիական բաղադրության ավելի պակաս կատարյալ է, քան նրանց միներալային կազմության վրա հիմնված դասակարգումը: Սակայն ըստ քիմիական բաղադրության դասակարգումն էլ ունի որոշ առավելություններ.

Ապարի լաբորատոր անալիզներից ստացված օքսիդների քանակական արտահայտություններից ամենից կարևորը սիլիկաթթվի քանակությունն է, որը հրային ապարներում տատանվում է 35-80%-ի սահմաններում: Իմանալով SiO_2 և մյուս օքսիդների քանակություններից, կարող-

վում են վարիացիոն դիագրամներ, որոնց համեմատությունը հնարավորություն է տալիս հասկանալու մագմատիկ առաջացումների այս կամ այն տիպին պատկանելը: Երկար ժամանակ հրային ապարները դասակարգելիս ելակետ է ընդունվել միայն SiO_2-ի քանակությունը: Այսպես. օր.՝ 65-66 %-ից ավելի սիլիկաթթու պարունակողները կոչվում են **թթու** ապարներ, 52-65 % պարունակողները՝ **միջին թթվայնության** ապարներ. 45-52 % պարունակողները՝ **հիմքային ապարներ**: Եվ վերջապես 45 %-ց պակաս պարունակողները՝ **գերհիմքային ապարներ**:

Աղյուսակ 3. Հրային ապարների դասակարգումը դաշտում

		Քվարցը բաց գույնի միներալների 5 %-ից ավել է	Քվարցը բաց գույնի միներալների 5 %-ից պակաս է	Նեֆելինը բաց գույնի միներալների 5 %-ից ավել է
0-20 %	խորքային տեսակները	գրանիտային ապարներ	սիենիտային ապարներ	նեֆելինային ապարներ
	երակային տեսակները	քվարցային պորֆիր, կվ ֆելդսպաթային պորֆիր	ֆելդսպաթային պորֆիր	
	էֆուզիվ տեսակները	լիպարիտ	տրախիտ	ֆոնոլիտ
20-40 %	խորքային տեսակները	քվարցային դիորիտ	դիորիտ	նեֆելինային դիորիտ
	երակային տեսակները	քվարցային պորֆիր. կվ. ֆելդսպաթային պորֆիր	ֆելդսպաթային պարֆիր, պորֆիրիտ	
	էֆուզիվ տեսակները	դացիտ	անդեզիտ	նեֆելինային անդեզիտ
40-75 %	խորքային տեսակները	քվարցային գաբրո	գաբրո	տեռալիտ
	երակային տեսակները	քվարցային դիաբազ	դիաբազ	
	էֆուզիվ տեսակները	քվարցային բազալտ	բազալտ	տեռալիտ բազանիտ
75 % ավելին մուգ միներալները են	խորքային տեսակները	պիրոքսենիտ, հորնբլենդիտ պերիդոտիտ		

Որքան թթու ապարները հարուստ են ալկալային տարրերով, նույնքան էլ աղքատ են մագնեզիումի, երկաթի և կալցիումի օքսիդներով: Ապար կազմող միներալները Շենդը բաժանում է երկու խմբի՝ ըստ SiO_2-ի քանակության: Նա SiO_2-ով *հագեցած* է անվանում այն միներալները, որոնք հրային ապարներում առաջանում են քվարցի հետ համատեղ: Այդ միներալներն են՝ դաշտային սպաթները, պիրոքսենները, ամֆիբոլները, փայլարները, մագնետիտը, իլմենիտը, տուրմալինը, ֆայալիտը, սպենսարտիտը, սֆենը, ցիրկոնը, ապատիտը և տոպազը:

SiO_2-ով հագեցած չեն այն միներալները, որոնք հրային ապարներում քվարցի հետ համատեղ չեն առաջանում, դրանք են՝ նեֆելինը, լեյցիտը և մյուս ֆելդսպաթոիդները, անալցիմը, ֆորստերիտային օլիվինը, մելանինը, պիրոպը մելիլիտը, կորունդը, կալցիտը և շպինելը:

Սիլիկաթթվից հետո ապարի քիմիական բաղադրիչներից կարևոր նշանակություն ունեն Al_2O_3-ը և ալկալիները՝ Na_2O, K_2O, այնուհետև՝ CaO-ը: Թե՛ դաշտային սպաթներում, թե՛ նեֆելինում և լեյցիտում Al_2O_3:(Na_2O+K_2O+CaO) հավասար է 1:1: Ուստի Al_2O_3 ավելցուկը մագմայում անդրադառնում է մուգ միներալների բնույթի վրա: Դրանից ելնելով էլ Շենդը առաջարկում է քիմիական բաղադրությամբ հրարից տարբեր հրային ապարների հետևյալ չորս խմբերը.

1. *Գերալյումինային կամ ալյումինով գերհագեցած ապարներ*, որոնցում՝ $Al_2O_3>(Na_2O+K_2O+CaO)$: Այդպիսի ապարներում Al_2O_3 ավելցուկը մասնակցում է մուսկովիտի, բիոտիտի, կորունդի, տոպազի, տուրմալինի կամ երկաթ-մագնեզիումային նոնաքարերի առաջացմանը: Այստեղ Շենդը գտնում է, որ ալյումինով գերհագեցած են գլխավորապես այն ապարները, որոնք հարուստ են նաև SiO_2-ով, համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանում բյուրեղացող խորքային ապարներ են և պեգմատիտները:
2. *Ալյումինիով հագեցած ապարներ* որոնցում՝ $(Na_2O+K_2O)<Al_2O_3<(Na_2O+K_2O+CaO)$: Այս տիպի ապարներում Al_2O_3-ի որոշ քանակություն մասնակցում է ամֆիբոլների բյուրեղացման, ինչպես և էպիդոտի ու այլ միներալների առաջացման պրոցեսներին: Այս տիպի ապարներում միասին կարող են հանդիպել Al_2O_3 պարունակող և նրանից զուրկ միներալներ, օր.՝ բիոտիտը և օլիվինը համատեղ: Այս խմբի ապարները բաղկացած են համեմատաբար ցածր ջերմաստիճանում և ջրի ներկայությամբ բյուրեղացող միներալներից:
3. *Ալյումինիով թերհագեցած ապարներ*, որոնցում՝ դաշտային սպաթների և ֆելդսպաթոիդների բյուրեղացումից հետո Al_2O_3-ի ավելցուկ գրեթե չի մնում: Այդ խմբի ապարներում մուգ միներալները ներկայացված են օլիվինով, օրթոպիրոքսեններով և դիոպսիդով: Սրանք բյուրեղանում են ջրազուրկ մագմաներից, բարձր ջերմաստիճանում:
4. *Ալկալիներով գերհագեցած ապարներ*, որոնցում՝ $Al_2O_3<(Na_2O+K_2O)$: Այս խմբի ապարները հարուստ են ալկալային միներալներով՝ ալկալային պիրոքսեններով և ամֆիբոլներով: Նրանք բյուրեղանում են ալկալային էլեմենտներով հարստացող մնացորդային մագմաներից, մագմատիկ էվոլյուցիայի ուշ էտապում:

Վերը հիշատակված չորս խումբ ապարները տարբերվում են նաև ըստ իրենց առաջացման հաջորդականության: Հայտնի է, որ մագմայի բյուրեղացումն սկսվում է օլիվինով և պիրոքսեններով, որոնք ռեակցիայի մեջ մտնելով մագմայի հետ, հետագայում վերածվում են ամֆիբոլ-

ների և բիոտիտի: Այլ կերպ ասած, մագմայի բյուրեղացումը ենթարկվում է Բոուենի սխեմային. Al_2O_3-ով աղքատ մագմայի բյուրեղացման վերջին էտապում հողալկալային պիրոքսենները և ամֆիբոլները ալկալային բնույթ են ստանում:

Հրային ապարների դասակարգումն ըստ միներալային կազմության

Այդ դասակարգումը մշակել են մի շարք հետազոտողներ՝ Շենդը, Իոգանսենը, Բ. Մ. Կուպլետսկին, Ֆ. Յու. Լևինսոն-Լեսսինգը, Ա. Ն. Զավարիցկին և ուրիշներ:

Հրային ապարները բաղկացած են տարբեր միներալների համակցություններից: Յուրաքանչյուր ապարի, ինչպես և այդ ապարն առաջացնող մագմայի բնույթն ու էվոլյուցիան հասկանալու համար կարևոր նշանակություն ունի այս կամ այն միներալի քանակությունը տվյալ ապարում: Ապարի միներալային բնութագիրը արտացոլում է ոչ միայն նրա քիմիական բաղադրությունը, այլև բյուրեղացման պայմանները, ինչպես և բոլոր այն փոփոխությունները, որոնց նա ենթարկվում է հետագայում:

Ապար կազմող միներալներն ըստ իրենց քանակության և նշանակության, բաժանվում են հետևյալ խմբերի.

Գլխավոր կոչվում են այն միներալները, որոնց ներկայությունը անհրաժեշտ է տվյալ ապարի անվան համար, ինչպես, քվարցինը՝ գրանիտում, կամ հիմքային պլագիոկլազը՝ գաբբրոյում:

Երկրորդական կոչվում են մնացած բոլոր միներալները:

Բայց երկրորդական միներալներից մի քանիսը՝ որոնք զգալի քանակություն են կազմում ապարում, կոչվում են բնորոշ միներալներ և նրանց անունը արտացոլվում է ապարն անվանելիս, օր.՝ տուրմալինային գրանիտ:

Եթե երկրորդական միներալի քանակությունը 5 %-ից չի անցնում, այդպիսի միներալը կոչվում է *ակցեսոր* միներալ: Ակցեսոր միներալների գլխավոր ներկայացուցիչներն են ապատիտը, սֆենը, ցիրկոնը և հանքային միներալները:

Ապարների յուրաքանչյուր խմբում հանդիպում են նրա *լեյկոկրատ, մեզոկրատ* և *մելանոկրատ* տեսակները: Եթե լեյկոկրատում տիրապետում են բաց գույնի միներալները, ապա մեզոկրատում մուգ և բաց գույնի միներալների քանակությունը մոտավորապես հավասար է, իսկ մելանոկրատում տիրապետում են մուգ միներալները:

Ապարների դասակարգումն ըստ միներալային կազմի առաջարկել են դեռևս Ռոզենբուշը և Ցիրկելը: Հետագայում դրանք բազմաթիվ հեղինակների կողմից ենթարկվել են լրացումների, ուղղումների և փոփոխությունների: Այդ դասակարգումների հիմքում ընկած են այնպիսի մի-

ներալների ներկայությունը կամ բացակայությունը, ինչպիսիք են քվարցը, օլիվինը, նեֆելինը, դաշտային սպաթները և այլն:

Օլիվինը և նեֆելինը քվարցի հետ միասին չեն հանդիպում:

Եթե քվարցը չի հանդիպում ֆորստերիտ-օլիվինի հետ, ապա ֆայալիտ-օլիվինի հետ քվարցի հանդիպելը այնքան էլ հազվադեպ չէ: Այս և նման պարագաները նույնպես դժվարացնում են ապարների դասակարգումն ըստ միներալային կազմի:

Ապարների միներալային դասակարգման ժամանակ կարևոր նշանակություն է տրվում գլխավոր ապար կազմող միներալներին, մասամբ էլ հաշվի են առնվում փոխարինող բնորոշ միներալները:

Տարբեր միներալներ հրային ապարներում տարբեր գենետիկ նշանակություն ունեն: Այդ խմբերն են.

ա) *Սկզբնական մագմատիկ միներալներ*: Սրանք բյուրեղանում են առաջ և պնդացող մագմայից, մի մասը կարող է առաջանալուց հետո մնալ անփոփոխ, մի մասն էլ ռեակցելով մնացորդային մագմայի հետ՝ լրիվ կամ մասամբ անհետանալ, տեղի տալով նոր միներալների առաջացմանը (օր.՝ օլիվինի անցումը պիրոքսեններին):

բ) *Էպիմագմատիկ* (պնևմատոլիտային միներալներ): Մագմայի պնդացումից հետո միներալառաջացման պրոցեսները շարունակվում են: Բյուրեղացող մագմայից անջատված գազերն ու լուծույթները հաճախ առաջացնում են նոր միներալներ՝ կամ մինչ այդ առաջացած միներալների մետասոմատիկ փոփոխության հաշվին, կամ նրանց դատարկություններում: Այդպիսի միներալներից են սերպենտինը, քլորիտները, անալցիմը, էպիդոտը, ցոիզիտը, սկապոլիտը և այլն:

գ) *Դիագենետիկ միներալներ*: Ապար կազմող միներալները բյուրեղանալուց հետո գտնվելով իրենց առաջացումից տարբերվող ֆիզիկաքիմիական այլ պայմաններում, ենթարկվում են պոլիմորֆ փոփոխությունների կամ տեղի են ունենում պինդ լուծույթների տրոհման երևույթներ: Փոփոխությունների այդ պրոցեսն սկսվում է միներալի բյուրեղացումից անմիջապես հետո և շարունակվում է շատ երկար: Այդ կարգի փոփոխությունների օրինակ են տրիդիմիտի անցումը քվարցի, միկրոկլինների առաջացումը և սանիդինի անցումը օրթոկլազի:

Ամենից շատ տարածված են բազմամիներալ (երեքից ավելի), ապա՝ երկմիներալ և հազվադեպ են մեկ միներալից բաղկացած ապարները: Գրեթե միայն քվարցից են բաղկացած նորմալդիտը և արիզոնիտը, պլագիոկլազից՝ անորթոզիտները, մոնոկլինային և օրթոռոմբային պիրոքսենից՝ պիրոքսենիտը, հորնբլենդից՝ հորնբլենդիտը, ալբիտից՝ ալբիտիտը, օլիվինից՝ դունիտը, նեֆելինից՝ նեֆելինոիտը, լեյցիտից՝ իտալիտը ու, մագնետիտից՝ մագնետիտային հանքային կուտակումները:

Գլուխ IV

ՍԻՆԵՐԱԼԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԱՐՏԱԾԻՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ

Արտածին պրոցեսներն ընթանում են մեր մոլորակի մակերևույթում, որտեղ ներծին պրոցեսների համեմատությամբ ազդում են ավելի մեծ թվով գործոններ: Դրանց թվին են պատկանում ջերմաստիճանը, ճնշումը, ջրածնի իոնների կոնցենտրացիան, թթվածնի պոտենցիալը, նյութերի կոլոիդային վիճակը, օրգանիզմները և այլն: Բնորոշ է նաև այն, որ այդ գործոններն արագ փոփոխվող են:

Մեծ քանակությամբ գործոնների զուգակցությունները պայմանավորվում են արտածին պրոցեսների բազմազանությունը: Սակայն նրանց խմբավորելով կարելի է բաժանել երկու գլխավոր տիպերի՝ 1) հողմահարման պրոցեսներ և 2) նստվածքային պրոցեսներ:

Հողմահարման պրոցեսները

Մագմատիկ ապարները, դրանք կազմող միներալները և այլ ներծին գոյացությունները Երկրի մակերեսում, միանգամայն այլ ֆիզիկա-քիմիական պայմաններում, որոնք խիստ կերպով տարբերվում են իրենց առաջացման պայմաններից, դառնում են անկայուն և ենթարկվում փոփոխությունների: Այդ փոփոխությունների ամբողջությունը կոչվում է *հողմահարում*: Հողմահարումը բաժանվում է երկու խմբի՝ ֆիզիկական և քիմիականի:

Ֆիզիկական հողմահարման պրոցեսում տեղի է ունենում էնդոգեն նյութի մեխանիկական մանրացում, որի գլխավոր գործոններն են՝ ջերմաստիճանի տատանումը, ապարների և հանքանյութերի ջերմահաղորդականությունը, բաղադրիչ միներալների ծավալային ընդարձակման տարբեր գործակիցները և այլն:

Ֆիզիկական հողմահարման ժամանակ առաջանում են փոքր ճեղքվածքներ, ուր կարող է թափանցել ջուրը և ջերմաստիճանի կտրուկ փոփոխությունների դեպքում ժամանակավորապես սառչել: Դրա հետևանքով մեծանում է ճեղքի ծավալը, որը մեծապես նպաստում է ապարների մասնատմանը: Այդ է պատճառը, որ ֆիզիկական հողմահարումն ավելի մեծ թափով է կատարվում հյուսիսում, անապատներում և լեռնային բարձրադիր մասերում:

Ապարների ֆիզիկական հողմահարման ժամանակ նոր միներալներ չեն առաջանում.

Քիմիական հողմահարումն արտահայտվում է ներծին նյութերի բայքայմամբ և նոր միներալների գոյացմամբ: Դրա գլխավոր գործոններն են ջուրը, թթվածինը, ածխաթթուն, օրգանական թթուները և այլն:

Ֆիզիկական և քիմիական հողմահարման հետևանքով ապարների և հանքավայրերի վրա առաջանում է, այսպես կոչված, հողմահարման կեղև, ընդ որում, կախված նրա ձևավորման ժամանակից առանձնացվում են հին և ժամանակակից հողմահարման կեղև.

Հնագույն հողմահարման պրոցեսները տեղի են ունեցել գրեթե ամեն մի հաստվածքի ձևավորումից հետո, երբ ընդմիջումների ժամանակ նրանք գտնվել են Երկրի մակերևույթում:

Հողմահարման պրոցեսները կարող են ընդգրկել երկրակեղևի բավականին խոր մասերը՝ մակերևույթից հաշված հարյուրավոր մետրեր: Սակայն ժամանակակից հողմահարման կեղևը առավելապես ունի ավելի փոքր խորություն:

Հողմահարման կեղևի հզորության մեծացմանը նպաստում են հարթեցված ցամաքը, տաք և խոնավ կլիմայական պայմանները, տեկտոնական շարժումների բացակայությունը, թույլ արտահայտված էրոզիան, հեշտ քայքայվող ապարները և այլն:

Հողմահարման կեղևի ձևավորման գործում մեծ է ջրի դերը: Ընդհանրապես առանց ջրի քիմիական հողմահարումը կամ դադարում է, կամ շատ դանդաղ է ընթանում:

Անձրևային և մակերեսային ջրերն օժտված են լուծող և օքսիդացնող մեծ ունակությամբ, քանի որ նրանք լուծված վիճակում պարունակում են թթվածին, ածխաթթու և այլ գազեր: Դրանք իջնելով մինչև գրունտային ջրերի սահմանը, աստիճանաբար կորցնում են իրենց օքսիդացման ունակությունը, քանի որ թթվածինը ճանապարհին ծախսվում է օքսիդացման, հիդրատացման և կարբոնատացման ռեակցիաներում: Թթվածնի մեծ կորուստ հատկապես տեղի է ունենում սուլֆիդային հանքավայրերում.

Հրային և մետամորֆային ապարների օքսիդացման դեպքում երկաթի ընտանիքի քիմիական տարրերը ցածր արժեքականությունից փոխադրվում են բարձր արժեքականության իոնների: Դրա հետ կապված քայքայվում է միներալների բյուրեղային կառուցվածքը, և նրանց հաշվին առաջանում են նոր միներալներ:

Հրային և մետամորֆային ապարների քիմիական հողմահարումը կատարվում է չորս հիմնական ստադիայով՝ 1) օքսիդացում, 2) հիդրատացում, 3) շարժունակ կատիոնների դուրս բերում (նատրիում, կալիում, լիթիում, կալցիում, մագնեզիում), 4) SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 կուտակում:

Հողմահարման կեղևը բնորոշվում է միներալների արտակարգ բազմազանությամբ: Այստեղ հանդիպում են՝ 1) հողմահարման գործոնների նկատմամբ կայուն սկզբնական միներալներ (քվարց, ուտիլ, մագնետիտ և այլն), 2) դեռ չհողմահարված միներալներ, 3) միջանկյալ միներալներ, որոնք իրենց կազմն զգալիորեն փոփոխել են, բայց պահպանում են բյուրեղային կառուցվածքը (հիդրոփայլարներ, հիդրոքլորիդներ և

այլն), 4) սկզբնական միներալների քայքայման վերջնական արդյունքները՝ սիլիկահողի, կավահողի և երկաթի օքսիդի գելերը, 5) ալկալային և - հողալկալային մետաղների աղերը և այլն:

Բ. Բ. Պալիևովը հողմահարման արդյունքները բաժանում է երկու խմբի՝ ա) մնացորդային, որոնք մնում են տեղում, բ) շարժունակ, որոնք ենթարկվում են տարածական տեղափոխման: Ժամանակակից հողերը միներալային կազմով համապատասխանում են մնացորդային հողմահարման կեղևին:

Հողմահարման պրոցեսների նկատմամբ տարբեր միներալներ ցուցաբերում են կայունության տարբեր աստիճան:

Հողմահարման պրոցեսների զարգացման ընթացքը գտնվում է պատճառական կախվածության մեջ կլիմայական պայմաններից և ռելիեֆից: Դրանց հիման վրա առանձնացվում են հողմահարման կեղևի ներքոհիշյալ կլիմայական տիպերը՝ 1) բեկորային, որն առաջանում է Արկտիկայում, բարձր լեռնային շրջաններում ֆիզիկական հողմահարման հետևանքով, 2) հիդրոմուսկովիտային, որը բնորոշ է համեմատաբար ցուրտ շրջաններին, 3) մոնտմորիլլոնիտային, որը ձևավորվում է տափաստանային և կիսաստափաստանային շրջաններում տաք և փոքր խոնավության կլիմայական պայմաններում, 4) կաոլինիտային, որը հատուկ է ակտիվ քիմիական հողմահարման տաք շրջաններին, 5) լատերիտային, որը գոյանում է շոգ և խոնավ կլիմայական պայմաններում՝ ինտենսիվ քիմիական հողմահարման դեպքում, 6) հալուազիտային (կարմրահողային), որը նկատվում է մերձարևադարձային և արևադարձային շրջաններում, 7) նոնտրոնիտային (օխրային), որը առաջանում է երկաթի հիդրօքսիդների վերին հորիզոններում:

Քիմիական նստվածքային հանքավայրերն առաջանում են ծովերում, լճերում, ճահիճներում և գետերում՝ լուծված նյութերի նստեցման հետևանքով:

Լուծույթներից աղերի նստեցումը կատարվում է որոշակի հաջորդականությամբ, որը համընկնում է նրանց լուծելիության իջեցման կարգի հետ: Լուծույթները դառնում են հագեցած, երբ ջրավազաններ թափվող ջրերի քանակությունը հավասար է կամ փոքր նրա գոլորշացումից: Ծովածոցերում չոր կլիմայական պայմաններում կուտակվում են աղերի նստվածքներ, որոնց հաստությունը կախված է պրոցեսի երկարատևությունից և ծովի խորությունից:

Հողմահարման պրոցեսներն ընդգրկում են նաև օգտակար հանածոների հանքավայրերը: Հատկապես խոր փոփոխություններ են կատարվում սուլֆիդային հանքավայրերում, որտեղ օքսիդացման ռեակցիաները հասնում են առավելագույն չափերի:

Ծանր մետաղների գերակշռող մասի համար սուլֆատային ստադիան չի կարող լինել վերջնական, քանի որ սուլֆատներն ունեն լուծե-

լիության չափազանց մեծ գործակիցներ: Այն օքսիդացման լոկ պարտադիր աստիճան է: Այստեղ բացառություն է կապարի սուլֆատը՝ անգլեզիտը ($PbSO_4$), որը ամենադժվարալույծ սուլֆատն է և դրա համար մնում է օքսիդացվող գալենիտի հետ:

Մետաղների սուլֆատները, որպես օրենք, հետագայում փոխվում են ավելի կայուն միացությունների՝ կարբոնատների, օքսիդների և այլն: Նույնիսկ կապարի սուլֆատն ածխաթթվի առկայության պայմաններում փոխարկվում է ավելի փոքր լուծելիությամբ կարբոնատի՝ ցերուսիտի ($PbCO_3$):

Երկաթն առավելագույն քանակությամբ կուտակվում է ափից ոչ հեռու, հատկապես գետաբերաններում: Նրա նստեցմանն նպաստում է արևադարձային և մերձարևադարձային կլիման: Հյուսիսային շրջաններում տեղի է ունենում լճաճահճային նստվածքների և հանքանյութերի առաջացում, որոնք որոշ չափով տարբերվում են սովորական ծովային նույնատիպ առաջացումներից:

Ալյումինի հանքանյութը ներկայացված է դիասպորով, բոմիտով, հիբսիտով: Ավելի բազմատեսակ միներալներ են մասնակցում գունավոր մետաղների ֆորմացիայում՝ գալենիտ, սֆալերիտ, սմիտսոնիտ, ցերուսիտ. խալկոզին, խալկոպիրիտ, բորնիտ, կալցիտ, կալամին և այլն: Երկրորդական միներալներից հանդիպում են պիրիտ, մարկազիտ, արգենտիտ և այլն:

Նստվածքային կենսաքիմիական հանքավայրերի առաջացումը կապված է օրգանիզմների գործունեության հետ: Շատ օրգանիզմներ որպես կատալիզատորներ նպաստում են լուծույթներից որոշ միներալների անջատմանը: Առավել ևս նրանք մեծ նշանակություն են ձեռք բերում որպես նյութերի կուտակողներ՝ միջավայրից վերցնում են փոքր տարածում ունեցող քիմիական տարրերը և իրենց կյանքի ընթացքում կամ մահանալուց հետո առաջացնում միներալներ:

Բոլոր օրգանիզմները պարունակում են O, H, C, N, Ca: Որոշ օրգանիզմներում մասնակցում են N, Al, Fe, Si, Mg, Ba, I, Sr, P, Mn, Cl, Zn, Br, Cu, V, K, Na: Նշված քիմիական տարրերի պարունակությունը տատանվում է լայն սահմաններում՝ 1-10%:

Կենսաքիմիական ծագում ունեն ֆոսֆորիտների, բնածին ծծմբի, վանադատների և կրաքարերի հանքավայրերի գերակշռող մասը: Կրաքարերը կազմված են ծովային կենդանիների կմախքներից: Կենսաքիմիական պրոցեսները որոշակի դեր են խաղացել երկաթի և մանգանի մի շարք հանքավայրերի ձևավորման գործում:

Կենսաքիմիական նստվածքներին պատկանում են նաև դիատոմիտները և կառստոբիոլիտները: Առաջիններն հիմնականում կազմված են դիատոմների սիլիցիումային կմախքներից: Կառստոբիոլիտներն առաջանում են առավելապես բուսական և որոշ չափով կենդանական

օրգանիզմների հաշվին: Դրանք են քարածուխը, այրվող թերթաքարերը, նավթը, այրվող գազերը, պինդ բիտումներն և այլն:

Ածուխների և այրվող թերթաքարերի առաջացման համար շատ նպաստավոր են ծովերի և լճերի մերձափնյա մասերը և միջլեռնային իջվածքները, որտեղ զարգանում են տորֆային ճահիճներ և կանգուն ջրավազաններ:

Ածուխների ձևավորման պրոցեսը բավականին բարդ է: Նախ տեղի է ունենում նրանց սկզբնական նյութի կուտակում, փտումր և կենսաքիմիական պրոցեսների ազդեցության տակ բուսական մնացորդների փոփոխությունները: Այնուհետև ածխային նյութը ծածկվում է նստվածքային ապարներով: Այդ պահից սկսվում է ածխացումը՝ բարձրանում է ածխի պարունակությունը, բայց փոքրանում է թթվածնի և ջրածնի քանակությունը (ածուխների սկզբնական նյութի գլխավոր բաղադրիչները՝ ցելյուլոզան և լիգնինը կազմված են ածխածնից, թթվածնից, ջրածնից և չնչին քանակությամբ ազոտից):

Նավթը կազմված է գլխավորապես ածխածնից (80-87%) և ջրածնից (11-14%): Քիչ քանակությամբ մասնակցում են ծծումբը (0,1-5%), ազոտը (տոկոսի մասերով,բացի որոշ նավթերից), լուծված գազերը (հիմնականում ածխաջրածինները, մինչև 4%): Նավթի մեծ մասի առաջնային նյութի նստեցումը տեղի է ունեցել ծովում: Ենթադրվում է,որ այն ներկայացված է եղել սապրոպելով,որը հետագայում ենթարկվել է մի շարք կենսաքիմիական և անօրգանական քիմիական պրոցեսների: Սապրոպելներն առաջանում են ֆիտոպլանկտոնից, երբ սեզոնային մահացման հետևանքով այն իջնում է հատակ: Օրգանական նյութի անցումը նավթի իրականացվում է բազմաթիվ գործոնների ազդեցության տակ:

Այսպիսով հողմահարում է անվանվում Երկրի մակերեսին տարբեր գործոնների ազդեցությամբ, աշխարհագրական միջավայրի պայմաններում ապարների վերափոխման ֆիզիկական. քիմիական և ֆիզիկաքիմիական պրոցեսների ընդհանրությունը:

Որպեսզի հողմահարումը տարբերվի քամու կատարած աշխատանքից Ա. Ե. Ֆերսմանը 1922 թ. առաջարկել է ապարների և միներալների Երկրի մակերևույթին վերափոխումներն անվանել *հիպերգենեզ* (հուն. *հիպեր* – վրա, վերևից):

Առավել հզոր էլյուվիալ հողմահարման կեղև է առաջացել մեզոզոյան էրայում:

Գլուխ V

ՍՏՈՐԳԵՏՆՅԱ ՋՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

Երկրի մակերևույթից ցած գտնվող ջրերին անվանվում են *ստորգետնյա ջրեր*, որոնք բոլոր մնացած ջրերի (մթնոլորտի, ջրոլորտի) հետ մասնակցում են ջրի ընդհանուր շրջապտույտին:

Ստորգետնյա ջրերի ծագման և օգտագործման խնդիրներով զբաղվել են վաղ ժամանակներից:

Ստորգետնյա ջրերի ծագումը

XIX դարում ձևավորվեցին այն պատկերացումները, որ ստորգետնյա ջրերը առաջանում են հիմնականում երկու ճանապարհով՝ ինֆիլտրացիոն և կոնդենսացիոն:

Ստորգետնյա ջրերի ինֆիլտրացիոն ճանապարհով առաջանալու մասին է վկայում այն փաստը, որ տեղումներից հետո ջրհորներում ջրի մակարդակը անհամմատ արագ և շատ է բարձրանում, իսկ ամռանը և երաշտի ժամանակ այն իջնում է: Նախկին պնդումը, թե ինֆիլտրացիայի հետևանքով ծովի ջրերը անցնում են երկրակեղև և աղազրկվելով առաջացնում ստորգետնյա ջրեր գիտական հիմքերից լրիվ զուրկ է: Երկրի մակերևույթի այն վայրերում որտեղ տեղումների քանակը շատ քիչ է կամ էլ բացակայում է ստորգետնյա ջրերը առաջանում են ջրային գոլորշիների կոնդենսացման հետևանքով՝ ապարների ճեղքերում և ծակոտիներում:

Ջուրը գոլորշու ձևով գտնվում է ինչպես մթնոլորտում, այնպես էլ այն օդում, որը լցնում է հողի և ապարների դատարկություններն ու ծակոտիները: Առածգականության տարբերությունների հետևանքով գոլորշին տեղափոխվում է տեղից տեղ բարձր առածգականության վայրից դեպի ցածր առածգականության վայր: Օդում տարածված ջրային գոլորշիները հայտնվելով ավելի ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում (ապարների ճեղքեր և ծակոտիներ), անմիջապես սառչում, խտանում են և գոլորշին վերափոխվում է ջրի: Հավանաբար դրա հետ է կապված յուրաքանչյուր տարի անապատներում առաջացող քաղցրահամ ջրային ոսպնյակները աղի ջրերի վրա:

Բացի ինֆիլտրացիոն և կոնդենսացիոն ջրերից ապարներում հանդիպում են նաև ծովային ծագման մնացորդային ջրեր: Ծովային ծագման ջրերը նախնական ձևով պահպանվում են, երբ վերջիններս ծածկվում են հզոր անջրանցիկ ապարների շերտերով: Այսպիսի ջրերին անվանում են թաղված ջրեր: Բոլոր ստորգետնյա ջրերը, որոնք շրջանառություն են կատարում երկրակեղևի վերին մասում և մասնակցում են

բնության մեջ ջրերի ընդհանուր շրջապտույտին անվանում են վադոզային (լատ. *վադոզուս՝* ոչ խորը, ծանծաղ):

1902 թ. Ջյուսի կողմից առաջ է քաշվել այն վարկածը, որ ստորգետնյա ջրերի մի մասի ծագումը (որոնք ունեն բարձր ջերմաստիճան, գազային բաղադրամասեր և միացություններ, որոնք բնորոշ չեն մակերևույթային գոնաներին), կապված է մագմայից անջատված և կոնդենսացված գոլորշիների հետ: Այդպիսի ջրերին անվանել են յուվենիլ ջրեր: Հետագա ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ մաքուր յուվենիլ ջրեր գոյություն չունեն, քանի որ մակերևույթից ներծծված և ճեղքերով ներքև գնացող ջրերը խառնվում են մագմայական ջրերին և մակերես են դուրս գալիս արդեն խառնված վիճակում:

Ապարների ջրաթափանցիկությունը

Ստորգետնյա ջրերի առաջացման համար կարևոր նշանակություն ունեն ապարների ջուր բաց թողնելու, անցկացնելու ունակությունը կամ ջրաթափանցիկությունը: Այն պայմանավորված է ապարի փխրուն, հատիկավոր լինելով (օր. ավազը) կամ էլ նրա զանգվածային և ցեմենտացված ապարները (գրանիտ, կրաքար, մարմար և այլն) ճաքճքված, ճեղքավորված են: Այս բոլոր դեպքում ջուրը հանդարտորեն ներծծվում է և շարժվում ապարների ծակոտիներով միջհատիկային տարածքներով կամ էլ ճեղքերով:

Ըստ ջրաթափանցիկության աստիճանի ապարները բաժանվում են երեք խմբի:

1) Ջրաթափանց ապարներ՝ ավազներ, խճաքարեր, մանրախճեր՝ գլաքարեր, ճեղքավորված ավազաքարեր, կրաքարեր, դոլոմիտներ կոնգլոմերատներ և այլն:
2) Կիսաջրաթափանց՝ կավային ավազներ, թերթ ավազակավեր, լոսներ, չքայքայված տորֆ;
3) Անջրաթափանց կամ ջրամերժ ապարներ՝ կավեր, ծանր կավավազներ, չճեղքավորված զանգվածային բյուրեղային և ցեմենտացված խիտ նստվածքային ապարները:

Փխրուն ապարների ծակոտկենությունը տատանվում է՝ գլաքարերի մոտ 20%-ի, իսկ կավերի մոտ 50%-ի սահմաններում: Որքան փխրուն ապար կազմող հատիկների չափերը մեծ են, այնքան նրա ջրաթափանցությունը մեծանում է: Այն կավերը, որոնք ունեն 50% ծակոտկենություն պրակտիկորեն անջրաթափանց են, քանի որ ծակոտիները այնքան մանր են, որ ջուրը միկրոկապիլյարներից չի անցնում շնորհիվ ստեղծվող մակերևույթային լարվածության:

Ապարների ջրաթափանցիկության աստիճանը ընդունված է արտահայտել ֆիլտրացիայի կամ ջրաթափանցիկության գործակցով: Այն

արտահայտում է ջրի շարժման արագությունը կամ, թնքության դեպքում՝ ստորգետնյա ջրերի ներթափանցումը, որը հավասար է մեկի:

Կախված ստորգետնյա ջրերի ապարներով շարժման ճանապարհներից դրանք դասակարգվում են.

ա) ծակոտկենային՝ երբ ջրերը շարժվում են փոխր ապարների ծակոտիներով,

բ) ճեղքային՝ երբ ջրերը շարժվում են կարծր ապարների ճեղքերով:

Եթե ճեղքերից բացի ապարներում հանդիպում են նաև կարստային դատարկություններ, ապա այն անվանվում է ճեղքային-կարստային կամ ուղղակի կարստային:

Փխրուն ապարների կազմից է կախված նրանց խոնավունակությունը՝ իր մեջ ջրի որոշակի քանակի տեղավորման և պահպանման ունակությունը և առավելագույն մոլեկուլային խոնավունակությունը, որը ցույց է տալիս մոլեկուլային շաղկապված ուժերով, ապարներում պահված ջրի քանակը:

Ապարներում ջրի իրավիճակը ուսումնասիրել է Ա. Ֆ. Լեբեդևը և առաջարկել է ըստ ջրի ֆիզիկական վիճակի առանձնացնել հետևյալ տեսակները.

1 Գոլորշու իրավիճակով ջուր, որը զբաղեցնում է ապարների բոլոր ճեղքերը և ծակոտիները:

2. Հիգրոսկոպիկ ջուր՝ ապարների մասնիկները պատվում են մեկ մոլեկուլյար նուրբ թաղանթով և ամուր պահվում են մակերևույթի վրա:

3 Թաղանթային ջուր. առաջանում է ապարների մասնիկների շուրջը հիգրոսկոպիկ ջրերի վրա ավելի հաստ թաղանթով՝ մի քանի մոլեկուլային հաստությամբ: Եթե թաղանթները ունեն տարբեր հաստություններ, ապա ջուրը հաստ վայրերից հոսում է բարակ թաղանթների ուղղությամբ մինչև հավասարվելը:

4. Մազանոթային ջուր. որը մասամբ կամ ամբողջովին լցնում է մազանոթային ծակոտկինները:

5. Կաթիլահեղուկային (ազատ) գրավիտացիոն ջուր որն լցնում է ապարների բոլոր ճեղքերը ու ծակոտկինները և ազատ շարժվում է ծանրության ուժի ազդեցության տակ:

6. Պինդ կամ սառցե վիճակում գտնվող ջրեր. որոնք հանդիպում են երկրակեղևում բազմադարյան սառածության գոտիներում գտնվող ապարների մեջ:

Ստորգետյա ջրերի շարժումը

Ստորգետնյա ջրերը անընդհատ շարժման մեջ են: Ծանրության ուժի օրենքին համաձայն նրանք շարժվում են գետահովիտների, ձորակների, ծովային ավազանների և ռելիեֆի այլ ցածրությունների ուղղությամբ և դուրս են գալիս աղբյուրների կամ այլ ելքերի ձևով: Ստոր-

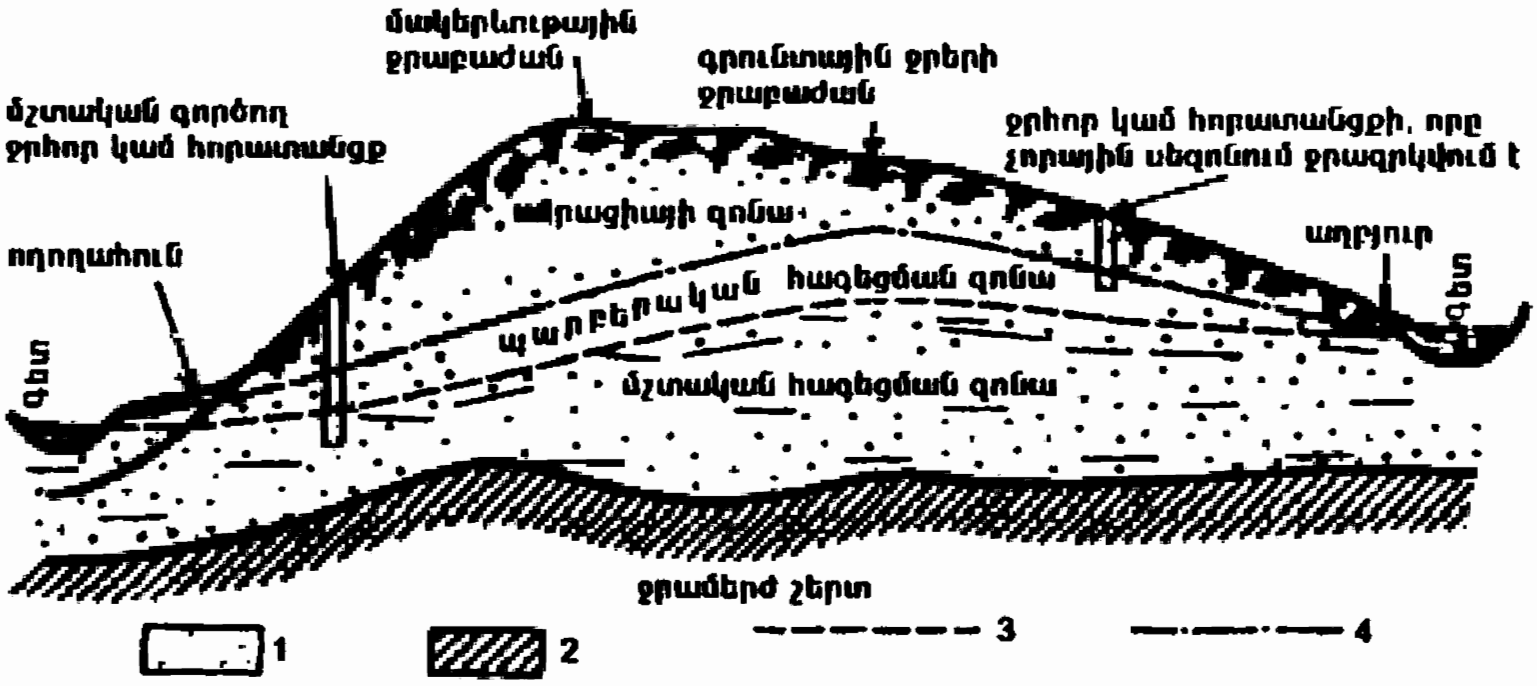
գետնյա ջրերի ելքի մարզերին անվանում են բեռնաթափման մարզեր կամ դրենաժային (ֆրանս. *դրենաժ* ՝ հոսք) մարզեր: Ստորգետնյա ջրերը որպես կանոն ապարների ճեղքերով և ծակոտիներով շարժվում են խիստ զուգահեռ նուրբ ջրաշիթների տեսքով: Այդպիսի շարժման տեսակը անվանվում է *լամինար*:

Այստեղ բացառություն են կազմում կարստային քարանձավներով շարժվող համեմատաբար մեծ ջրահոսքերը, որտեղ նրանք դառնում են բուռն մրրկային (տուրբուլենտային), որը նման է գետերում ջրի հոսքերին: Ստորգետնյա ջրերի շարժման արագությունը կախված է ֆիլտրացիայի գործակցից, որը ցույց է տալիս ապարի ջրաթափանցիկությունը և կախված է ստորգետնյա ջրերի հայելու մակերևույթի թեքությունից:

Մանրահատիկ ավազներում ստորգետնյա ջրերի շարժման արագությունը 1-5 *մ* է մեկ օրում, խոշորահատիկ կոպիճներում 15-20 *մ* իսկ խոշոր գլաքարերում և կարստացված գլաքարերում՝ ավելի քան 100 *մ*:

Ստորգետնյա ջրերի դասակարգումը և առանձին տիպերի բնութագիրը

Ստորգետնյա ջրերի համապարփակ դասակարգում մինչ այժմ չի մշակված: Ըստ տեղադրման պայմանների և հիդրավլիկ հատկանիշների առանձնացվում են ստորգետնյա ջրերի հետևյալ տիպերը. վերնաջրեր (աէրացիայի գոնա), գրունտային ջրեր, միջշերտային անճնշում և միջշերտային ճնշումային կամ արտեզյան ջրեր (*նկ. 56*):



Նկար 56. Միջգետային զանգվածում գրունտային ջրերի տեղադրման և շարժման սխեման 1) ավազ, 2) կավահող, 3) գրունտային ջրերի նվազագույն մակարդակը, 4) գրունտային ջրերի առավելագույն մակարդակը

Վերնաջրերը առաջանում են աէրացիայի (օդափոխման) գոտում ջրատար ապարների վրա, ոչ մեծ ոսպնյակների ձևով և ունեն սահմանա-

փակ տարածում: Ջրահագնցած ապարների հզորությունը տատանվում է 0,3-3 մ-ի սահմաններում: Վերնաջրերը ժամանակավոր կուտակման ջրեր են և առավելապես կախված են հատկապես գարնանային ձնհալի ջրերի հետ: Որոշ տեղերում վերնաջրերը օգտագործում են խմելու նպատակով:

Գրունտային ջրերը գտնվում են առաջին ջրամերժ շերտի վրա: Ջրամերժ առաստաղի բացակայությամբ է պայմանավորված տարածման ամբողջ մակերևույթով սնումը:

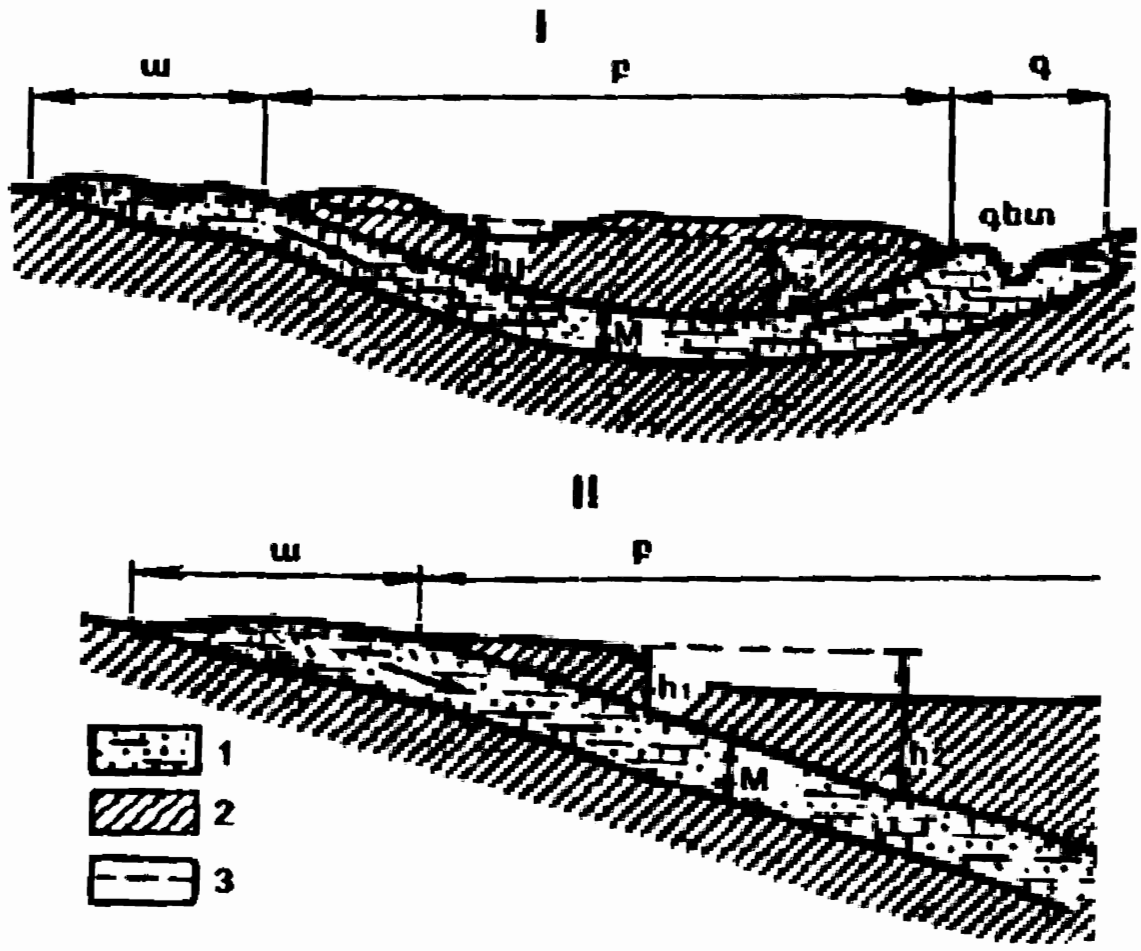
Գրունտային ջրերի մեջ առանձնացվում են. վերին մակերևույթ կամ ջրի մակարդակ, որին անվանում են հայելի կամ սփռոց և ջրամերժ հիմք: Ջրահագնցած ապարներին անվանում են ջրատար շերտ: Ջրատար հորիզոնի հզորությունը որոշվում է գրունտային ջրերի հայելուց մինչև ջրամերժ շերտը: Այս ջրերը անճնշում են: Ջրհոր, հորատանցք փորելիս այս ջրերի վերին մակարդակը համապատասխանում է ապարների մեջ ջրի մակարդակին, առանց վեր բարձրանալու: Գրունտային ջրերից վեր տեղադրված է կապիլյար բարձրացման գոնան: Այս ջրերի ռեժիմը որոշվում է կլիմայական պայմաններով և հատկապես մթնոլորտային տեղումներով: Ջրաշատ տարիներին գրունտային ջրերի մակարդակը անհամեմատ բարձրանում է, որը կարող է բերել որակի փոփոխության՝ ջրիկացման կամ քաղցրահամացման: Ջրի մակարդակի տատանումները երբեմն հասնում են մի քանի մետրի, որը երբեմն բերում է ջրատար ապարների ջրահանգեցմանը, երբեմն չորացմանը:

Երկրի մակերևույթից մինչև ջրամերժ մահիճը առանձնացվում են հետևյալ գոնաները. 1) աէրացիայի գոնա, 2) պարբերական կամ փոփոխական հագեցման գոտի, տեղադրված ստորգետնյա ջրերի ներազատ մակարդակի վրա, որը համապատասխանում է ջրաշատ և երաշտի տարիների ջրերի մակարդակների տարբերությանը, 3) լրիվ և մշտական հագեցման գոտի, որը գտնվում է ներազատ մակարդակի և ջրամերժ շերտի միջև:

Ջրամատակարարման համար նպատակահարմար է օգտվել մշտական հագեցման գոտու ջրերից: Շենքերի և շինությունների հիմքերի կառուցումը սկսելուց առաջ անհրաժեշտ է իմանալ ջրի մակարդակի առավել ազդյ բարձրացումը:

Միջշերտային անճնշում ջրերը տարբերվում են գրունտային ջրերից, որոնք գտնվում են երկու ջրամերժ շերտերի մեջ: Այս ջրերի սնուցումը իրականացվում է միայն ջրատար ապարների Երկրի մակերևույթ դուրս եկած ելքերով: Սնման վայրերում առաջանում են սովորական գրունտային ջրեր, այնուհետև նրանք շարժվելով հայտնվում են ջրամերժ առաստաղի տակ և վեր են ածվում միջշերտային ջրերի: Միջշերտային անճնշում ջրերը չեն լցնում ողջ ջրատար շերտը, որի շնորհիվ էլ նրանք անճնշում են:

Միջշերտային ճնշումնային ջրերին երբեմն անվանում են նաև արտեզյան ջրեր Ֆրանսիայի Արտուա գավառի անունից, որտեղ առաջին անգամ բացվել են ջրհորի միջոցով և ջրերը ինքնահոս դուրս են եկել Երկրի մակերևույթ (*նկ. 57*):



Նկար 57. Սուլդածև (I) և մոնոկլինալային (II) ապարների տեղադրմամբ արտեզյան ավազանի կտրվածք . ա) սնման մարզ, բ) ճնշման մարզ, գ) բեռնաթափման մարզ, h_1 և h_2՝ ճնշում, M) արտեզյան շերտի հզորությունը, 1) ջրատար ապարներ, 2) ջրամերժ ապարներ, 3) պյեզոմետրիկ մակարդակ

Միջշերտային ճնշումային ջրերի առաջացման համար անհրաժեշտ է

ա) երկու ջրամերժ շերտերի միջև ջրատար շերտի առկայություն,

բ) գավաթածև կամ մուլդածև (գերմ. *մուլդե*՝ տաշտակ բառից) միաթեք կամ մոնոկլինալ (հուն. *մոնոս*՝ մեկ, *կլինո*՝ թեքում եմ) ապարների տեղադրում,

գ) ջրատար հորիզոնների առկայություն մեծ տարածքների վրա, տեղային դրենաժային ազդեցության ոլորտներից դուրս (գետ, ձորակ և այլ իջվածքներ):

Միջշերտային ջրերի սնման մարզ է հանդիսանում ջրատար ապարների Երկրի մակերևույթի վրայի ելքերը, որոնք հիպսոմետրիկ բավականին բարձրադիր ռելիեֆի տեղամասեր են: Ջուրն աստիճանաբար լցվելով ջրատար շերտի մեջ թեքությամբ շարժվում է և լցնում շերտը ձևոք բերելով հիդրոստատիկ ճնշում:

Հիդրոստատիկ ճնշման մեծությունը ուղիղ կախվածության մեջ է սնման մարզից: Որքան բարձր է սնման մարզը, այնքան ճնշումը մեծ է:

Այնտեղ, որտեղ ջրատար շերտը դուրս է գալիս մակերևույթ, ռելիեֆի ցածրադիր մասերում, ճնշումային ջրերը դրենաժի են ենթարկվում կամ բեռնաթափվում են (աղբյուրների տեսքով): Սնման և բեռնաթափման մարզերի միջև ընկած մակերևույթը անվանվում է ճնշման մարզ: Եթե կտրվածքի վրա ուղիղ գծով միացնենք սնման և բեռնաթափման մարզերի ջրի մակարդակները, ապա գիծը ցույց կտա թե ինչ մակարդակի վրա կբարձրանա ջուրը փորված ջրհորի կամ հորատանցքի մեջ: Այդ մակարդակը անվանվում է պյեզոմետրիկ մակարդակ (հուն. *պյեզո*՝ ճնշում են) և ցույց է տալիս ճնշման մեծությունը՝ մետրերով:

Արտեզյան ավազաններ են անվանում խոշոր երկրաբանական ստրուկտուրաները, որոնք զբաղեցնում են զգալի մակերեսներ և ընդգրկում են ջրատար ճնշումնային մի քանի հորիզոններ: Օրինակ՝ Մոսկովյան արտեզյան ավազանը կապված է քարածխային պերիոդի կրաքարերի հետ և ունի երեք ճնշումնային ջրատար հորիզոն: Մեր հանրապետության համար առավել կարևոր է Արարատյան արտեզյան ավազանը:

Աղբյուրները: Ստորգետնյա ջրերը դուրս են գալիս Երկրի մակերես ձորակներում, գետահովիտներում և ռելիեֆի այլ ցածրադիր մարզերում աղբյուրների տեսքով: Այն աղբյուրները,որոնք սնվում են գրունտային և միջշերտային անճնշում ջրերից անվանում են ցած իջնող (վարընթաց) այսինքն Երկրի մակերես են դուրս գալիս վերևից ներքև: Այն դեպքում, երբ լանջերը պատված են անջրանցիկ կամ թույլ ցեմենտացված ապարներով ջրի դուրս գալը բարդ ու դժվար է և ջրի մոտիկությունը զգացվում է միայն լանջի խիստ խոնավացմամբ: Աղբյուրների ջրի ծախսը (դեբիտ) կախված է ապարների ջրաթափանցիկության աստիճանից և տատանվում է 0,5-10 *լ/վրկ* սահմաններում: Զգալի մեծ ծախս ունեն կարստային քարանձավների աղբյուրները, որոնցից երբեմն սկիզբ են առնում գետեր:

Այն աղբյուրները, որոնք սնվում են ճնշումային ջրերից անվանվում են վերընթաց, բարձրացող աղբյուրներ: Սրանք հաճախ հանդես են գալիս ճնշումային հորիզոնների օջախների բեռնաթափման վայրերում և տեղադրված են տեկտոնական բեկվածքների գոտիներում: Ի տարբերություն վարընթաց աղբյուրների վերընթաց աղբյուրների ռեժիմը համեմատաբար կայուն է: Խոշոր տեկտոնական բեկվածքների երկայնքով հաճախ Երկրի մակերես են դուրս գալիս տաք աղբյուրները:

Ստորգետնյա ջրերը, աղբյուրները կարևորագույն օգտակար հանածոներ են և օգտագործվում են բոլոր երկրներում:

Ստորգետնյա ջրերի քիմիական կազմը

Երկրակեղևում գտնվող ստորգետնյա ջրերը անընդհատ փոխազդեցության մեջ են գտնվում ներփակող ապարների հետ, որի շնորհիվ էլ փոխվում է նրանց քիմիական կազմը: Ստորգետնյա ջրերի քիմիական

կազմը կախված է նաև նրանց ծագումից և ջրափոխանակման աստիճանից: Կախված լուծված նյութի քանակից ստորգետնյա ջրերը տարբերվում են. համարյա թորած ջրից մինչև աղաջուր. Նույնիսկ դեռ Երկրի մակերևս չհասած մթնոլորտային տեղումները հարստանում են տարբեր աղերով: Օրինակ՝ Կիևի շրջանում 1 $կմ^2$ տարածքի վրա տարեկան թափվում է ավելի քան 2,5 *տ* աղ:

Լուծված նյութերի ամբողջ պարունակությունը ընդունված է անվանել ընդհանուր միներալացում, որն արտահայտվում է սովորաբար *մգ/լ* կամ *գ/լ* :

Բնական ջրի ֆիզիկական հատկությունները որոշվում են ջերմաստիճանով, գույնով, թափանցիկությամբ, համով, հոտով:

Ստորգետնյա ջրերում առավել կարևոր իոններ են հանդիսանում Cl', SO_4'', HCO_3', CO_3'', Na', K', Ca'', Mg'': Սրանց պարունակությունը արտահայտվում է *մգ/լ*, *մգ/էկ* և համարժեքի տոկոսներով:

Այս միացությունների և տարրերի պարունակություններով է պայմանավորված ջրի հիմնական հատկանիշները՝ ալկալիությունը, կոշտությունը, աղիությունը:

Կոշտության մեկ աստիճանը համապատասխանում է 1 *գ* ջրում 10 *մգ* **CaO** կամ 7,2 *մգ* **MgO** պարունակությանը:

Ստորգետնյա ջրերի կազմի կարևոր բնորոշիչը **pH** ջրածնային իոնների կոնցենտրացիան է (ջրածնային իոնների՝ քանակը մեկ լիտրի ջրում համարժեքով արտահայտված կոնցենտրացիայի լոգարիթմը, վերցրած հակառակ նշանով): Զեզոք ջրի համար **pH=7**-ի թթու ջրալուծույթի համար՝ <7-ից, իսկ հիմնայինի համար՝ >7-ից:

Ստորգետնյա ջրերի դասակարգումը ըստ իրենց քիմիական կազմի առավելապես կատարվում է ջրում գերակշռող անիոններով և կատիոններով: Առանձնացվում են առավել տարածված կարգերը .

1) հիդրոկարբոնատային ջրեր (HCO_3>25 % համարժեք),
2) սուլֆատային ջրեր (SO_4''>25 % համարժեք),
3) քլորիդային ջրեր (Cl'>25 % համարժեք),
4) բարդ կազմի ջրեր՝ քլորիդային-հիդրոկարբոնատային, սուլֆատա-հիդրոկարբոնատային, քլորիտա-սուլֆատային և ավելի բարդ կազմությամբ ջրեր:

Ըստ կատիոնների հարաբերակցության նրանք կարող են լինել նատրիումային, կալցիումային, մագնեզիումային կամ էլ խառը՝ կալցիում-մագնեզիումային, նատրիում-կալցիումային և այլն:

Որոշ արտեզյան ավազաններում նկատվում է լավ արտահայտված ուղղահայաց գոնայականություն: Վերին ջրատար հորիզոններում տարածված են հիդրոկարբոնատային ջրերը, ավելի ցածր՝ խառը, այնուհետև սուլֆատային, իսկ ավելի ցած բարձր միներալացված քլորիդային ջրերը:

Հանքային ջրերը կարող են լինել տարբեր միներալացման, սակայն այլ ստորգետնյա ջրերից տարբերվում են մի շարք առանձնահատկություններով և գլխավորապես բուժական հատկություններով: Առանձնահատկությունները որոշվում են ջերմաստիճանով, քիմիական տարրերի պարունակություններով ներառյալ ռադիոակտիվ տարրերը, օրգանական միացություններով, տարբեր գազերով, որոնք բուժիչ հատկություններ ունեն մարդու օրգանիզմի համար:

Ըստ ջերմաստիճանի հանքային ջրերը բաժանվում են՝ 1) սառը՝ 20°*C*-ից ցածր ջերմաստիճաններով, 2) գոլ՝ 20-37°*C*, 3) տաք՝ 37-42°*C*, 4) շատ տաք՝ 42°*C*-ից բարձր:

Առավել տարածված են հանքային ջրերի հետևյալ տեսակները.

1) ածխաթթվային ջրեր խիստ գազացված ածխաթթվով (Կիսլովոդսկի, Կառլովի Վարի) և այլ ջրեր,
2) ծծմբաջրածնային կամ սուլֆիդային ջրեր (Մացեստա, Տալգի, Սերգիևյան) և այլն,
3) Ռադիոակտիվ ջրեր, որոնք պարունակում են ռադիումի ճառագայթներ և անվանվում են ռադոնային (Ցխալտուբո, Բելոկուրիխա) և այլն:

Կարստային պրոցեսներ

Ապարների քիմիական հողմնահարման գլխավոր գործոններից մեկը ջուրն է: Ջրի գործունեությամբ են պայմանավորված կարստային այն է լուծվող, ճեղքավոր ապարների լուծման կամ ալկալացման պրոցեսները և նրանց հետ կապված Երկրի մակերևույթի վրա ռելիեֆի յուրահատուկ ձևերի, խորքում դատարկությունների, քարանձավների, կապուղիների առաջացումը:

Կարստ բառը առաջացել է Հարավսլավիայի Տրիեստ բնակավայրի մոտ կրաքարային սարահարթի անունից, որտեղ նմանօրինակ երևույթները առավել զարգացած են:

Հեշտ լուծվող ապարներից են աղերը, գիպսը, կրաքարը, դոլոմիտը, մասամբ մերգելը: Կախված լուծվող նյութի կազմից առանձնացվում են աղային, գիպսային, կարբոնատային կամ կրաքարային կարստեր: Ջուրը հանդիսանալով բնական բարդ լուծույթ ներթափանցելով ապարների ճեղքերի մեջ լուծում է ապարները և անընդհատ ընդարձակելով ճեղքերը վերջ ի վերջո բերում է կարստային ռելիեֆի ձևավորմանը:

Մակերևութային կարստային ձևերը լուծված ապարների հաշվին տարբեր խորությունների ակոսներ, առվակներ, ճեղքեր, անցքեր են մի քանի *սմ*-ից մինչև մի մետր խորությամբ: Այսպիսի խորություններին անվանում են *կարրեր* (*նկ. 58*), իսկ նրանց լայն տարածված դժվարանցանելի վայրերին՝ *կարրային դաշտեր*: Ճեղքերի հատման տեղերում առաջանում են խորը ջրհորանման կամ ճեղքանման ձևեր: Սրանց մեջ հոսող մակերևույթային ջրերը գնում են դեպի խորքերը: Այդպիսի ջրա-

կլանիչ ճեղքերին անվանում են *պոնորներ* (*նկ. 59*)։ Առավել տարածված կարստային ձևերը՝ *կարստային ձագարներն* են, որոնք տարածված են Ղրիմում, Կովկասում, Ուրալում, Սիբիրում և այլուր. Սրանց տրամագիծը տարածվում է 1-50 *մ*, հազվադեպ՝ 100 *մ*, խորությանը, 15-20 *մ* երբեմն ավելի սահմաններում։ Կարստային ձագարների հատակում երբեմն դիտվում են ջրակլանիչ պոնորներ և ձագարի մեջ լուծված ջրերը պոնորներով գնում են խորքերը։ Եթե կարստային ձագարները ունեն գծային տարածում, ապա առաջացնում են կարստային էրոզիոն ձորակներ։



Նկար 58. Կարրեր



Նկար 59. Կարրերը և պոնորները Չատիր-Դաղում (Ղրիմ) (նկար Վ. Ա. Ապրոդովի)

Ամենահաճախ կարստային ձևերը *կարստային գոգավորություններն* և *դաշտերն* են։ Դրանք ընդարձակ պարփակված իջվածքներ են քիչ թե շատ հարթ հատակներով, կտրուկ լանջերով, տուտնյակ նույնիսկ հարյուրավոր մետր բարձրությամբ։ Հարավսլավիայում հայտնի Լիվոնյան դաշտը ունի 379 *կմ*^{2} մակերես։ Առանձնացվում են նաև կարստային ջրհորները, հանքահորերը և անդունդները, որոնք առաջանում են ճեղքերի լայնացման հաշվին, հասնում են մի քանի հարյուր մետր խորության և հնարավոր է, որ միացած լինեն ստորգետնյա քարանձավներին։

Կարստային պրոցեսները մեծ ազդեցություն ունեն մակերևութային հոսքի վրա։ Շատ վայրերում գետերը կամ նրանց հոսքի մի մասը կորչում է կարստային քարանձավների մեջ, հետո կարող է մի այլ վայրում դուրս գալ մակերևույթ։ Այսպիսով կարստային բարդ ձևերի առաջացումը պայմանավորված է մակերևութային և ստորգետնյա ջրերի համատեղ լուծման և լվացման գործընթացներով։

Որոշ մակերևութային կարստային ձևեր առաջանում են *սուֆոզիայի* (լատ. *սուֆոզիո*՝ տակը քանդել, փորել), որի տակ հասկացվում է մեխանիկական դուրս բերում կամ ստորգետնյա ջրերով լվացում (քայքայված ապարների մանր ու նուրբ մասնիկների դուրս բերում)։ Հեշտ կարստացվող ապարները ծածկված են ավազակավային նստվածքնե-

րով, իսկ կարստացման պրոցեսները ընթանում են խորքում: Մակերևույթից ներծծվող ջրերը ավազակավային նստվածքներից դուրս են բերում նուրբ և մանրիկ նյութերը ու երկարատև սուֆոզիայի արդյունքում փխրեցված առաստաղը կամ փլվում է կամ նստում առաջացնելով կարստասուֆոզիոն ձագարներ:

Ստորգետնյա կարստային ձևերը արդյունք են կարստային երևույթների և Երկրի մակերևույթից ցած առաջացնում են կարստային բարանձավներ ու տարաբնույթ խրամուղիներ: Այս ձևերը առաջանում են խոշոր ճեղքերի երկայնքով, որոնցով շարժվում են ստորգետնյա ջրերը: Ջրերի շարժման մեծ արագությունների դեպքում քարանձավների լայնացման վրա նշանակալից դեր է խաղում ողողումը և կամարների փլուզումը. որոնց արդյունքում առաջանում են խոշոր քարայրներ:

Այսպիսով կարստը մակերևույթում և խորքում միատեսակ փոխկապակցված բարդ պրոցես է: Բազմաթիվ քարանձավներում կան ստորգետնյա լճեր, մի քանիսով հոսում են ստորգետնյա գետեր: Նրանցում տարածված են յուրահատուկ ֆաունա ու ֆլորա, իսկ տեղ-տեղ հայտնաբերվել են հնադարյան մարդու բնակության հետքեր: Մի շարք քարանձավներում հայտնաբերվել են սառցե քարայրներ, մյուսներում միներալների մակահոսման ձևեր:

Քարանձավների ուսումնասիրմամբ զբաղվող գիտությունը անվանում են սպելեոլոգիա և կարստագիտություն:

Ստորգետնյա ջրերը ոչ միայն քայքայում են ապարները և տեղափոխում լուծված նյութերը այլ նաև կատարում են ստեղծագործ աշխատանք: Ջրերի հետ են կապված բազմաթիվ մակահոսման առաջացումներ: Կարբոնատային ապարներով շարժվող ջուրը սովորաբար իր մեջ պարունակում է շատ լուծված ածխաթթու գազ (CO_2): Լուծելով կրաքարերը այն հագենում է ածխաթթվային կալցիումով բիկարբոնատի տեսքով [$Ca(HCO_3)_2$]: Երբ այդպիսի ջուրը ծորանցում է քարանձավի առաստաղից և պատերից, այնտեղ է թողնում ածխաթթվի մի մասը, որից և խախտվում է հավասարակշռությունը՝ բիկարբոնատը վերածվում է կալցիումի կարբոնատի, որը մասամբ նստում է նստվածքի ձևով՝ առաջացնելով մակահոսման տարբեր ձևեր, երբեմն էլ արտասովոր ձևեր: Քարանձավի առաստաղից կախված ջրի կաթիլից դեպի ցած աճում է կալցիտի մակահոսման առաջացում, որին անվանում են ստալակտիտներ: Վերջիններս ունեն տարաբնույթ գեղեցիկ՝ վարագուրաձև կամ նուրբ խողովակների, սառցալուլաների, ժանեկազարդ ձևեր (*նկ. 60*):

Միաժամանակ քարանձավների հատակին թափվող ջրի կաթիլներից անջատվում են կալցիումի կարբոնատի մնացորդները, որի արդյունքում ներքևից նույնպես աճում են մակահոսման սյունաձև խողովակաձև, կոնաձև և այլ ձևերի առաջացումներ, որոնց անվանում են ստալագմիտներ: Երբեմն ստալակտիտները և ստալագմիտները միացվում են



Նկար 60. Ստալակտիտներն ու ստալագմիտները Մացոխա քարանձավում (Չեխիա)

մեկը մյուսի հետ առաջացնելով միացյալ սյուներ: Այդպիսի մակահոսման ձևերում հանդիպում են երկաթի հիդրոօքսիդները (լիմոնիտ, գյոթիտ) օպալ, գիպս և այլ միներալներ: Քարանձավների հատակին, պատերին, առաստաղներին առաջացած յուրահատուկ ձևերից բացի, քարանձավ-

ներում շրջապտույտ կատարող ջրերը իրենց հետ դուրս են բերում կարբոնատային միացություններ և նստեցնելով առաջացնում հզոր կուտակումներ, որոնց անվանում են *կրաքարային տուֆեր*: Սակայն բազմաթիվ ստորգետնյա թերմալ ջրեր, որոնք կապված են երկրակեղևի ավելի խորը հորիզոնների հետ դուրս են բերում մեծ քանակությամբ ջրային սիլիցահող, որն էլ նստելով մակերևույթում ելքերի մոտ առաջացնում են *սիլիցային տուֆեր*: Դա հատկապես բնորոշ է գեյզերներին:

Կարստային ծագարների մեջ կրաքարերի մակերևույթին տեղ-տեղ նկատվում է կարմրագույն կավային առաջացումների կուտակումներ, որոնք հարուստ են երկաթի և ալյումինի օքսիդների հիդրատներով: Այս նստվածքներին անվանում են *Տերրա-Ռոսա* (կարմիր հող): Դրանք չլուծված կարբոնատային ապարների չլուծված նյութեր են: Քարանձավների հատակում երբեմն նստում են գետային նստվածքներ, որոնք հիշեցնում են մակերևույթով հոսող գետերի նստվածքներին:

Շինարարական և այլ խնդիրների լուծման ժամանակ անհրաժեշտ է տեղանքի մանրակրկիտ հետազոտություններ ինչպես մակերևույթային, այնպես էլ ստորգետնյա կարստառաջացումների հայտնաբերման համար: Հայտնի են շենքերի, երկաթգծերի պատատառների բազմաթիվ հանկարծակի փլուզումներ: Հիդրոտեխնիկական շինարարության նախագծման ժամանակ կարստի հաշվի չառնելը կարող է բերել խոշոր վթարների և ջրամբարից ջրի հոսքի:

Կարստը կարևոր նշանակություն ունի օգտակար հանածոների հանքավայրերի մշակման, թունելների կառուցման համար նկատի ունենալով ապարների ճեղքավորվածությունները և նրանում ճեղքակարստային ջրերի մեծ հոսքերի հնարավոր ներթափանցման հետևանքները:

Գլուխ VI

ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՀՈՍՈՂ ՋՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

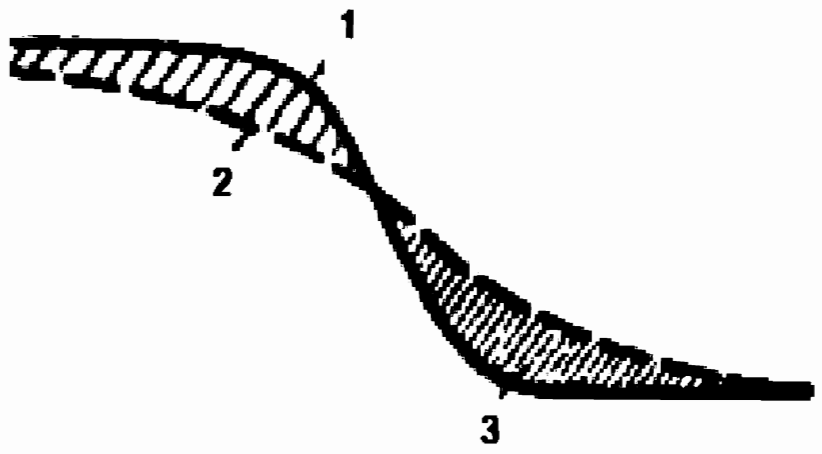
Երկրի մակերևույթի մակերևսի վրայով հոսող բոլոր ջրերը վերագրվում են մակերևսային հոսող ջրերին: Դրանց թվին են պատկանում մթնոլորտային տեղումներից, ձնահալոցքից առաջացած փոքրիկ ջրային շիթերը և հզոր գետային համակարգերի հոսքերը: Մակերևութային հոսող ջրերի երկրաբանական աշխատանքը բաղկացած է ողողումից, ողողատարումից կամ ողողամաշումից, ողողված նյութի տեղափոխումից կամ ողողտարումից, նստեցումից կամ ակումուլյացիայից՝ ապարների քայքայված նյութի տեղատարումից:

Ռելիեֆի ձևավորման վրա մեծ նշանակություն ունի գետերի երկրաբանական աշխատանքը, որին երբեմն անվանում են ջրային դենուդացիա: Ըստ Ա. Պ. Լիսիցինի տվյալների յուրաքանչյուր տարի աշխարհի գետերի կարծր հոսքը կազմում է 18,53 մլրդ. *տ* և ավելի քան 3,2 մլրդ. *տ* լուծված նյութեր:

Մակերևութային հոսքի և ժամանակավոր հունահոսքերի գործունեությունը

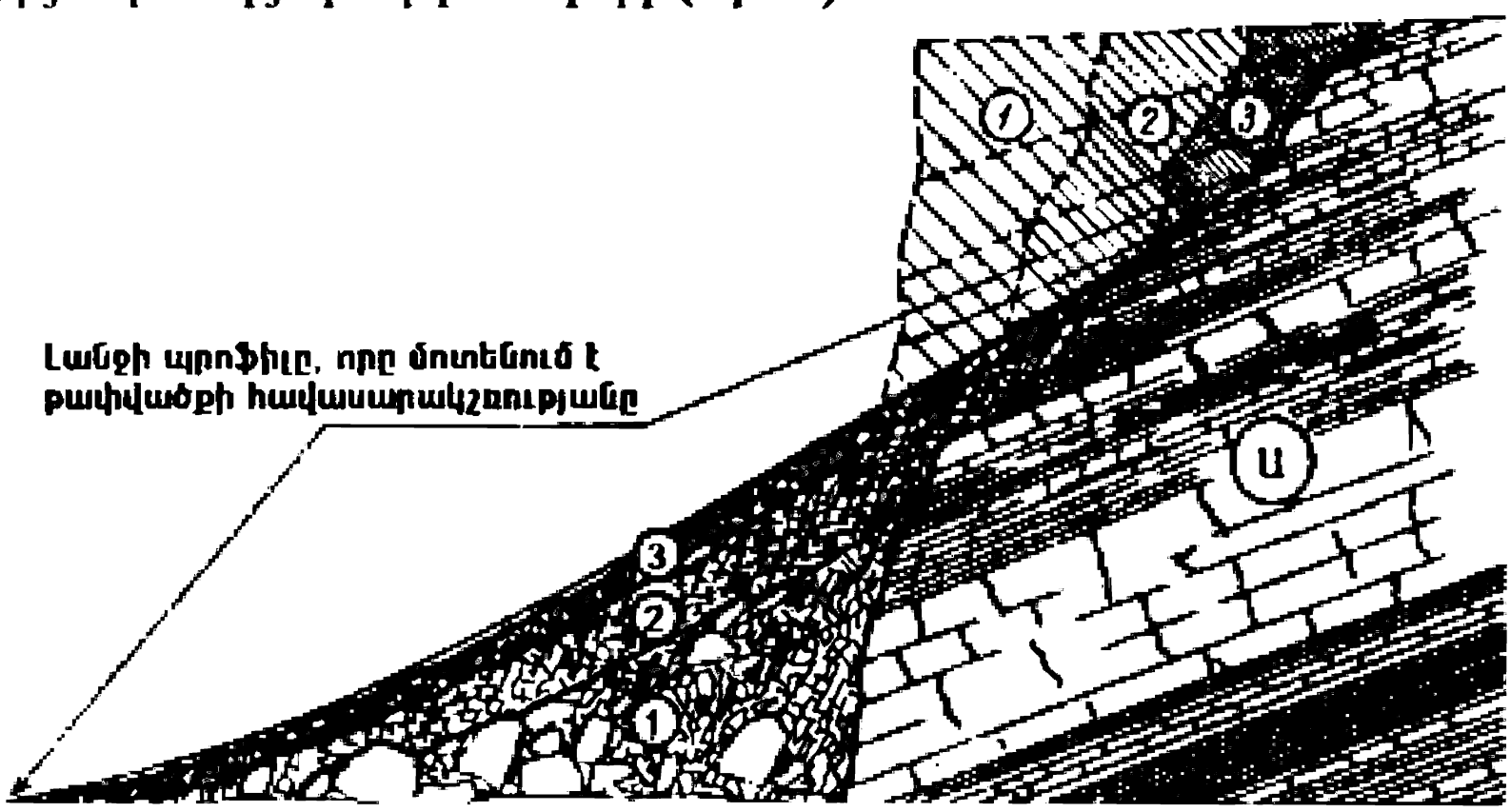
Մակերևութային հոսքը գործում է արագ և կարճաժամկետ անձրևի ավարտից կամ ձնհալից հետո: Բարակ չդիֆերենցված ջրահոսքերը շարժվելով մակերևույթով ունակ են ճանապարհին հանդիպած փխրուն, առավելապես փոքրաչափ նյութերը տեղափոխել լանջերով դեպի ցած:

Լանջի հիմքի մոտ թեքությունները փոքրանում են, որի շնորհիվ էլ լանջով ցած հոսող ջրահոսքերի արագությունները նվազում են, իսկ բերվող նյութերը արագության փոքրացման պատճառով կուտակվում: Այդպիսի մակերևույթային ողողման պրոցեսը, որն իրականացված է անձրևային կամ էլ ձնհալի ջրերով անվանվում է դելյուվիալ (լատ. *դելյուո* ողողում), իսկ ձևավորված նստվածքները ստացել են դելյուվիներ անունը (*նկ. 61*):



Նկար 61. Դելյուվիի առաջացման սխեման 1) լանջի սկզբնական մակերևույթը, 2) լանջի վերջնական մակերևույթը մակերևույթային լվացման արդյունքում, 3) դելյուվի

Դելյուվիալ նստվածքները տեղադրվում են զառիկող նստվածքափնշերի տեսքով, ունենալով առավելագույն հզորություն լանջի հիմքի մոտ: Դելյուվիի հզորությունը կարող է հասնել 15-20 և ավելի, իսկ լայնությունը՝ հարյուրավոր մետրերի (*նկ. 62*):



Նկար 62. Ապարաբափվածքի բեքության զարգացման և ապարաբափվածքի շլեյֆի կառուցվածքի սխեման (ըստ Ե. Վ. Շանցերի)
Ա) լանջի մայրական զանգվածը, 1-3) ապարաբափվածքների և նրանց կուտակման հերթական փուլերը

Զառիկող ողողման ազդեցությամբ լանջերի թեքություններն անընդհատ փոքրանում են և ընդունում սահուն ուրվագծեր:

Դելյուվիալ շլեյֆը (նստվածքափնշերը) միասեռ չեն: Նստվածքափնշի գագաթում տեղադրվում են համեմատաբար կոպտաբեկոր՝ ավազային, իսկ տեղ-տեղ նույնիսկ մանրախճաքարային նյութերը, իսկ նստվածքափնշի վերջում՝ նուրբ փոշենման և կավային մասնիկները: Լանջի թեքությունների փոքրացմանը զուգընթաց փոքրանում են նաև ջրահոսքի արագությունները, հետևաբար ողողվում և վերանստեցվում են ավելի ու ավելի նուրբ մասնիկները:

Չորթավայրային տարածքներում դելյուվիի կազմում գարգանում են առավելապես ավազակավերը և կավավազները: Ավելի կոպտաբեկոր նստվածքները կամ ամբողջովին բացակայում են կամ էլ ունեն աննշան քանակություն: Դելյուվիալ պրոցեսի առավելագույն բարենպաստ պայմաններ ունեն մեղմ տափաստանային շրջանները և մերձարևադարձային գոտիներն ու չոր սավաննաները, որտեղ կարճատև անձրևային սեզոններին կամ էլ ճնհալի ժամանակ մակերեսից լվացվում են հողմահարման փխրուն նյութերը:

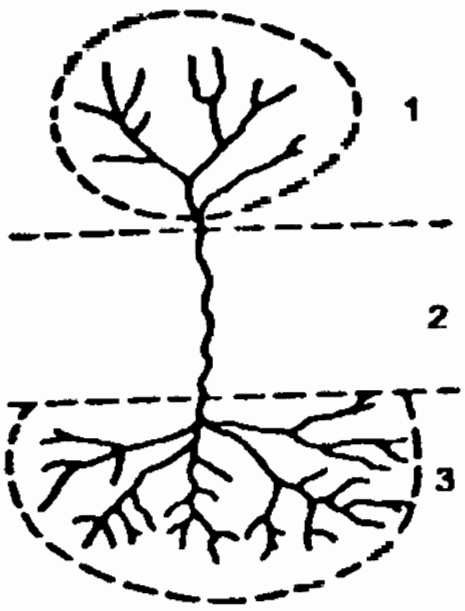
Անապատային գոտիներում ձևավորվում են քարաբափվածքները (գրավիտացիոն նստվածքներ՝ *կոլյուվի*):

Լանջերից լվանալով նուրբ հողային նյութերը, անձրևային և հալոցքի ջրերը ստեղծում են հնարավորություն այդ նյութերին ներթափանցելու խճաքարի մեջ: Ընդհանրապես, բարձր լեռնային շրջաններում տիպիկ դելյուվիալ նստվածքներ չկան, այլ խառը տիպի են և ձևավորվում են տարբեր գործոնների՝ ծանրության ուժի, մակերևույթային լվացման, գծային լվացման շնորհիվ:

Երբեմն դելյուվիի մեջ սխալմամբ մտցվում է նաև տիպիկ սոլիֆլյուկցիոն կուտակումներն, որն առավել բնորոշ է ապարների բազմամյա սառածության շրջաններին:

Սոլիֆլյուկցիայի պրոցեսի հիմքում ընկած է ջրահագեցած գրունտի շատ դանդաղ շարժումը սառած շերտի վրայով: Ջուրը ներծծվելով ավելացնում է ակտիվ շերտի գանգվածը և փոքրացնում ներքին շփումը, իսկ ջուրը խորը ներթափանցել չի կարող, քանի որ դրան արգելակում է սառած շերտը: Վերին շերտի շարժման շնորհիվ ստեղծվում են հոսման ձևեր, որոնք ունեն կեղծ դարավանդների տեսք:

<u>Ժամանակավոր հունահոսքերի գործունեությունը:</u> Սրանց մեջ առանձնացվում են հարթավայրային տարածքների ծորակների ժամանակավոր հոսքերը և լեռնային ժամանակավոր հոսքերը (*նկ. 63*): Երկուսն էլ ոչ մեծ գետային մոդելներ են: Այս հոսքերում կարելի է ուսումնասիրել գետերի գործունեությունը կապված բեկորային նյութի էրոզիայի, տեղափոխման և ակումուլյացիայի կատարման հետ:



Նկար 63. Ժամանակավոր լեռնային հոսքի սխեման (պլանի վրա)
1) ջրհավաք ավազան. 2) հոսքի անցուղի. 3) լեռնային հոսքի նախալեռնային հարթավայր դուրս գալուց առաջացած արտաբերման կոն

Ձորակների առաջացման, զարգացման հետազոտությունների հարցերով զբաղվել են Վ. Վ. Դոկուչաևը, Ա. Պ. Պավլովը, Ս. Ս. Սոբոլևը և այլն:

Ս. Ս. Սոբոլևը առանձնացրել է ձորակառաջացման և կայացման չորս փուլ: Առաջին փուլում լանջի վրա առաջանում են խանդակներ և ողողափոսեր (*նկ. 64*), որոնք խորը չեն, կարող են չհասնել նաև լանջի եզրերքին: Հետագայում ողողափոսում ավելի ու ավելի շատ են հավաքվում մթնոլորտային տեղումների ջրերը, ավելացնելով էրոզիան, որը բերում է խանդակի՝ լանջով դեպի վեր և ցած ձորակի մեծացմանը: Երբ այն հասնում է լանջի եզրին (դեպի ջրբաժան) առաջանում է գագաթային ջրանկում կամ դարափուլ: Անձրևից հետո գագաթային դարափուլի վրա առաջանում են ջրվեժներ, ջուրը ողողում է դարափուլը և այն քանդվում է: Այսպիսով ձորակը շարունակում է աճել իր գագաթով դեպի ջրբաժանի խորքերը: Յուրաքանչյուր տարի ձորակները երկարում

են հոսքի ուղղությամբ դեպի վեր: Ձորակի այսպիսի զարգացումը անվանվում է ռեգրեսիվ կամ նահանջող, ետընթաց էրոզիա: Էրոզիոն պրոցեսը ընթանում է նաև դեպի ցած մինչև նրա ելանցքը հասնի գետին, լճին, ծովին և այլն:



Նկար 64. էրոզիոն ողողափոսեր լանջի վրա

Գետի կամ որևէ այլ ավազանի մակարդակը, որի մեջ դուրս է գալիս ձորը կոչվում է էրոզիոն բազիս:

Ձորակի զարգացման երրորդ փուլը սկսվում է այն պահից, երբ այն հասնում է իր էրոզիոն բազիսին: Այս ընթացքում էրոզիոն խորքային աշխատանքը վերացնում է հունի բոլոր անհարթությունները:

Ձորակի երկայնական կտրվածքը ունի գոգավոր կորի տեսք: Չորրորդ փուլում պակասում է խորքային էրոզիան, ողորկվում են զառիթափ զագաթները: Երբեմն էրոզիոն աշխատանքը կարծես թե վերակենդանանում է, որն արտահայտվում է երիտասարդ նոր ձորակների առաջացմամբ հնի մեջ (*նկ. 65*): Ձորերի հատակը կարող է իջնել մինչև գրունտային ջրերի մակարդակը և ապահովել մշտական ջրահոսք,որը բերում է ձորակի հետագա զարգացմանը, որպես ոչ մեծ գետահովիտ:

Ձորակները զարգանում են մեծ արագությամբ քանի, որ ջրերը հեշտորեն տեղատարման են ենթարկում փխրուն, քայքայված նյութը:

Ձորակները մեծ վնաս են պատճառում գյուղատնտեսական նպատակներով օգտագործվող հողերին (*նկ. 66*): Որպեսզի նվազեցվի ձորակների առաջացումը կամ էլ նրանց պատճառած վնասը, իրականացվում են մի շարք միջոցառումներ՝ թփերի ծառերի տնկումները, բետոնից ջրհորդանների պատրաստում ձորակների գլխամասում և այլն:

<u>Ժամանակավոր լեռնային հոսքեր</u>: Ձորերի երկրաբանական գործունեությունից քիչ է տարբերվում փոքրիկ ձորակներով շարժվող ժամանակավոր լեռնային հոսքերի գործունեությունը: Սրանց վերնամասերը բարձր լեռնային շրջաններում գտնվում են ջրբաժաններից ցած լեռնալանջերին և ներկայացված են ողողափոսերի, հեղեղատների համակար-

գերով, միասին կազմելով ջրահեռավաք ավազան: Ջրահեռավաք ավազանից ստացած ջուրը հոսում է մեկ միասնական հունով: Ժամանակավոր լեռնային հոսքի այդ տեղամասը անվանվում է հոսքի առու և տեղումների ու ձնհալի ժամանակ ամբողջ հեղեղատը լցվում է ջրով, որը մեծ արագությամբ լանջով սլանում է ցած իր հետ տանելով հողմահարված ամբողջ նյութը: Երբ այդ զանգվածը դուրս է գալիս նախալեռնային հարթություն, հոսքի արագությունը փոքրանում է, ցրվում հովիարի ձևով և բերված նյութը տեղադրվում է լանջերի ստորոտում:



Նկար 65. Հին ձորակի մեջ ավելի երիտասարդ ձորակի առաջացումը



Նկար 66. Ձորակ՝ գյուղատնտեսական նպատակներով օգտագործվող հողերի մեջ

Այսպես են առաջանում արտաբերման կոները (*նկ 67*), որոնք ունեն կիսաշրջանաձև տեսք: Արիդային մարզերում ոչ միայն ժամանակավոր այլ նաև մշտական հոսքերը իջնելով լեռներից կորչում են անապատներում: Արդյունքում ամբողջ բեկորային նյութերը տեղադրվում են արտաբերման կոների տեսքով և կոչվում՝ *չոր դելտաներ* Արտաբերման կոներում կուտակված նյութը տարբերակված է և եզրերից դեպի գագաթ. նույը նյութը գոնալ կառուցվածքով փոխարինվում է ավելի կոպտահատիկ նյութերով (ավազները, կավավազները փոխարինվում են խճա-գլաքարային նյութով): Արտաբերման կոների եզրամասերում կուտակվում է շատ նուրբ փոշենման նյութ, որը առաջացնում է յուրահատուկ ապարներ *լյոս*. Լյոսը կարող է լինել նաև այլ ծագման: Արիդային կլիմայական գոտում արտաբերման կոների նստվածքները համարվում են առանձին գենետիկ տիպ և անվանում են պրոլյուվի



Նկար 67. Ժամանակավոր լեռնային հոսքի արտաբերման կոնը

(լատ. *սրոլյո* լվանում եմ)։ Պրոլյուվիի անվան տակ պետք է հասկանալ արտաբերման կոնների գագաթների կոպտաբեկոր նյութերից մինչև նուրբ լյոսանման եզրային նստվածքները։

Չոր դելտաները տարբերվում են ժամանակավոր լճային հոսքերի արտաբերման կոններից, գագաթային մասերի խոշոր գլաքարային նստվածքների ավելի հոկվածությամբ և ողորկմամբ, առանձին գոնաների ավելի լավ արտահայտվածությամբ և եզրամասային գոնաներում գիպսակալած, աղակալած, ճահճաադուտային կուտակումներով և լճային նստվածքներով, որոնք կապված են անձրևների, ձնհալի ջրերով պարբերաբար հեղումների հետ։

Սելավները։ Լեռնային շրջաններում հաճախ առաջանում են բուռն ցեխաքարային հոսքեր, որոնք շարժվում են շատ մեծ արագությամբ։ Այդպիսի հոսքերը պարունակում են իրենց ծավալի մինչև 75-80 % քենոքային նյութ և դա փաստորեն ջրային հոսք չէ, այլ ցեխային, որի մեջ ընդգրկվում են տարբեր չափերի երբեմն 1 *մ*-ից ավելի չափերով ապարների մեծաբեկորներ մի քանի տոննա զանգվածով։ Այդպիսի ցեխա-քարային հոսքերը Լյովկատում և Միջին Ասիայում անվանում են սելավներ, իսկ Ալպերում՝ *մուրեր*։ Սելավներ կարող են առաջանալ ձյան, սառցի արագ, կտրուկ հալումից, կարճատև շատ հորդ անձրևներից։ Այդպիսի սելավներ եղել են Ալմա-Աթայում 1921 թ., որը ուղեկցվել է մարդկային զոհերով, 1946 թ Երևանում Գետառի վարարման ժամանակ, քաղաքի փողոցները լցվել էր ցեխա-քարային զանգվածներով։ Սելավներից պաշտպանվելու համար իրականացվում են հակասելավային միջոցառումներ, որոնց նպատակը ջուրը և ցեխա-քարային նյութը համեմատաբար իրարից բաժանում է վերջինիս նստեցումով։ Դա իրականացվում է գետերի վերին հոսանքներում պատվարների կառուցումով, անտառատնկումներով և այլն։

Գլուխ VII

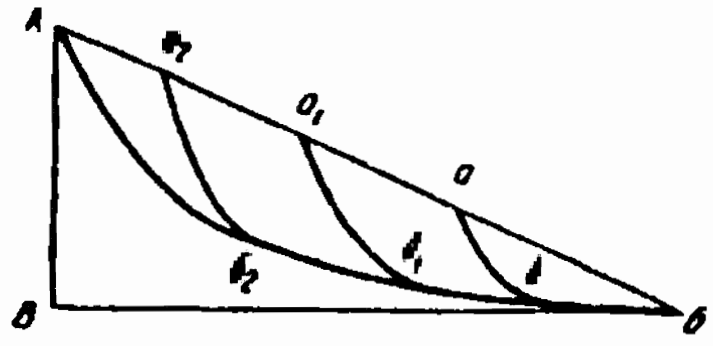
ԳԵՏԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գետերը կատարում են էրոզիոն, տեղափոխման և ակումուլյատիվ հսկայածավալ աշխատանք, վերափոխելով Երկրի մակերևույթի ռելիեֆը: Գետի աշխատանք կատարելու ունակությունը անվանվում է գետի էներգիա կամ կենդանի ուժ (K): Կախված գետի կենդանի ուժի, գետով տեղափոխվող բեկորային նյութի կշռային (L) հարաբերակցությունից փոխվում են գետերի աշխատանքի արդյունավետությունն ու ուղղվածությունը: Երբ K>L գերակշռում են էրոզիոն պրոցեսները, K=L՝ էրոզիայի և ակումուլյացիայի միջև հաստատվում է հավասարակշռություն և երբ K<L՝ գերակշռում է ակումուլյացիան:

Գետի էրոզիոն աշխատանքը: Տարբերում են հատակային կամ խորքային էրոզիա, որն ուղղված է հոսքի միջոցով հունը կազմող ապարների ներկտրմանը: Հատակային և կողային էրոզիաների փոխհարաբերությունները փոխվում են կախված գետահովտի զարգացման տարբեր փուլերից: Սկզբնական փուլում գերակշռում է խորքային էրոզիան, երբ ջրային հոսքը մխրճվելով ապարների մեջ ձգտում է մշակել իր երկայնական պրոֆիլը, որն այս փուլում լինում է շատ անհարթ, հունում առկա են բազմաթիվ սահանքներ:

Այստեղ կարող է դեր ունենալ ինչպես ապարների կազմը այնպես էլ տարածքի տեկտոնական շարժումները: Անհարթությունների շնորհիվ առաջանում են նաև ջրային հոսքի շարժման տարբեր արագություններ: Ցանկացած գետ կարծես ցանկանում է ուղղել, հարթել երկայնական պրոֆիլի խորդուբորդությունները, որևէ ջրավազանի նկատմամբ, ուր թափվում է գետը: Հենց այդ ավազանն էլ որոշում է գետային հոսքի էրոզիայի խորությունը, որն էլ անվանվում է էրոզիայի բազիս: Այն ընդհանուր է ամբողջ գետային համակարգի համար:

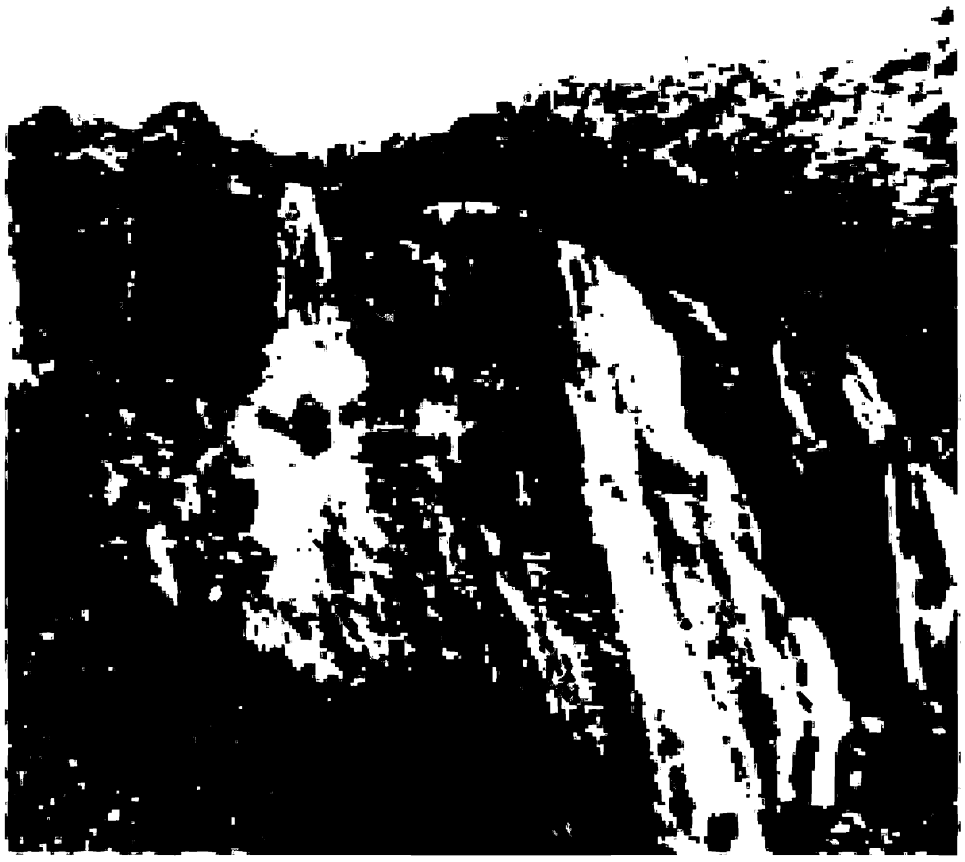
Աստիճանաբար գետը ուղղում է իր երկայնական պրոֆիլի ուղղությամբ հանդիպող բոլոր անհարթությունները, առաջացնելով վերջնական սահուն պրոֆիլ, որին անվանում են ուղղված *էրոզիոն կոր* կամ *գետի հավասարակշռության պրոֆիլ* (*նկ. 68*): Գետի հավասարակշռության պրոֆիլի մշակման հետ զուգահեռ փոքրանում է հատակային էրոզիան և նշանակալից մեծանում՝ կողային էրոզիան, որն ուղղված է հովտի լայնացմանը: Գետահունում ջրի երկայնակի շարժմանը զուգընթաց, ծագում են նաև լայնական ջրապտույտներ, հատկապես վարարումների շրջանում, գետի ուղղագիծ տեղամասերում հոսքի



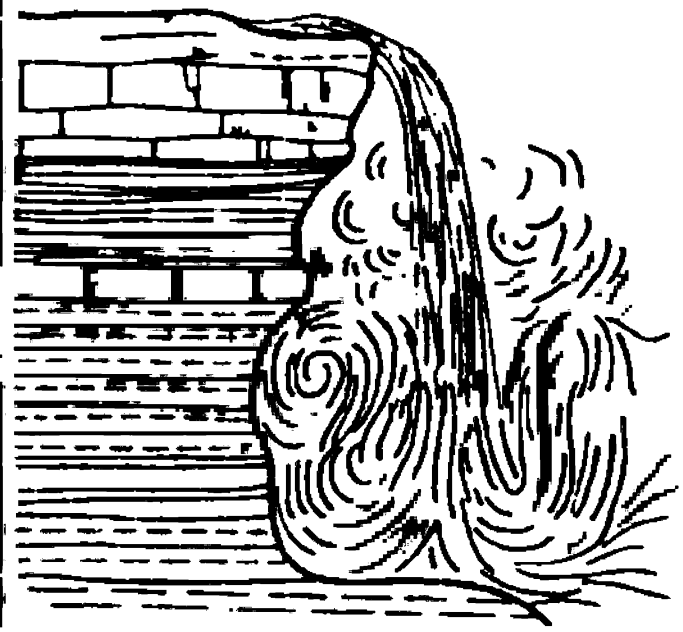
Նկար 68. Գետի հավասարակշռության պրոֆիլը (ըստ Ա. Պ. Պավլովի)

միջուկի մասերում, որտեղ բնական է, որ արտագությունները առավելագույնն են և հենց այստեղ էլ լավ արտահայտվում է ջրի տուրբուլենտ շարժման բնութագիրը (անկանոն, ջրատարտուտակային հոսքի յուրաքանչյուր կետում ջրի շարժման արագությունը փոփոխվում է մեծությամբ և ուղղվածությամբ): Ջուրը իջնում է հատակ, այնուհետև այստեղից հատակով շարժվում դեպի ափերը: Այս լայնական շրջապտույտը նպաստում է հատակի լվացմանը և դեպի ափերը բեկորային նյութի դուրս բերմանը, որտեղ էլ այն նստելով առաջացնում է հունային ծանծաղուտներ:

Եթե գետը իր շարժման ճանապարհին հանդիպում է կտրուկ ուղղաձիգ սանդղավանդների ուղղահայաց կամ մոտավորապես ուղղահայաց պատերով, ապա առաջանում են ջրվեժներ (*նկ. 69*): Թափվող ջրի շիթերը ողողվում են գետի հատակը և ողողելով բանդում սանդղավանդը, որն աստիճանաբար քանդվելով «շարժվում է» գետի հունով դեպի վեր: Սանդղավանդի քանդվելու արագությունը կախված է ջրի քանակից և ապարների կազմից (*նկ. 70*):



Նկար 69 Շաքիի ջրվեժը



Նկար 70 Գետի մահճի ողողումը և ջրվեժի սանդղավանդի ենթալվացումը

Նիագարայի ջրվեժը 1842 թ.-ից մինչև 1911 թ. կատարված ուսումնասիրությունների տվյալներով նահանջում է տարեկան 1,2 *մ* արագությամբ:

Տեղափոխում և ակումուլյացիա (կուտակում): Գետը էրոզիոն աշխատանքին զուգընթաց շարժման ընթացքում վերցնում է քայքայված ապարների նյութերը (*հողմահարման* կամ *էրոզիոն*) և տեղափոխում: Տարբեր բեկորներ՝ ա) գետի հատակով շարժելով, բ) կախված վիճակում տեղափոխելով, գ) լուծված վիճակում տեղափոխելով, կազմում են տե-

ղափոխվող ամբողջ նյութը: Հատակով գլորվող և կախված վիճակում տեղափոխվող նստվածքներին ընդունված է անվանել գետի կարծր հոսք:

Լեռնային գետերում տիրապետում է կարծր հոսքը, հատկապես կախույթը և ա:բ:գ=0,86:6,8·1: Հատակով գլորվող նյութը ներկայացվում է առավելապես ճալաքարերով երբեմն էլ խոշոր գլաքարերով, իսկ կախույթով տեղափոխվում են ավազային և ավելի մանր մասնիկները: Հարթավայրային գետերում հարաբերակցությունը ներկայացվում է ա:բ:գ= 0,05:0,56:1 հետևաբար այստեղ տիրապետում է լուծված նյութերի հոսքը: Էրոզիայի և տեղափոխման հետ զուգընթաց տեղի է ունենում տեղափոխվող նյութի նստեցում:

Ջրային հոսքի գործունեության արդյունքում գետահովիտներում կուտակված բոլոր նստվածքները անվանվում են ալյուվիալ նստվածքներ կամ ալյուվի (լատ. *ալյուվիո*՝ ջրաբերուկ, ողողաբերուկ).

Գետահովտի և ալյուվիի ձևավորման գործում մեծ դեր են խաղում գետագալարները, քանի որ հակադիր ափերում գետը կատարում է տարբեր աշխատանք: Գոգավոր ափը ողողվում է, դառնում դարափուլային և աստիճանաբար նահանջելով ավելացնում է ծռվածքի կորությունը: Գետահովտի լայնությամբ հոսքի առանցքային մասում ջուրը իջնում է հատակ սեղմվելով գոգավոր ափին, այնտեղ առաջացնում են ջրապտույտներ, և լայնական հատակամերձ հոսանքներ՝ ուղված դեպի հակադիր ուռուցիկ ափ ու մակերևույթային շերտերով կրկին վերադառնում է առանցքին: Այդ հատակամերձ հոսանքները իրենց հետ վերցնում են ավազը, կոպիճը, ճալաքարը և տեղափոխում ուռուցիկ ափամերձ գոտի, որտեղ գետահոսքերի արագությունները փոքրանում են և տեղի է ունենում նստեցում: Այսպես են առաջանում ավազային, երբեմն ավազա-ճալաքարային գետային ծանծաղուտները, որոնք ամառային շրջանում երբեմն մերկանում են:

Գոգավոր մասի անընդհատ խորացումը և ալյուվիալ նստվածքների ուռուցիկ ափին տեղադրումը առաջ է բերում կտրուկ գալարների առաջացում, որոնք անվանվում են *մեանդրներ* (Փոքր Ասիայի Մեանդր գետի անունից): Երբեմն մերձհունային ծանծաղուտները հասնում են նկատելի չափերի, որոնց մի մասը, որոնք հունից բավականին հեռացած են լինում ջրաձածկվում են, սակայն միայն վարարումների ժամանակ: Այսպես են առաջանում և զարգանում գետերի ողողատները կամ էլ գետերի ողողատային, մարգագետնային և կանաչ դարավանդները:

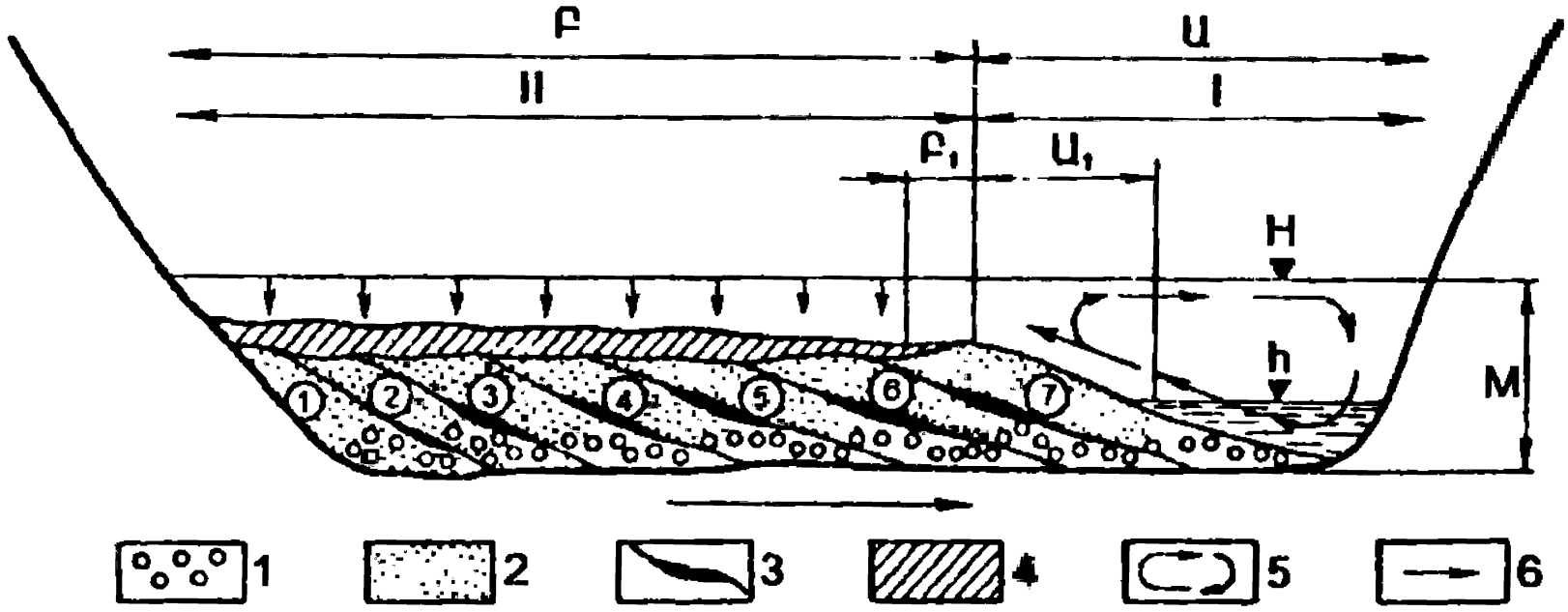
Ողողատը գետահունից վեր բարձրացած գետահովտի մասն է, որն ամեն տարի կամ մեկ անգամ մի քանի տարվա ընթացքում վարարումների ժամանակ թաղվում է ջրի տակ: Երբեմն երկու գալարների գագաթները այնքան են մոտենում իրար, որ նրանց միջև մնում է շատ փոքր պարանոց, իսկ մի վարարման ժամանակ գետի կենդանի ուժի հերթական մեծացման հետևանքով ջուրը ճեղքում է պարանոցը և հոսում

ողողագիծ. ողողելով հունը, իսկ կտրված գալարում մնում է հին հունը, որին անվանում են *ստարիցա* (հնահուն):

Խոշոր գետերի հովիտների լայնացմանը և անհամաչափությանը նպաստում է նաև Երկրի պտույտը: Ըստ Կորիոլիսի օրենքի յուրաքանչյուր մարմին, որը շարժվում է հորիզոնական ուղղությամբ Երկրի մակերևույթին մոտ անկախ շարժման ուղղությունից հյուսիսային կիսագնդում շեղվում է դեպի աջ, իսկ հարավային կիսագնդում դեպի ձախ, որով էլ պայմանավորված է գետահովիտների լանջերի ասիմետրիան:

Գետային ալյուվիի առաջացումը և կառուցվածքը

Ալյուվիի ձևավորումը սկսվում է հունային ողողատների առաջացման պահից ջրի լայնակի շրջապտույտային շարժումների արդյունքում: Հունաջրերով ձևավորված նստվածքներին անվանվում են *հունային ալյուվի*, որոնք հարթավայրային գետերում ներկայացված են տարբեր հատիկայնության լվացած ավազներով, հիմքում՝ խոշորահատիկ ավազներ, ճալաքարեր, գլաքարեր: Հունային նստվածքներն սովորաբար աչքի են ընկում շեղ կամ շեղանկյուն շերտայնությամբ (*նկ. 71*):



Նկար 71. Ակումուլյացիայի ներշերտային փուլի սխեման (ըստ Ե. Վ. Շանցերի). Ա) հուն, Բ) ողողահուն, H) ջրառատության մակարդակ, h) սակավաջրության մակարդակ, M) ալյուվիի նորմալ հզորությունը, I) հատակով գլորվող բերուկների գոտի (1-7 հատակային ալյուվիի հերթականությամբ առաջացած շերտեր), II) կախված բերուկների նստեցման գոտի, 1) կոպտահատիկ ավազներ, գլաքարեր, խճաքարեր, 2) մանր և նուրբ հատիկային ավազներ, 3) տղմային շերտիկներ, 4) ողողահունային ալյուվի, 5) հունի մեջ գետի լայնական հոսանքների շրջապտույտները, 6) հունային գոգավորության փոփոխության ուղղությունը

Հունի եզրի տեղաշարժը և հունային ծանծաղուտի մեծացումը բերում է հունային ալյուվիի առաջացմանը, որը փռվում լայն հովտի ամբողջ հատակով: Հովտի մնացած մասը ողողատ է, որը լցվում է ջրով վարարումների ժամանակ: Վարարած ջրերը իրենց հետ տեղափոխում

են կախված նուրբ մասնիկներ, որի շնորհիվ հատակում նստում են ալեվրիտային և կավային, հագվադեպ՝ մանրահատիկ ավազային մասնիկներ: Այսպես՝ հունային ալյուվիի մակերևույթի վրա առաջանում են կավավազներ, ավազակավեր, երբեմն էլ մանրահատիկ կավային ավազների միջնաշերտերով: Ողողահունի այսպիսի կավավազային, կավույին ծածկույթը անվանվում է *ողողատային ալյուվի*:

Ողողահունի սահմաններում լճակի վերածված հնահունի մեջ տեղի է ունենում նստվածքների յուրահատուկ կուտակումներ կազմված՝ մուգ գույնի, երբեմն առավելապես սև տղմանման ավազակավերից և կավազներից, որոնք հարուստ են օրգանական մնացորդներով և անվանվում է *հնահունային ալյուվի*

Այսպիսով ողողահունի կառուցվածքում հստակորեն կարելի է առանձնացնել ալյուվիի երեք տարատեսակներ.

1. *Հունային ալյուվի*՝ ողողահունի կտրվածքի ստորին մասի գլխավոր բաղադրամասը:
2. *Ողողահունային ալյուվի*՝ տեղադրված հունայինի վրա:
3. *Մնացորդային ալյուվի*՝ որը լցնում է հնահունը:

Հարթավայրային գետերում ալյուվիի ընդհանուր հզորությունը 10-15 երբեմն էլ 30 և ավելի մետր է:

Լեռնային գետերի ալյուվինները հստակորեն տարբերվում են հարթավայրային գետերի ալյուվիններից. Լեռնային գետերը արագահոս են. բազմաթիվ տեղերում ունեն ջրապտույտներ, որոնց ժամանակ ավազային և կավային գանգվածները չեն նստում հատակում այլ կախված վիճակում հասնում են գետաբերաններին: Գետահովիտներում նստում են միայն խոշորաբեկոր ճալաքարերը, գլաքարերը,որոնց խոշոր ծակոտիները լցվում են ավելի մանր մասնիկներով:

Գետահովիտների տիպերը, նրանց զարգացման ուղղվածությունն ու գիկլայնությունը

Գետահովիտները ունեն որոշակի զարգացման ուղղվածություն և հաջորդականություն՝ անցում մեկ փուլից մյուսին ու նաև գիկլայնություն: Բնականաբար առաջին փուլը վերաբերում է խորքային էրոզիային և անվանվում է *մորֆոլոգիական նիհիտասարության փուլ*. Այս փուլում մշակվում են խորը գետահովիտներ, կտրուկ, համարյա կախված լանջերով: Ըստ լայնական կտրվածքի պրոֆիլի առանձնացվում են կանյոն. կիրճ և V-աձև հովիտներ (*նկ 72*): Դրանց բնորոշ առանձնահատկությունը այն է, որ գետահունը զբաղեցնում է ամբողջ կամ էլ գրեթե ողջ հովիտը: Այսպիսի հովիտների խորությունը շատ անգամ գերազանցում է նրանց լայնությանը:

Երկրորդ փուլը կապված է հատակային էրոզիայի նվազմամբ և կողային էրոզիայի զգալի ակտիվացմամբ, որի ընթացքում լայնանում է

հովիտը և ձևավորվում է ողողահունը: Այս փուլը անվանվում է *մորֆոլոգիական հասունացման փուլ*:



Նկար 72. Կապուտջուղ գետի V-ածև հովիտը Քաջարանի մոտ (նկար Լ. Ն. Զոհրաբյանի)

Ցամաքի էրոզիոն մասնատման, գետահովիտների զարգացման վրա մեծ ազդեցություն ունեն երկրակեղևի շարժումները, որոնք արտահայտվում են մշտապես, ամենուր և ունեն տարբեր արագություններ ու ողողություններ ժամանակի ու տարածության մեջ: Նույն գետի տարբեր հատվածներում միաժամանակ կարելի է տեսնել մորֆոլոգիապես հասուն հարթահատուկ գետահովիտների ձևեր և տեղամասեր, որտեղ ողողահունը բացակայում է և գետը խորը մխրճվել է մայրական ապարների մեջ: Այդ խորը մորֆոլոգիական հովտի երիտասարդ հատվածները կապված են վերջնթաց տեկտոնական բարձրացումների հետ, որտեղ խորքային էրոզիան համաչափ է բարձրացումների արագության հետ: Այդպիսի հովիտներին անվանում են *անտեցեդենտ* հովիտներ:

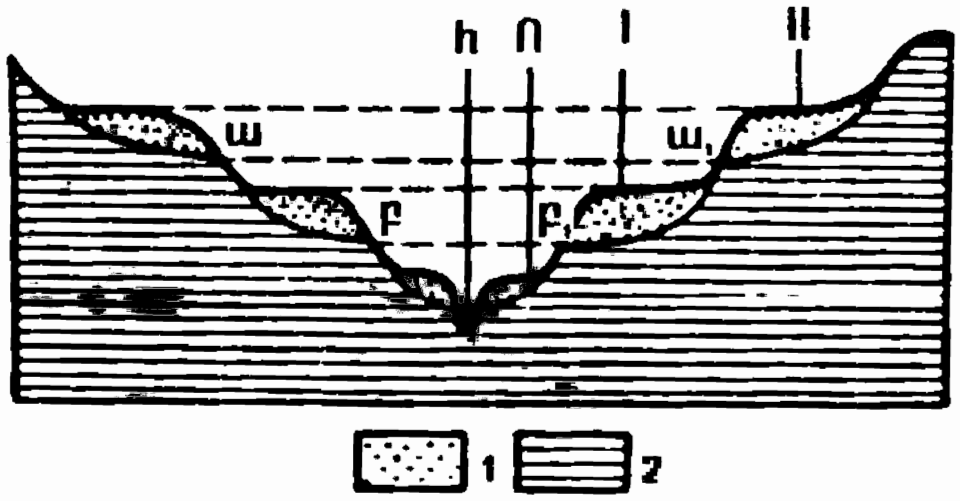
Վեր ողողահունային դարավանդներն և նրանց տիպերը

Գետի խորքային և կողային էրոզիաների հետ պարբերաբար փոխվում են գետի երկայնական պրոֆիլի թեքությունները: Հարթահատակ լավ մշակված հովիտներում կարող են ի հայտ գալ երիտասարդ, էրոզիոն մխրճված **V** ածև հովիտներ: Տեղի է ունենում գետահովտի երիտասարդացում, որի արդյունքում ավելի ցածր հիպսոմետրիկ մակարդակի վրա սկսվում է ձևավորվել նոր ողողահուն: Նախկին ողողահունը հարթ տարածքի ձևով գետահունի երկայնքով մնում է մայրական լանջի վրա և նոր ողողահունի հետ կապվում է սանդղափուլով:

Հետագա տեկտոնական շարժումները բերում են նոր հատակային այնուհետև կողային էրոզիայի և այդպես շարունակ նախկին ողողահունները մնում են հունից բարձր նիշի վրա:

Այսպիսով գետահովիտներում առաջանում են դարավանդների աստիճաններ՝ մեկը մյուսի վրա վեր բարձրանալով (*նկ. 73*): Այդ առաջացումներին անվանում են վերողողահունային դարավանդներ: Բնականաբար հիպսամետրիկ ավելի բարձր գտնվող դարավանդն ավելի հին

է. քան նրանից ցած գտնվողները և համարակալումը իրականացվում է ստորինից սկսած: Յուրաքանչյուր դարավանդ բաղկացած է առանձին տարրերից. ա) դարավանդանման հարթակ, բ) սանդուղքուլ կամ լանջ, գ) դարավանդի եզր, թիկունքային կար, որտեղ դարավանդը միակցվում է մյուս դարավանդին:



Նկար 73. Վերողողահուսյային գետային դարավանդների սխեման
Հ) հուն. Ո) ողողահուն. I) առաջին վերողողահուսյային դարավանդ II) երկրորդ վերողողահուսյային դարավանդ. ա-ա, և բ-բ, գետով կտրտված նախկին ողողահուներ. 1) ալյուվի, 2) մայրական ապար

Յուրաքանչյուր դարավանդի ալյուվիալ նստվածքների հիմքում միշտ գտնվում է մայրական ապարներից կազմված ցոկոլը: Ըստ ցոկոլի դիրքի բարձրության և ալյուվիի հզորության առանձնացվում են դարավանդների երեք տիպեր

1) Էրոզիոն կամ պատվանդանային, որտեղ ամբողջ դարավանդանման հրապարակը և սանդղափուլը կազմված են մայրական ապարներից և միայն հատ ու կենտ տեղեր են, ուր պահպանվել են ճալապարների փոքր հզորությամբ ալյուվիալ նստվածքներ. որը վկայում է տեկտոնական շարժումների արագության մասին.
2) Ակումուլյատիվ, որում դարավանդանման հրապարակը և սանդղափուլը անբողջովին կազմված են ալյուվիալ նստվածքներից, իսկ մայրական ապարներից կազմված ցոկոլը միշտ հիպսամետրիկ ցածր է գետի մակարդակից և երբեք չի մերկանում: Այդպիսի կառուցվածքը վկայում է այն մասին,որ գետը անցել է զարգացման բոլոր փուլերը, խորքային էրոզիայից մինչև ողողահունի ձևավորումը և ալյուվիի կուտակումը:
3) Գետնախարիսխային կամ խառը՝ էրոզիոն ակումուլյատիվ:

Սրանք բնորոշվում են նրանով, որ սանդղափուլի ստորին մասում, մակերես են դուրս գալիս ցոկոլը, իսկ սանդղափուլի վերին մասը և հրապարակը կազմված են ալյուվիալ նստվածքներից

Գետահովտում մի դարավանդի սահմաններում հնարավոր է անցում մի տիպից մյուսին, որը բացատրվում է տեկտոնական շարժումների

անհավասարաչափությամբ և գետի տարբեր հատվածներում տարբեր ուղղվածությամբ

Գետի դինամիկ հավասարակշռության խախտումը հնարավոր է հետևյալ պրոցեսներով

1) էրոզիոն բազիսի իջեցմամբ,

2) գետի վերին հոսանքներում ցամաքի բարձրացմամբ,

3) կլիմայական պայմանների փոփոխմամբ:

Այստեղ գլխավոր դերը պատկանում է տեկտոնական շարժումներին:

Միանգամայն այլ կերպ են զարգանում գետերի ստորին հոսանքների հատվածները, երբ վերջիններս ենթարկվում են տեկտոնական իջեցումների կամ էրոզիոն բազիսի բարձրացումների: Այս դեպքում գետաջրերը լցվում են ստորին հոսանքները առաջացնելով *լիման*՝ գետաբերանի լայնացում, որը վերածվում է գետախորշի: Բուն գետաբերանը շարժվում է դեպի լիմանի գագաթ, թեքություններր փոքրանում են, ուժեղանում է ակումուլյացիան և ռեգրեսիվ ձևով տարածվում գետահովիտով դեպի վեր

Գետային դարավանդների ուսումնասիրությունն ունի գիտական և գործնական հսկայական նշանակություն: Այն թույլ է տալիս դատել նորագույն տեկտոնական շարժումների, երկրակեղևի շարժումների բնույթի և ուղղվածության, կլիմայական փոփոխությունների և այլնի մասին:

Ալյուվիալ նստվածքների հետ են կապված ցրոնային տարբեր օգտակար հանածոների հանքավայրերր: *Ցրոններ* են կոչվում բեկորային նյութերի այն կուտակումները, որոնք պարունակում են արժեքավոր կայուն, մեծ տեսակարար կշռով միներալներ: Մշակվում են ոսկու, պլատինի ու դրանց խմբի տարրերի, կասիտերիտի, վոլֆրամի, մոնացիտի, տանտալիտի, կոլումբիտի, ցիրկոնի, ալմաստի ցրոնները: Ցրոնային հանքավայրեր են շահագործվում բազմաթիվ երկրներում այդ թվում ՌԴ, ԱՄՆ, Ավստրալիայում: Ոսկին ցրոններում գտնվում է փոքր թիթեղների տեսքով, երբեմն էլ 3-5*կգ* զանգվածով: Ամենամեծ գտածոի (Հր. Ուրալ) զանգվածր 35*կգ* է:

Համաշխարհային հռչակ ունեն Մալակա թերակղզում գտնվող կասիտերիտի, Հր. Աֆրիկայի ալմաստի, Նիգերիայի, Ջաիրի, Կոլումբիայի և այլ երկրների հանքավայրերր.

Գետաբերանները

Տարբերում են երկու տիպի գետաբերաններ *դելտաներ* և *էստուարներ*.

Դելտաներր տափարակ ցածրադիր հարթավայրեր են բավականին մեղմ թեքությամբ դեպի ծովը և ունեն եռանկյուն տեսք՝ գագաթով դեպի գետր: Դելտայի սահմաններում գետը բաժանվում է

բազմաթիվ բազուկների և միջագետակների: Այդպիսի ճյուղավորումը բնորոշ է ալյուվիալ-դելտային հարթավայրերին: Գետերի միջոցով տեղափոխվող նյութի մի մասը նստում է ափամերձ գոտում առաջացնելով ստորջրյա արտաբերման կոն՝ գագաթով ուղղված դեպի գետը:

Սովորաբար դելտաներն առաջանում են ծովի ոչ մեծ խորությունների դեպքում, բնկորային նյութի առատության և մակընթացությունների և տեղատվությունների, ափամերձ ուժեղ հոսանքների բացակայության և համեմատաբար դանդաղ տեկտոնական շարժումների դեպքում:

Դելտային նստվածքներում հանդիպում են տարբեր կազմի և ծագման նստվածքներ. 1) ալյուվիալ հունային հոսքերի նստվածքներ, ներկայացված ավազներով ու կավերով հարթավայրային գետերում և ավելի խոշորհատիկ՝ լեռնային գետերում, 2) լճային նստվածքներ, որոնք առաջանում են մեկուսացված ջրավազաններում, 3) ճահճային նստվածքներ՝ տորֆակուտակ, որոնք առաջանում են բուսականությամբ առատ լճերի տեղերում, 4) ծովային նստվածքներ, որոնք առաջանում են ալեկոծության, մակընթացության ժամանակ:

Այս բոլոր նստվածքները ըստ հզորության և հորիզոնական ուղղությամբ փոփոխվում են, շնորհիվ հունահոսքերի հաճախակի փոփոխության, որի հետ էլ կապված են հունային նստվածքների տեղափոխումը և կուտակումը:

Դելտաներում նստում են գետերով տեղափոխվող լուծույթներից կոլոիդ միացություններ (Fe, Mn, Al և այլն): Ծովային աղի ջրերի ազդեցությամբ տեղի է ունենում կոագուլյացիա (լատ. *կոագուլյացիա*՝ մակարդում) և հատկապես վարարումների ժամանակ, երբ գետաջրերը շատ պղտոր են:

Դելտային նստվածքների հզորությունը տարբեր գետերում տարբեր է և կարող է հասնել մի քանի 100 մետրերի (Միսսիսիպի 600 *մ*): Ընդ որում դելտաների ճկման և նստվածքակուտակման արագությունները հավասար են:

Հնագույն պերիոդների երկրաբանական կտրվածքների ուսումնասիրություններով հայտնաբերված են պալեոգետերի դելտաներ, որոնցում երբեմն հանդիպում են օգտակար հանածոների ցրոններ:

Էստուարները՝ ծագարանման խորշեր են, որոնք խորը ներթափանցում են գետահովիտների մեջ: Էստուարները շատ լավ արտահայտված են Սենա, Էլբա, Թեմզա և այլ գետերում:

Էստուարների առաջացման համար բարենպաստ են այն պայմանները, որտեղ ուժգին են արտահայտված մակընթացություններն և տեղատվությունները ու ափամերձ և ստորջրյա հոսանքները: Դրանց առաջացմանը նպաստում են երկրակեղևի ափամերձ գոտու ճկումները:

Մակընթացությունների ժամանակ ծովի ջրերը խորը մխրճվում են գետաբերանները, տեղատվությունների ժամանակ ծովի ջուրը գետաջրերի հետ համատեղ առաջացնում են հզոր հոսք, որը շարժվում է մեծ արագությամբ և իր հետ տեղափոխում ողջ բենտոսային նյութը և վերցվելով ափամերձ հոսանքների կողմից տեղափոխվում ծովի խորքերը:

Էստուարներին ձևով շատ նման են լիմաններըՙ լայնացված գետաբերանները, որոնք թաղված են ծովի ջրերի տակ և չունեն մակընթացություններ և տեղատվություններ և դարձել են խորշեր: Սրանց առաջացմանը նպաստում են գետաբերաններում երկրակեղևի ճկումները:

Սողանքներ

Սողանք է կոչվում ապարների մեծ զանգվածի, ծանրության ուժի ազդեցության տակ, դանդաղ կամ արագ տեղաշարժը դեպի ռելիեֆի ցածրադիր տեղամասերը կապված մակերևույթային ու ստորգետնյա ջրերի գործուն մասնակցության հետ (*նկ. 74*):



Նկար 74 Սողանքային տեղամաս

Սողանքների տիպերը կախված են դրանք առաջացնող բնական գործոններից և պատճառներից: Դրանց մեջ առանձնացվում են.

1) Մանր տեղաշարժեր կամ հեղեղափլվածքներ, որն արտահայտվում է հողային շերտի խիստ գերխոնավացմամբ և մասամբ էլ ցամաքի հողմահարված ապարների լանջերով ցած տեղափոխմամբ (*նկ. 75*):
2) Խոշոր տեղաշարժեր կամ բուն սողանքներ: Սրանք ընդգրկում են լանջեր կազմող տարաբնույթ ապարներ և տարածվում են մեծ խորությունների վրա: Սողանքային լանջերում փոխվում են ափամերձ

տարածքների ձևերը և վերջիններս ստանում են դարավանդային աստիճանակերպ, թմբաձև մակերևույթի ձևեր.



Նկար 75. Մանր սողանքային տեղաշարժեր

Խոշոր սողանքներից հետո տեղերում մնում են մեծ կիսակրկեսներ. հանդիպում են նաև բարդ, բազմահարկ սողանքներ: Այդպիսի սողանքներում սովորաբար միահյուսվում են դելյապսային (լատ. *դելյապսուս*՝ անկում, սահում բառից) և դետրուզային (լատ. *դետրուզիա*՝ հրում բախում) տեղաշարժերի տիպեր: Երբեմն սողանքային գանգվածների ճնշումը այնքան մեծ է լինում, որ նրանց առջևում առաջանում են բարձրացած թմբեր, որում ապարները ճմռթվում են ծալքերի տեսքով.

Սողանքների յուրահատուկ տիպ է հողային գանգվածների տեղաշարժը. կամ սողանքների գլետչերային տիպը: Դա ջրահագեցված, հողահարված փխրուն գանգվածների սողքն է: Ձնախառը վիճակում լանջով սրանք դանդաղ շարժվում են դեպի ցած. առաջացնելով հոսքեր:

Սողանքների առաջացման գործընթացում կարևոր դեր են խաղում ստորգետնյա ջրերը: Թեք լանջերում ապարների որոշ շերտեր հանդիսանում են ջրամերժ հորիզոններ, որոնց մակերևույթով դուրս են գալիս ստորգետնյա ջրերի ելքերը, իրենց հետ դուրս բերելով ապարների շերտերը միմիանց կապող մանր մասնիկները (*սուֆոզիա*): Դա բերում է ջրատար շերտի խարխլմանը և երբ կարծես թե քանդվում է լանջը. տեղի է ունենում լանջի վերին գանգվածների հոսք դեպի ցած (*նկ 76*) Սողանքները բերում են լանջերի կտրուկ գաոիթափությանը.

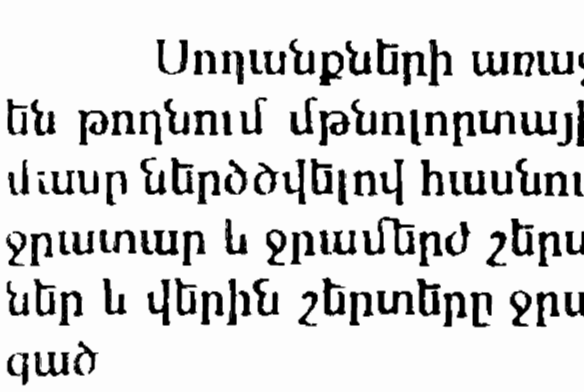
Հաճախակի սողանքների պատճառ է դառնում գետերի, լճերի ծովերի ափամերձ գոտիների ինտենսիվ լվացումը

Սողանքների առաջացման, զարգացման վրա մեծ ազդեցություն են թողնում մթնոլորտային տեղումները և առաջացած ջրահոսքերի մի մասը ներծծվելով հասնում է ջրամերժ շերտին, սուֆոզիայի հետևանքով ջրատար և ջրամերժ շերտերի միջև առաջանում են սահքի մակերևույթներ և վերին շերտերը ջրամերժ շերտի վրայով սահում են լանջով դեպի գած

Սողանքների առաջացման պատճառ կարող է դառնալ նաև մարդու տնտեսական անխոհեմ գործունեությունը, կապված լանջերի անտառահատման կամ լանջերում լրացուցիչ բեռնվածքներ առաջացնելու ճանապարհով:

Սողանցքները մեծ վնաս են պատճառում տնտեսությանը (*նկ. 77ա*): Դրա դեմ պայքարելու համար կիրառվում են տարաբնույթ հակասողանքային միջոցառումներ: Դրանցից մի քանիսը՝ լանջերի կայունացումով, ոռոգման սահմանափակումներ, ծառատնկումներ, հորատանցքերում բետոնի սրսկումներ, հենապատերի կառուցումներ են և այլն:

Սողանքների հետ զուգահեռ բարձր լեռնային շրջաններում տեղի են ունենում մանր ու մեծ փլուզումներ, որոնք երբեմն կապված են երկրաշարժերի հետ (*նկ 77*)·



Նկար 76. Սողանքային լանջի սխեման 1) լանջի սկզբնական դիրքը, 2) չխախտված լանջը, 3) սողանքային մարմին, 4) սահքի մակերևույթ. 5) թիկունքային կար. 6) վերսողանքային սանդղավանդ, 7) սողանքի առաստաղը, 8) աղբյուր



ա բ

Նկար 77 ա) սողանքային փլուզումներ, բ) «Հարբած» անտառը և ճնղքված ծառը սողանքային լանջի վրա (Մոսկվա գետի աջ ափ)

ՀՀ տարածքի չորս տոկոսը սողանքավտանգ են:

Գլուխ VIII

ՍԱՌՑԱԴԱՇՏԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

Սառցադաշտերն առաջանում են ձյան կուտակումների և հետագա վերափոխումների ճանապարհով ձյան հավերժական գծից վերև: Դա տեղի է ունենում տարեկան միջին ջերմաստիճանից ցածր և առատ կարծր տեղումների դեպքում:

Ձյան ծածկոցի ստորին սահմանը, կամ մակարդակը, ուր տեղացած և հալած ձյան քանակներն իրար հավասար են անվանվում է *ձյան սահման* կամ *ձյան կլիմայական գիծ*: Այս սահմանը որոշակիորեն կախված է կլիմայից:

Տեղացած ձյունը աստիճանաբար վերափոխվում է սառցի մի շարք գործոնների շնորհիվ: Ամռանը արևի ճառագայթներից տաքանալով ձյան մակերևույթը որոշ չափով հալչում է, ձյան փաթիլները ծուլվում են, իսկ գիշերները սառչելով ձևոք են բերում հատիկների տեսք: Հալման հետևանքով առաջացած ջրերի մի մասը ներթափանցելով ավելի խորը նույնպես ծուլում են ձյան փաթիլները: Այսպես, աստիճանաբար, փափուկ ձյունը վերը է ածվում ավելի խիտ զանգվածի՝ *ֆիրնի*:

Արևի ճառագայթների հետագա ազդեցությամբ սուբլիմացիայի (գոլորշացում սառցից և հակառակը) շնորհիվ անջատված տաքությամբ ձնա-սառցային զանգվածից աստիճանաբար դուրս է մղվում մնացած օդը: Իրար են միանում սառցե առանձին բյուրեղները և առաջանում ավելի խոշոր սառցե բեկորներ: Ձյան հետագա տեղումների բաժինների հաշվին ճնշման մեծացման շնորհիվ ֆիրնն ավելի է խտանում, դուրս մղելով օդի մնացած մասը: Այս բոլոր գործոնների ազդեցությամբ տակ ֆիրեր վերափոխվում է ֆիրնային սառցի, իսկ վերջինս էլ մաքուր, սպիտակ գլետչերային սառցի, և վերջում թափանցիկ գլետչերային սառցի:

Ձյունից գլետչերային սառցի առաջացած սխեման ունի հետևյալ տեսքը. ձյուն → ֆիրն → ֆիրնային սառույց → գլետչերային սառույց:

Սառցադաշտերի ամենացածր դիրքը համապատասխանում է Երկրագնդի մերձբևեռային շրջաններին և աստիճանաբար բարձրանալով ամենաբարձր դիրքը գրավում է մերձհասարակածային շրջաններում, որից հետո աստիճանաբար իջնելով բևեռամերձ շրջաններում հավասարվում է օվկիանոսի մակարդակին: Միջին լայնություններում ձյան սահմանը կախված է նաև լանջերի դիրքադրումից: Կովկասյան լեռնաշղթայում ձյան սահմանը փոխվում է 2744 *մ* արևմուտքում, մինչև 3780 *մ*՝ արևելքում:

Ժամանակակից սառցադաշտերը զբաղեցնում են երկրի մակրեսի 11% և կազմում են 16 մլն. *կմ*^{2}: Սառցադաշտերը զարգացել են գրեթե բոլոր լեռնային երկրների տարբեր կլիմայական գոտիներում, որտեղ գոյակցում են ցածր ջերմաստիճաններն ու կարծր տեղումները: Սառցա-

դաշտերը գբաղեցնում են մայրցամաքներ, կղզիներ: Ամենամեծ Անտարկտիկական սառցային ծածկոցը գբաղեցնում է ամբողջ մայրցամաքի 95% և հսկայական կղզիները 13,9 մլն. $կմ^2$ Գրենլանդիա կղզու 90% կամ 1.8 մլն $կմ^2$ պատված է սառցադաշտերով: Լեռնային սառցադաշտերը գբաղեցնում են 0,5 մլն $կմ^2$ մակերես:

Սառցադաշտերի տիպերը

Սառցադաշտերը երեք տիպի են. 1) լեռնային, 2) մայրցամաքային, 3) միջանկյալ: Սրանք միմյանցից տարբերվում են սնման պայմանների, հոսքի և մասնավորապես ստորսառցադաշտային օբյեկտի ռելիեֆի առանձնահատկություններով:

Ըստ մորֆոլոգիայի լեռնային սառցադաշտերը բազմազան են: Երիտասարդ լեռնային համակարգերում՝ Ալպեր, Կովկաս, Հիմալայներ, տարածված են հովտային կամ ալպիական տիպի սառցադաշտերը:

Այս սառցադաշտերի համար բնորոշ է հստակ արտահայտված սնման մարզը, որտեղ հաճախ լեռնահովիտների վերևի մասում ջրահավաք ձագարների լայնացումներ (որոնց անվանում են *ֆիրնային ավազաններ*) և գծային ձգված հոսքի մարզեր են: Հովտային սառցադաշտերը ըստ իրենց առանձնահատկությունների բաժանվում են պարզ և բարդ կամ պոլիսինթետիկ տարատեսակների:

Պարզ սառցադաշտերը ենթատ-անջատ ինքնուրույն սնման և հոսքի մարզեր ունեցող սառցադաշտեր են, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի իր սնման և հոսքի մարզը (*նկ. 78*):

Բարդ սառցադաշտերը բաղկացած են մի քանի սառցադաշտային հոսքերից, որոնք սնվում են տարբեր սնման մարզերից, այնուհետև միահյուսվում են: Այդպիսի սառցադաշտի օրինակ է 77 *կմ* երկարությամբ Ֆեդչենկոյի սառցադաշտը Պամիրում (*նկ. 79*):

Առանձնացվում են նաև հյուսված սառցադաշտերը, որոնք ունեն մեկ սնման



Նկար 78. Լեռնային սառցադաշտ ա) սնման մարզ, բ) հոսքի մարզ



Նկար 79. Մի քանի սառցադաշտային լեզվակներից բաղկացած բարդ լեռնային սառցադաշտ Սառցադաշտի մակերևույթ վրայի սև գծերը միջնային մորեններն են:

մարգ, սակայն լնգվակները շարժվում են տարբեր ուղղություններով (ալալյան տիպ)· Բացի սառցադաշտային այս մեծ տիպերից հանդիպում են նաև մանր սառցադաշտեր.

1) *Կարային սառցադաշտեր.* համեմատաբար փոքր, մեկուսացված թերգարգացած ռելիկտային (լատ. *ռելիկտուս*՝ մնացած, թողնված) սառցադաշտեր են, որոնք չունեն հոսքի մարզեր:
2) *Կախված սառցադաշտերը* կարայինի հետ համեմատած, լեռնալանջերի ոչ մեծ խորություններ (ցրած սառցադաշտեր) են, որոնցից դուրս են գալիս մանր լնգվակներ: Դրանք կախվում են և կարող են պոկվելով թափվել առաջացնելով սառցաթափեր:

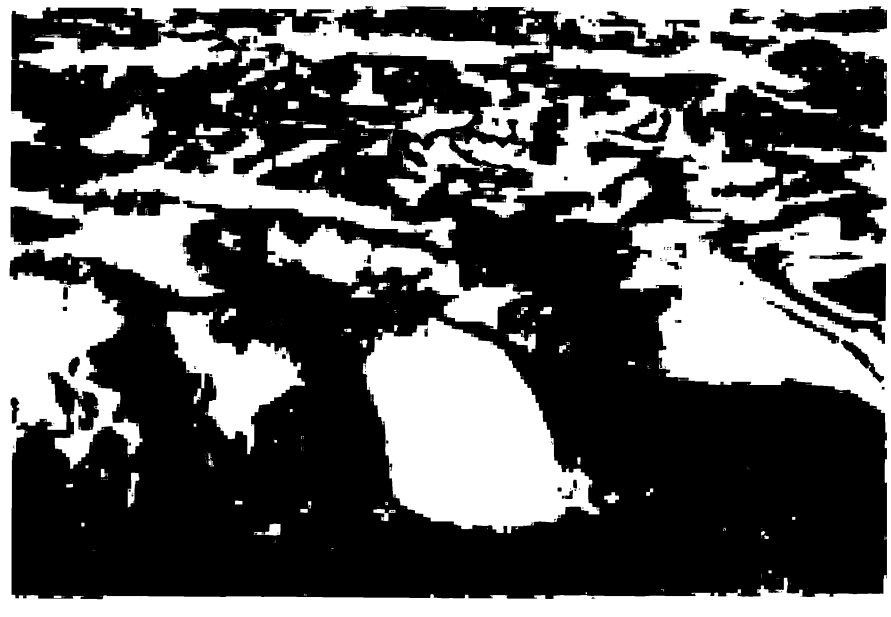
Մայրցամաքային կամ ծածկոցային սառցադաշտերը ի տարբերություն լեռնայինի, շատ խոշոր են և ծածկում են մայրցամաք և խոշոր կղզիներ: Սրանց մակերևույթը հարթ-ուռուցիկ է և հիշեցնում է վահան: Մայրցամաքային սառցադաշտերը շարժվում են հնարավոր բոլոր ուղղություններով: Անտարկտիդայի սառցադաշտի հզորությունը հասնում է մինչև 4 *կմ*-ի, իսկ Գրենլանդիայինը՝ 3,4 *կմ*:

Ընականաբար ցրտամասերում սառցադաշտերի հզորությունը նվազում է և նրանց միջից երբեմն երևում է վեր խոյացած ժայռերի կատարներ, որոնց տեղաբնակ էսկիմոսները անվանում են *նունատակներ*: Ամբողջ սառցային զանգվածը բաժանվում է (լեռնացքներում) առանձին սառցային զանգվածների, որոնք տեղ-տեղ մոտենում են ափին, իջնում օվկիանոսի մեջ, այնուհետև ջարդվելով սկիզբ դնում այսբերգների առաջացմանը (անգլ. *այսբերգ*՝ սառցալեռներ): Այսբերգները լողալով հասնում են մինչև միջին լայնությունները, իրենց հետ տանելով հսկայական քանակի ապարների բեկորներ:

Մայրցամաքային սառցադաշտերի տակ բնականաբար դժվար է պատկերացնել սառցադաշտերի հատակի ռելիեֆը, սակայն ակնհայտ է, որ տեղ-տեղ այն ցածր է օվկիանոսի մակարդակից:

Միջանկյալ սառցադաշտերը իրենց մեջ ընդգրկում են լեռնային և մայրցամաքային սառցադաշտերի տարրեր: Սրանք սարահարթային և նախալեռնային սառցադաշտեր են, որոնք կարող են ծածկել մի քանի հարյուր *կմ*^{2} անընդհատ ծածկոցով:

Այս սառցադաշտերը շարժվելով բաժանվում են առանձին հոսքերի և շարժվում լեզվակներով՝ ցած (օր. Սկանդինավիայում, *նկ. 80*):



Նկար 80. Սառցադաշտերի լեզվակները Շպիցբերգեն կղզում իջնում են ծովի մեջ (նկար Վ. Բոլտունովի)

Ոչ վաղ անցյալի հրաբխային գործունեության վայրերում հանդիպում են գլխարկանման սառցադաշտեր, որոնք ծածկում են հրաբխային կոնները, իջնելով լանջերով դեպի ցած (Էլբրուս, Կազբեկ, Արարատ և այլն):

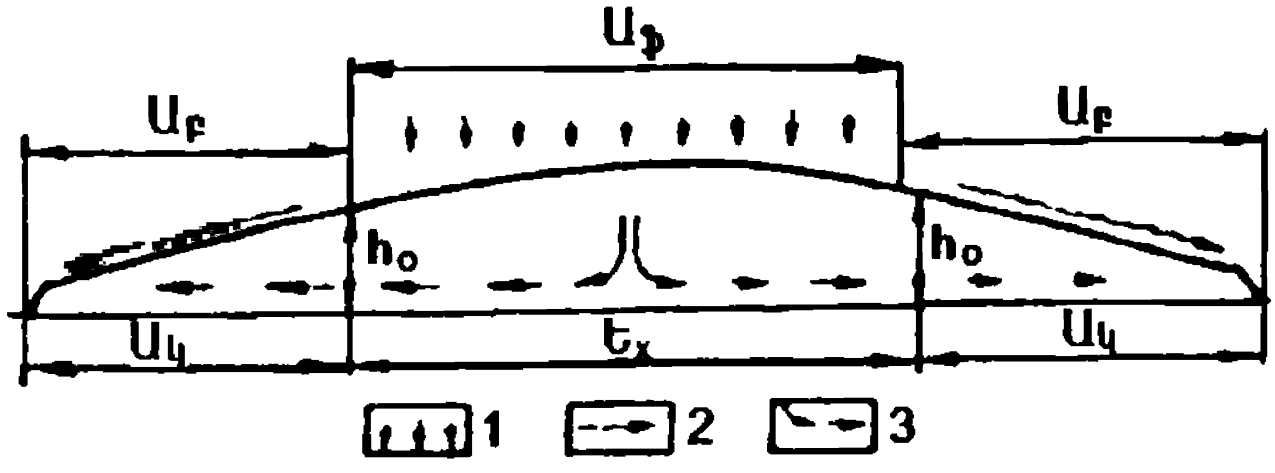
Նախալեռնային սառցադաշտերը ձևավորվում են բարձր, կտրտված լեռներում, ֆիրնային ավազանների առատ սնման ժամանակ: Սրանք շարժվելով լեռնահովիտներով դուրս են գալիս նախալեռնային հարթություններ, որտեղ միախառնվելով առաջացնում են հոծ սառցադաշտային ծածկոց-նախալեռնային սառցադաշտ:

Այդպիսի սառցադաշտեր կան Ալյասկայում:

Սառցադաշտերի շարժումը պայմանավորված է սեփական զանգվածի ճնշմամբ, որի շնորհիվ սառույցը խորքում ձեռք է բերում պլաստիկ հատկություն և սկսում է տեղաշարժվել: Լեռնային սառցադաշտերրի շարժման արագությունները անհամեմատ մեծ են քան մայրցամաքայիններինը: Այն պայմանավորված է ծանրության ուժի մեծացման կամ գրավիտացիոն գործոնով: Սառցադաշտերի շարժման արագությունը փոփոխվում է 02-04 *մ*-ից մինչև 20 *մ* և ավելի մեկ օրում: Երբեմն սառցադաշտի շարժման արագությունը կարող է մեծանալ: Օրինակ՝ Պամիրում Մեդվեժի սառցադաշտը 1963 թ. սկսել է շարժվել 50 *մ*/օր արագությամբ:

Հզոր մայրցամաքային սառցադաշտերում շարժումը կատարվում է շառավիղաձև հնարավոր բոլոր ուղղություններով՝ կենտրոնից դեպի եզրերը: Շարժման պատճառը կենտրոնից դեպի եզրերը հզորության փոքրացումն է, որը և բերում է ճնշումների տարբերության:

Սառցադաշտային վահանի շարժման դինամիկան ըստ Շանցերի (*նկ. 81*) ներկայացվում է սնման կենտրոնական մարգերից դեպի եզրերը: Շարժվելիս աբլյացիան ավելանում է, որը բերում է եզրամասերում հզորությունների փոքրացմանը: Այն մարզը, որտեղ ձյան հալչումը գերազանցում է հոսքի արագությանը անվանում են *աբլյացիայի մարզ*:



Նկար 81. Սառցադաշտային վահանի դինամիկայի սխեման (ըստ Ե. Վ. Շանցերի). Սֆ) սառցադաշտի սնման մարզ, Սա) աբլյացիայի մարզ, Եx) էկզարացիայի գոտի, Սկ) սառցադաշտային ակումուլյացիայի գոտի, h₀) սառցադաշտի առավելագույն հզորությունը, որի դեպքում հնարավոր է հիմնական մորենների ստորսառցադաշտային կուտակումը, 1) տեղումներ ձյան տեսքով, 2) մակերևույթային հալչում, 3) սառցադաշտի շարժումը

Կախված սառցադաշտերի սնման և աբլյացիայի մարզերի եզրային մասերի ռեժիմի փոխրահւսքերություններից առանձնացվում են.

1) Հաստատուն, դիրքը որոշվում է նրանով. որ ամբողջ սառցի հոսքը այդտեղ հալչում է:
2) Հարձակում կամ առաջ շարժում.երբ դրական հաշվեկշիռ է:
3) Նահանջ՝ երբ բացասական հաշվեկշիռ է.

Քանի որ սառցադաշտերի լայնական կտրվածքով շարժումը անհավասարաչափ է, ապա դա բերում է լարումների, տարբեր ճաքերի և ճեղքերի առաջացմանը: Հալված ջրերը լցվում են ճեղքերի մեջ և շատ մեծ արագությամբ շարժվում: Այդպես են առաջանում վերսառցադաշտային ջրանցքները, որոնք երբեմն ունենում են մեծ խորություններ: Այդ ջրանցքները լինում են նաև ներսառցադաշտային և ստորսառցադաշտային թունելների ձևով, որում ջուրը գտնվում է շատ մեծ ճնշումների տակ

Չորրորդական սառցապատումներ

Երկրաբանական չորրորդական ժամանակաշրջանում Եվրոպայի հյուսիսից, Հյուսիսային Ամերիկայի տարածքներից դեպի հարավ են շարժվել հսկայական սառցադաշտեր: Հսկայական չափերի են հասել նաև լեռնային սառցադաշտերը: Սառցադաշտերի գբաղեցրած ընդհանուր տարածքը կազմել է ավելի քան 45 մլն $կմ^2$ կամ էլ ընդհանուր տարածքի 30% Այդ սառցապատումների մասին կան մեծ թվով ուսումնասիրություններ:

Եվրոպական սառցապատումների կենտրոն է հանդիսացել Սկանդինավիան, որտեղ սառցադաշտերի հզորությունը կազմել է ավելի քան 3 $կմ$ · Ավելի փոքր հզորության սառցադաշտերի կենտրոն է հանդիսացել Նոր Երկիրը, Հյուսիսային Ուրալը: Արևմտա-Սիբիրական հարթավայրը Դնեպրյան սառցապատման ժամանակաշրջանում ծածկվել է ավելի փոքր հզորության սառցադաշտերով:

Չորրորդական սառցապատումները հսկայական տարածքներ են գբաղեցրել Հյուսիսային Ամերիկայում, որտեղ սառցադաշտային ծածկոցը կազմված է եղել երեք սառցադաշտային վահաններից՝ Գրենլանդական, Լաբրադորի-Լավրենտական և Կորդիլիերանյան:

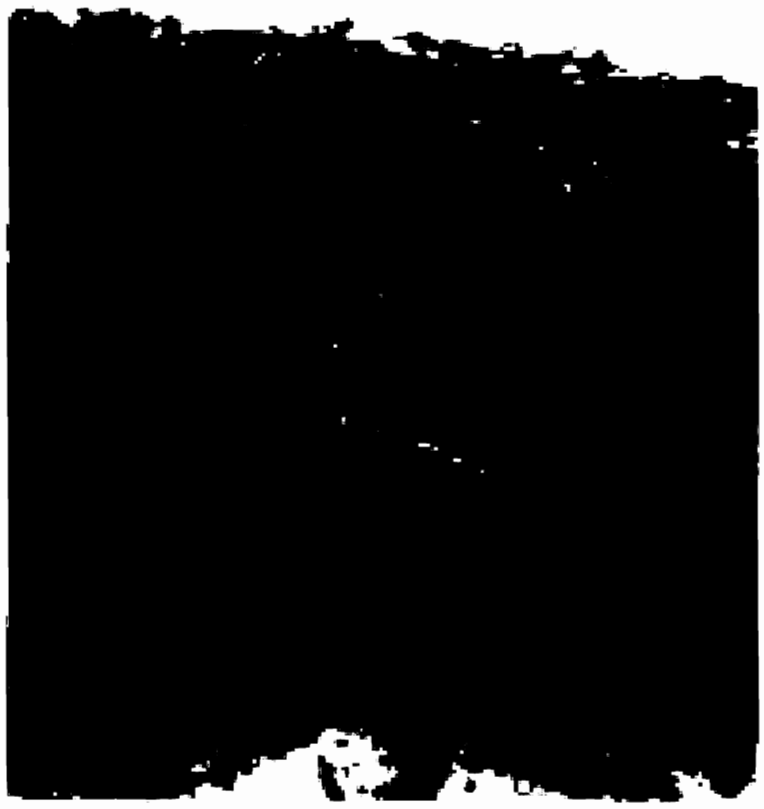
Սառցադաշտերի գործունեությունը

Սառցադաշտերի երկրաբանական գործունեությունը կազմված է բայքայող, տեղափոխող և ակումուլյատիվ գործոններից.

Սառցադաշտերի բայքայող գործունեությունը սկսվում է սառցադաշտի շարժման ժամանակ ստորսառցադաշտային օթյակի վրա առաջացրած հսկայական ճնշման հետևանքով, որի պատճառով ավելի հեշտ են բայքայվում սառցադաշտերի միջոցով տեղատարվող հողմահարված.

ճաքճքած և նստվածքային ծագման ապարները, ավելի դժվար՝ հրային ապարները: Սառցադաշտերը իրենց շարժման ճանապարհին հանդիպելով ցցված ժայռերի, ելուստների, կտրում և հարթեցնում են դրանց, առաջացնելով յուրահատուկ որոշ չափով ձգված ասիմետրիկ ձևեր, այսպես կոչված *խոյի ճակատներ* և *գանգուր ժայռեր*:

Երբեմն սառցադաշտերը պոկում, կտրում են ապարների խոշոր բեկորներ և տեղափոխում մեծ տարածություններ, որի ընթացքում բեկորային նյութերը մեկը մյուսին և հատակին քսվելով մանրացվում, ողորկում ու պատվում են ստվարագծերով:



Նկար 82. Սառցադաշտային կրկեսներ Վարդենիսի լեռներում

Լեռնային շրջաններում սառցադաշտերի և ձյան գործունեությամբ առաջանում են ռելիեֆի յուրահատուկ ձևեր, որոնց թվին են պատկանում կարները, ամֆիթատրոն հիշեցնող սառցադաշտային կրկեսները (*նկ. 82*), և սառցադաշտային հովիտները: Այդպիսի ուղղորդված գործունեության հետևանքով կարները ավելի ու ավելի են ընդարձակվում և խորանում:

Սառցադաշտերը հիմնականում շարժվում են նախկին էրոզիոն հովիտներով, և զգալիորեն վերափոխում, այն դարձնելով սառցադաշտային հովիտներ կամ *տրոգներ* (գերմ. *տրոգ*՝ տաշտակ):

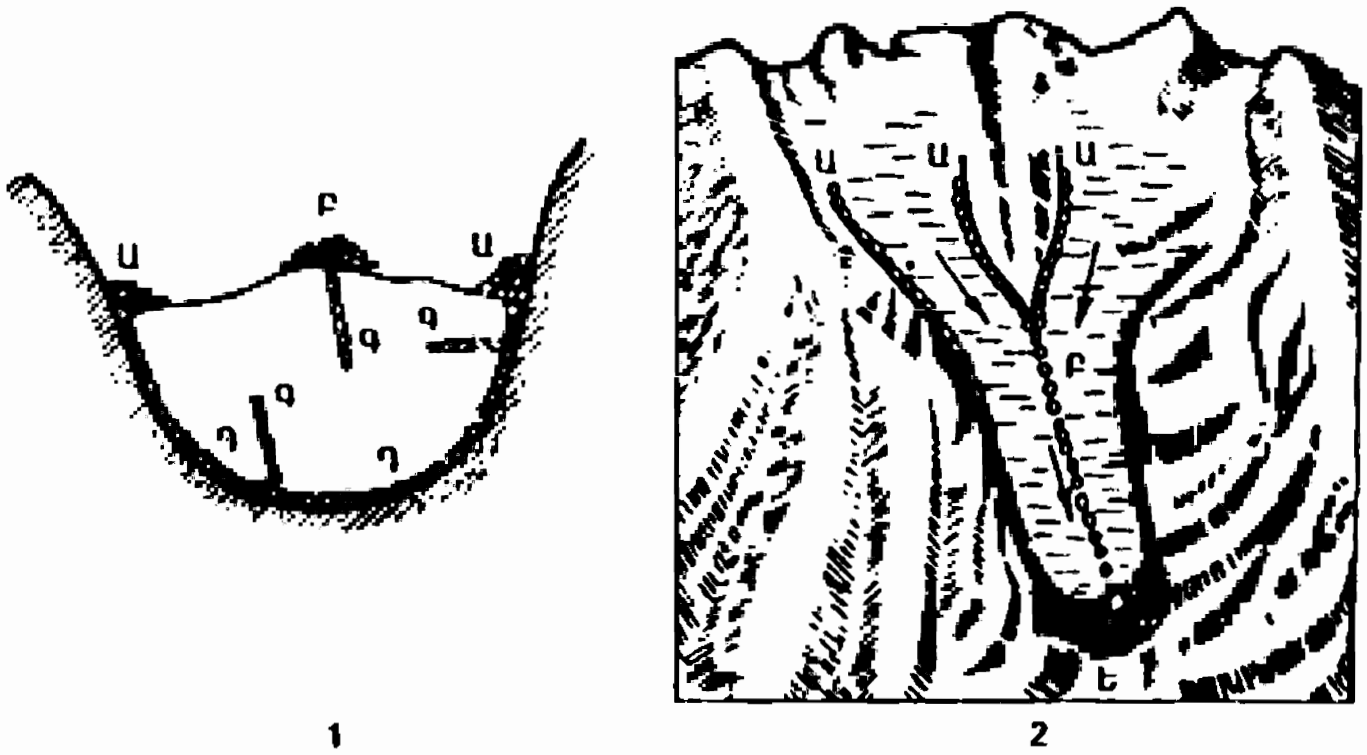
Տրոգային հովիտների երկայնակի պրոֆիլը խիստ անհավասար է: Հանդիպում են լայնակի բազմաթիվ սանդղավանդներ, որոնց անվանում են *ժայռապատնեշներ* և *հերկման տաշտակներ*:

Սառցադաշտերի քայքայող գործունեությունը հաճախ անվանում են *էկզարացիա* (լատ. *էկզարացիո*՝ հերկում):

Սառցադաշտերով տեղափոխվող բեկորային նյութը

Սառցադաշտերը իրենց հետ տեղափոխում են հսկայական քանակի տարաբնույթ նյութ՝ մանր կավային մասնիկներից մինչև հսկայական ժայռաբեկորները: Տեղափոխվող նյութը մեծամասամբ բաղկացած է հենց սառցադաշտերի կողմից քայքայված ապարներից և որոշ չափով ստորսառցադաշտային և վերսառցադաշտային հողմահարումից առաջացած նյութերից:

Սառցադաշտերով տեղափոխվող այս ամբողջ ապարների զանգվածին անվանում են *մորենաներ* (*նկ 83*):



1 2

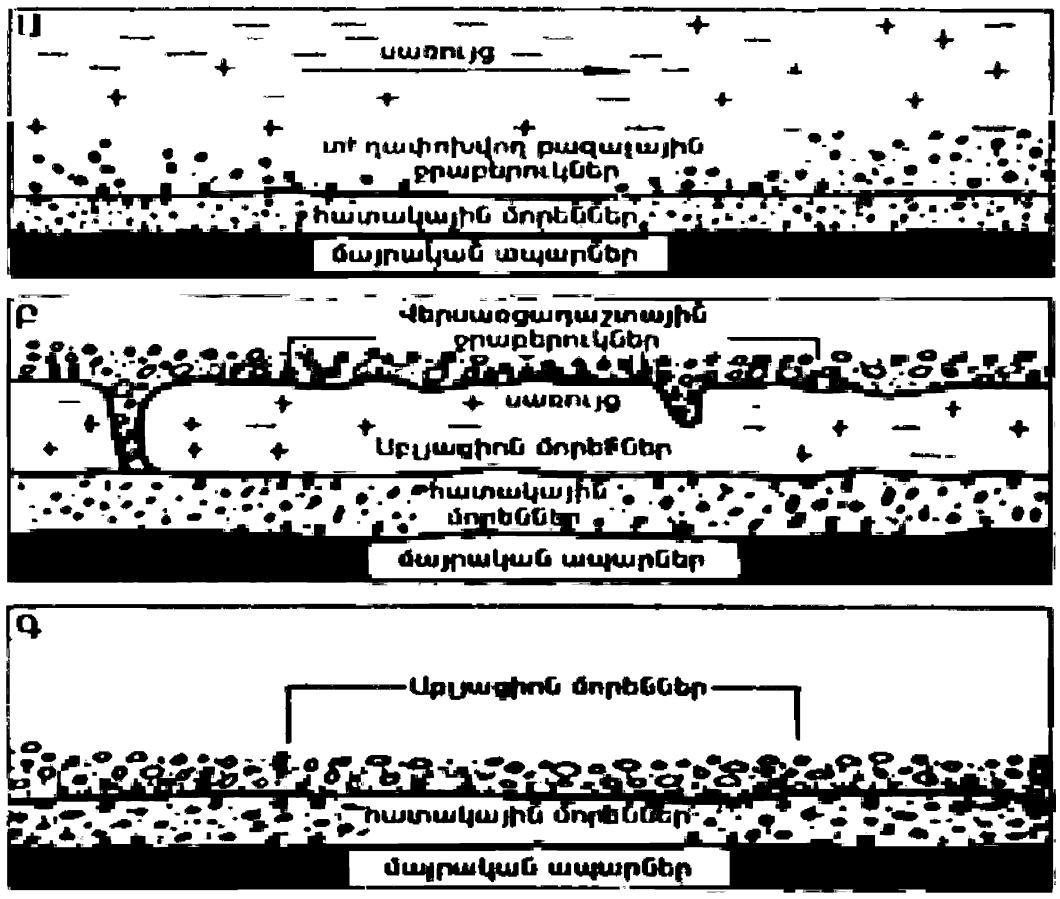
Նկար 83. Սառցադաշտի լայնական կտրվածքի վրա մորենների տեղադրման սխեման . 1) պլանում, 2) մորեններ Ա) ֆողային Բ) միջնային, Գ) ներքին, Դ) հատակային, Ե) վերջնային

Առանձնացվում են շարժվող և նստած մորեններ: Լեռնահովտային սառցադաշտերում շարժվող կամ տեղափոխվող մորենները չոր սառցադաշտի մեջ իրենց գրաված դիրքի լինում են. մակերևութային կազմված մերսառցադաշտային ապարների հողմահարված զանգվածից: Մակերևութային մորենների մեջ առանձնացվում են եզրային մորեններ որոնք սառցադաշտի լեզվակի եզրերում առաջացում են պատվարներ կամ ապարների թմբաշարքեր, միջնային մորեններ, որոնք նույնպես պատվարների ձևով տեղադրված են սառցալեզվակի միջին մասում ու առաջանում են երկու եզրային մորենների միահյուսումից: Ներքին մորենները առաջանում են և ֆիրնային ավազանի սահմաններում և հոսքի մարգում: Հատակային մորենները բնականաբար սառցադաշտերի հատակում են և առաջանում են սառցադաշտային էկզարացիայի հետևանքով.

Մայրցամաքային սառցադաշտերի մոտ մակերևույթին մորենների առաջացման համար աղբյուր գոյություն չունի: Այստեղ գլխավորը հատակային և ներքին մորեններն են: Եվ քանի որ մայրցամաքային սառցադաշտերը ունեն շատ մեծ հզորություն, նրանց ստոր սառցադաշտային օթյակում առաջանում են հսկայական սառցադաշտային էկզարացիոն հովիտներ:

Սառցադաշտերի ակումուլյատիվ գործունեությունը

Սառցադաշտերով տեղափոխվող հսկայական քնկորայինյութը տեղափոխման հետ միաժամանակ ենթարկվում է նստեցման կամ ակումուլյացիայի: Այստեղ առանձնացվում են հիմնական և վերջույին մորեններ (*նկ. 84*):



Նկար 84. Հիմնական և աբլյացիոն մորենների առաջացումը (ըստ Ռ. Ֆ Ֆլինտի). Ա) սառցադաշտի շարժման ժամանակ առաջացած ստորսառցադաշտային հիմնական մորենները, Բ) շարժումը դադարեցրած սառցադաշտի վրա մակերևույթային մորենները առաջացումը, Գ) հատակային մորենների վրա աբլյացիոն մորենների շերտի առաջացումը

Հիմնական մորենները առաջանում են սառցադաշտերով տեղափոխվող բեկորային նյութից: Լեռնային սառցադաշտերում հիմնական մորենները բաղկացած են բոլոր շարժվող մորենններից:

Մայրցամաքային սառցադաշտերում հիմնական մորենը առաջանում է հատակային և ներքին մորենններից: Սառցադաշտի հալվելու ժամանակ սառցադաշտի մեջ գտնվող բեկորային նյութը աստիճանաբար նստում է և վերադրվում հատակային հիմնական մորենի վրա ոչ մեծ հզորությամբ հորիզոնի տեսքով որին Ռ. Ֆ. Ֆլինտի (1963 թ.) առաջարկով անվանել են *աբլյացիոն մորեններ*:

Վերջին (չորրորդական) սառցապատումների հետևանք է համարվում ընդհարձակ թույլ ալիքավոր, բլրավետ հարթավայրերը՝ դրումլինային դաշտերի (*դրումլիններ*՝ մերձլայնական, օվալաձև բլուրներ) առաջացումը:

Վերջնային մորենները (*նկ 85*) առաջանում են երբ սառցադաշտը երկարատև կանգ է առնում այսինքն շարժման արագությունը հավասարվում է հալվելու արագության



Նկար 85. Սառցադաշտի վերջը ստորսառցադաշտային թունելով և վերջնային մորենով

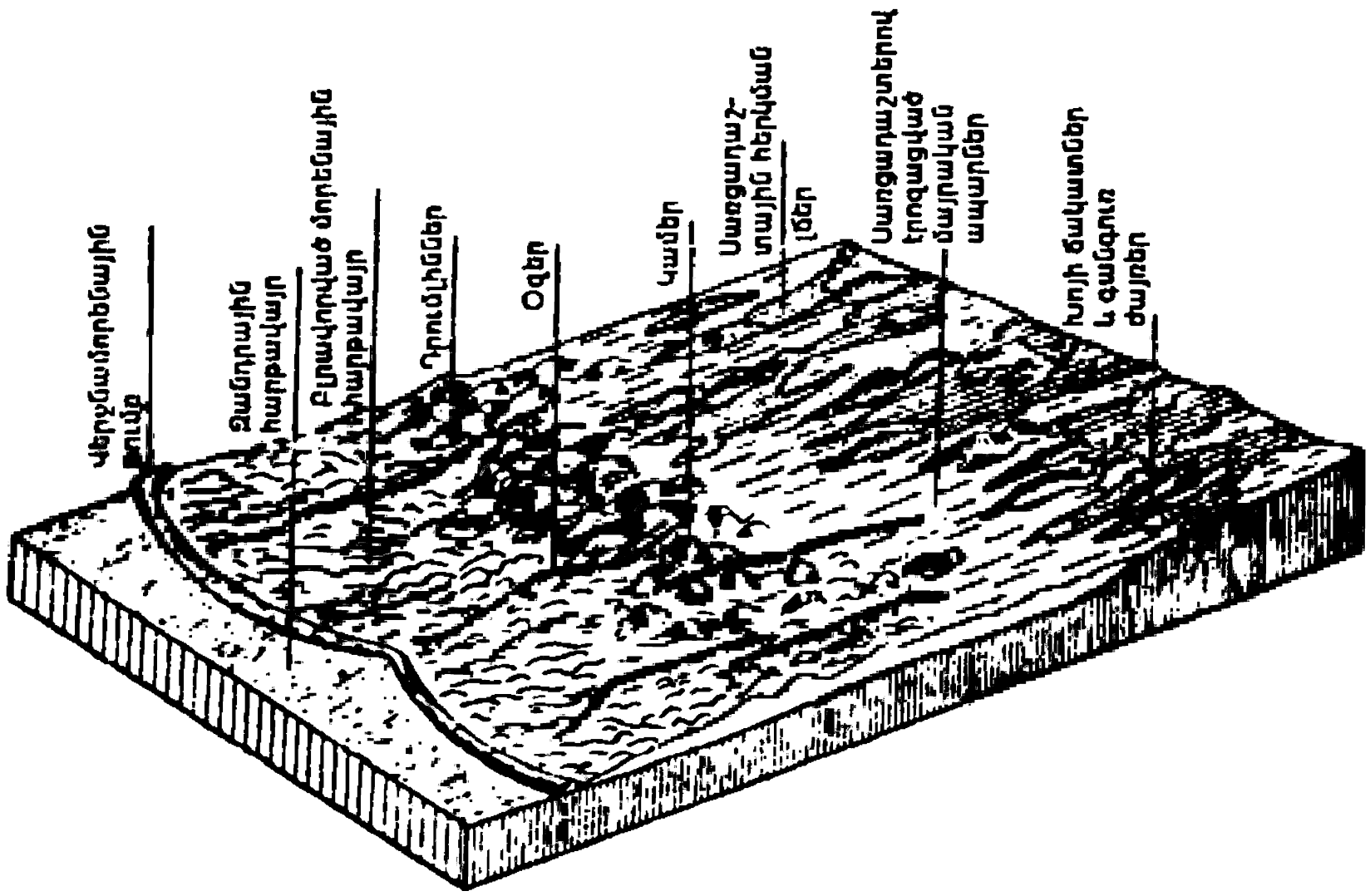
հետ և այս դեպքում սառցալեզվակի առջև գոյանում են թմբեր, պատվարներ, արգելաթմբեր: Դրանք բաղկացած են տարբեր քննորային նյութերից՝ շարժվող բոլոր մորենններից, որոնց և անվանում են *վերջնային* կամ *եզրային մորեններ* Վերջնային մորենների առաջացումը կապված է սառցադաշտերի կանգառի հետ:

Նստվածքային բոլոր մորենները բաղկացած են անհամասեռ և չտեսակավորված նյութերից, մանր կավեր, ավազակավեր կավավազներ, ճալաքարեր, խճաքարեր և ժայռաբեկորներ, գլաքարեր և այլն:

Ջրա-սառցադաշտային կամ ֆլյուվիոգլյացիալ նստվածքներ

Սառցադաշտի տարբեր մասերի շարժման տարբեր արագությունների կամ այլ պատճառներով առաջացած ճեղքերում և ստորսառցադաշտային թունելներում և անցուղիներում սառցադաշտերի հալչումից առաջանում են հզոր ջրային հոսքեր, որոնք շարժվում են մեծ արագությամբ: Լվացման ընթացքում վերջիններս նստեցնում են մորենային նյութը ինչպես շարժման ընթացքում այնպես էլ սառցադաշտի միջից դուրս գալուց հետո:

Այն բոլոր ակումուլյատիվ առաջացումները, որոնք կազմված են ջրա-սառցադաշտային հոսքերի գործունեության հետ անվանում են *ֆլյուվիոգլյացիալ* (լատ. *ֆլյուվիո՝* գետ, *գլայցիո՝* սառցային) (*նկ. 86*):



Նկար 86. Սառցադաշտային և ջրասառցադաշտային ձևերի փոխհարաբերությունների սխեման

Ֆլյուվիոգլյացիալ նստվածքները առաջացնում են ռելիեֆի յուրահատուկ ձևեր՝ զանդրներ, օզներ, կամներ:

Զանդրները (դանիերեն *զանդրներ* ավազ) կամ զանդրային դաշտերը տեղադրվում են վերջնային մորենների եզրերից հետո:

Այս նստվածքները առաջանում են սառցադաշտերից դուրս եկող հզոր ջրահոսքերով դուրս բերվող բեկորային նյութերի հաշվին: Հատկապես խոշոր զանդրներ են առաջացել չորրորդական սառցապատումների ժամանակ:

Օզները նեղ պատվարների և թմբաշարերի տեսքով բեկորային նյութի կուտակումներ են տեղակայված սառցադաշտի շարժման ուղղությամբ (*նկ. 87*): Ամենայն հավանականությամբ սրանք առաջացել են ստորսառցադաշտային և ներսառցադաշտային ջրանցուղիներում և սառցադաշտի նահանջից հետո պրոեկտվել են ստորսառցադաշտային մայրական օթյակի կամ էլ հիմնական մորենների վրա: Այլ տիպի օզերի առաջացումը կապված է խոշոր ստորսառցադաշտային հոսքերի ելքի հետ, որը սառցադաշտի եզրին առաջացնում է նեղ դելտա: Օզները զանդրների նման չորրորդական սառցապատումների մարզերում լայն տարածվածություն ունեն:



Նկար 87. Ուղղագիծ օզ

Կամերի առաջացման պայմանները էապես տարբերվում են օզերի և զանդրների առաջացման պայմաններից: Կամերը՝ միջինը 10-12*մ* բարձրությամբ անկանոն բլուրներ են, կազմված տարբեր ավազներով, երբեմն խճաքարերով և գլաքարերով, նուրբ կավերով և ճալաքարերով (*նկ. 88*):

Այսպիսի տարաբնույթ և անհամասեռ կազմը, շերտավորվածությունը և նուրբ ժապավենաձև կավերի առկայությունը վկայում են, որ կա-

մերի առաջացումը պայմանավորված է կանգնած սառցադաշտերով Նստվածքները կուտակվել են սառցադաշտի տակ եղած տարբեր իջվածքներում, ուր հալոցքային ջրերը բերել են անհամասեռ բեկորային նյութը: Սառցադաշտի անհետանալուց հետո վերսառցադաշտային լճային նստվածքները պրոեկտվել են հիմնական մորենների մակերեսի վրա անկանոն բլուրների տեսքով:



Նկար 88. Կամեր Հյուսիսային Կարելիայում (նկար Գ. Ա. Բիսկե)

Լճա-սառցադաշտային կամ լիմնոգլյացիալ (լատ. *լիմնե* լիճ) նստվածքները: Լճա-սառցադաշտային նստվածքների յուրահատուկ տիպ է, որն առաջանում է մերձ սառցադաշտային լճերում, երբ սառցադաշտի լեզվակին ընդառաջ են գնում գետերը և իրենց ջրերը թափում սառցադաշտի տակ: Առաջանում են ստորսառցադաշտային քաղցրահամ լճեր Այս նստվածքները բաղկացած են ավազների և կավերի նուրբ կուտակումների հերթափոխումներից· Կավերի և ավազների յուրաքանչյուր զույգ համրնկնում է մեկ տարվա ժամանակին: Ամռանը, երբ սառցադաշտը ավելի ինտենսիվ է հալչում և գետաջրերն էլ կախված վիճակում մեծ քանակությամբ նյութ են տեղափոխում դեպի լիճ կավի և ավազի ժապավենի (նստվածքի) հզորությունը մեծ է լինում. իսկ ձմռանը միայն նուրբ կավերի աւուջացրած ժապավեններն են, և կապված են կախված նյութի մուտքի կրճատումների հետ: Այսպիսով ամռանը նստում են ավազների և կավերի. իսկ ձմռանը միայն կավերի նստվածքներ, որոնք նման են ճկված ժապավենների և այդ պատճառով էլ անվանում են *ժապավենային կավեր* Ժապավենների թվով կարելի է որոշել նրանց կուտակման տարիների թիվը: Ժապավենաձև կավերը շատ են տարածված չորրորդական սառցապատումների շրջանում.

Չորրորդական պերիոդի մայրցամաքային հզոր սառցապատումները հսկայական ազդեցություն են թողել շրջակա տարածքի կլիմայի վրա, որը անվանվել է *պերիգլյացիոն*

Այդ սահմաններում ընթացել են յուրօրինակ պրոցեսներ, հավերժական սառածվածության գոտիների առաջացում կապված ջրի ներթափանցման և սառելու հետ, ապարների մեջ խորը ճեղքերի առաջացում, գրունտների ողողման պրոցեսներ, *սոլիֆլյուկցիա* (գրունտների հոսք) և այլն:

Սառցապատումները եղել են ոչ միայն չորրորդական, այլ նաև վաղ ժամանակաշրջաններում: Դրա լավագույն վկայությունը հին խտացված մորենիներն են՝ *տիլլիտները*, լճա-սառցադաշտային ժայռավճահան կավերը և այլն:

Հաստատված է, որ առանձնապես ուժեղ սառցապատումներ են եղել ուշ պրոտերոզոյում և ուշ պալեոզոյում:

Գլուխ IX

ՔԱՄՈՒ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ցամաքային դենացացիայի գործոններից մեկն էլ քամին է:

Քամու ազդեցությունն ավելի ուժգին է արտահայտվում անապատային և կիսանապատային մարզերում, որոնք զբաղեցնում են ցամաքի մակերեսի 20%-ը: Քամու առաջացմանը նպաստում են ջերմատիճանների օրական տատանումները, գոլորշացումը, որոնք բազմաթիվ անգամներ գերազանցում են մթնոլորտային տեղումների քանակը, բուսական ծածկոցի նոսրությունը կամ իսպառ բացակայությունը և այլն: Քամու ակտիվ գործունեությունը նկատելի է որոշ ծովերի և գետերի բուսածածկույթից զուրկ ափամերձ գոտիներում: Այն բոլոր պրոցեսները, որոնք պայմանավորված են քամու գործունեությամբ անվանվում են *էոլային* (*Էոլ*՝ հին հունական դիցաբանությունում քամու աստծո անունը):

Էոլային են նաև ցամաքային նստվածքները, որոնք առաջանում են հողմային ակումուլյացիայի հետևանքով և համապատասխան ռելիեֆի ձևերը (բարխաններ, դյուներ, թմբաշարեր և այլն):

Քամու երկրաբանական գործունեությունը բաղկացած է մի շարք գործոններից՝ *դեֆլյացիա* (փչում և ցրում), *կոռազիա* (հղկում), *տեղափոխում* և *ակումուլյացիա* (կուտակում):

Այս բոլոր գործոնները միասին բարդ ամբողջական պրոցես են: Որոշ վայրերում դրսևորվում են քամու գործունեության մեկ, իսկ մեկ այլ վայրերում մյուս գործոնները (*նկ. 89, 90*):



Նկար 89. Հրազդան գետի հովտում Բջնի գյուղի մոտ բազալտների հողմահարման ձևեր (նկար Հ.Կ.Գաբրիելյանի)



Նկար 90. Գորիս քաղաքի մոտ հրաբխածին-բեկորային հաստվածքում հողային բուրգերը և քարանձավները (նկար Լ. Ն Զոհրաբյանի)

Դեֆլյացիա

Դեֆլյացիան (լատ. *դեֆլայցիո*՝ փչում, հեռացում) այն երևույթն է, երբ քամով կամ քամիպելով դուրս է բերվում ավազային նուրբ և ւսանրահատիկ նյութը:

Անապատային մարզերում քամին ներխուժում է ապարների բոլոր ճեղքերն ու անցքերը և այնտեղից փչամաքրում, դուրս բերում հողմահարված փխրուն նյութերը: Դա է պատճառը, որ ապարների ճեղքեր այստեղ բացված են: Խորաբաց ճեղքերի առկայությունը նպաստում է ֆիզիկական հողմահարման պրոցեսների ակտիվացմանը, որը վերջին հաշվով բերում է ճոճվող ժայռերի առաջացմանը:

Զառիթափ լանջերում, երեք վերջիններս կազմված են տարբեր ապարներից տեղի է ունենում հողմահարման և դենֆլյացիայի ընտրովի աշխատանք (*նկ. 91*): Համեմատաբար փխրուն ապարները հողմահարվում դուրս են բերում, իսկ կարծրները մնում են: Քամու այդպիսի աշխատանքի դեպքում առաջանում են ապարներից ելուստներ և խորշեր:



Նկար 91. Հողմահարման և փչման արդյունքով առաջացած տարբեր որմնախորշեր

Դենֆլացիոն պրոցեսները համեմատաբար ուժգին են արտահայտվում երկրագնդի բուսածածկույթից զուրկ մարզերում, որոնք կազմված են տարբեր ծագման փխրուն նյութերից: Քամին իր հետ վերցնում է այդ փխրուն նյութերից մանր մասնիկները և տեղափոխում իր շարժման ուղղությամբ: Նյութի քամիարմանը և վերաքամիարմանը նպաստում են անապատային մարզերի մակերևույթի անհարթությունները: Անապատներին երբեմն անվանում են գոգահովիտների էյրենիք, քանի որ այնտեղ տարածվում են բազմաթիվ մեծ ու փոքր իջվածքներ: Դա որոշ հետազոտողների կարծիքով դենֆլյացիոն պրոցեսների արդյունք է: Մի շարք անապատներում իջվածքները համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակից բավականին ցածր են: Այդ գոգահովիտների հատակային մասերում դիտվում է աղերի կուտակումներ, որոնք առաջանում են ապարների ծակոտիներում գրունտային ջրերի բարձրացման, տեղադրման ու գոլորշացման արդյունքում: Հետագայում աղերը բյուրեղանում են և փխրեցնում ապարները: Արիդային կլիմայական մարզերում առաջանում են փխրուն, փոշենման հեշտ քամիարվող աղուտային հորիզոններ: Շոգ, անհողմ օրերին աղուտների վրա առաջնում են հզոր տուրբուլենտ հոսանքներ՝ պտտաէջքանման մրրկություններ, որոնք փչում հեռացնում են հողմահարված փխրուն նյութերը: Այդ հոսանքների առաջացման պատճառը երկրի մակերևույթի տարրերի անհավասար տաքացումն է: Արդյունքում տարեց-տարի գոգահովիտների խորությունը ավելի է մեծանում: Սահարայում այդպիսի երկարավուն հովտանման

գոգավորություններին անվանում են *վաադիներ*: Հարկ է նշել, որ սրանց նախաառաջացման պատճառը այնուամենայնիվ կապված է ջրի լվացման հետ, որի վրա այնուհետև վերադրվել է էոլային գանգվածը:

Տեղափոխում և կոռազիա

Փչող քամին իր հետ տեղափոխում է ավազի և փոշու մասնիկները հարյուրավոր, նույնիսկ հազարավոր կիլոմետրեր: Տեղափոխող նյութը քամու միջոցով տեղատարվում է ինչպես օդում կախված վիճակով, այնպես էլ գետնով գլորելով և այս դեպքում տեղափոխվող մասնիկների տրամաչափը կախված է քամու արագությունից: Եթե քամու արագությունը 6,5 *մ/վրկ* է, ապա այն տեղափոխում է մինչև 0,25 *մմ* չափերով փոշի և մանրահատիկ ավազ, 10 *մ/վրկ* դեպքում՝ մինչև 1 *մմ*, 20 *մ/վրկ* դեպքում՝ 4-5 *մմ* մասնիկներ են տեղափոխում:

Փոթորիկների ժամանակ օդով կարող են տեղափոխվել մանր քարաբեկորներ: Տեղափոխման հեռավորությունները տարբեր են և կախված են քամու արագության փոփոխություններից: Աֆրիկայի անապատների փոշին փչող պասատների կողմից տեղափոխում է 2000-2500 *կմ*, որը զգալի գանգված է Ատլանտյան օվկիանոսի նստվածքների մեջ:

Կոռազիան (լատ. *կոռազիո*՝ հղկում եմ) քամով տեղափոխվող ավազահատիկների հարվածներից ժայռերը կլսզմող ապարների վրա կատարված փոփոխություններն են (*նկ. 91*):

Բնականաբար քամով տեղափոխվող առավել խոշորահատիկ մասնիկները շարժվում են գետնամերձ օդի շերտերով 1-2*մ* գետնից բարձր: Հենց այս շերտում էլ տեղի է ունենում առավելագույն կորրազիան: Ուժգին, հաճախակի հարվածները մաշում են ժայռերի հիմքերը, որի արդյունքում առաջանում են մնացորդային ժայռեր յուրահատուկ ուրվագծերով վերևում՝ լայն, հիմքի մոտ բարակ և նեղ, որոնք հիշեցնում են սնկերի հենց այդպես էլ անվանում են՝ *անապատային սնկեր* (*նկ. 92*):

Համեմատաբար մեկ ուղղությամբ փչող քամիների դեպքում առաջանում են կորրազիոն դեֆլյացիոն որմնախորշեր, ոչ մեծ քարայներ, խցեր: Կայուն, մեկ ուղղությամբ փչող քամիների դեպքում, ավազային շիթերը առաջացնում են առանձին ակոսներ կամ փողրակներ (1-2 երբեմն էլ 6 *մ* խորությամբ), որոնք միմիանցից առանձնացված են անկանոն զուգահեռ կատարներով: Չինաստանում դրանք հայտնի են *յարդանգներ* անունով: Տարբեր կարծրության միներալներից կազմված անհամասեռ ապարներում օդի տուրբուլենտ, պտտական շարժումների շնորհիվ ավազահատիկների հարվածներից «շաղափվում» են չափերով ոչ մեծ և փոքր խորությամբ բջիջներ, որոնք կազմում են բջջավոր ժայռեր և հիշեցնում են մեղուների մեղրաբջիջներ մեծացված չափերով (*նկ. 93*):

Կոռազիայի հետևանքով առաջանում են եռանիստ կամ բազմանիստ հարթ փայլեցրած մակերևույթներով սուր կողերով էոլային հղկված



Նկար 92. Կոռազիայի սնկանմման ձև



Նկար 93. Քամու գործունեությամբ և հողմահարմամբ առաջացած բջջավոր մակերևույթ տուֆերի վրա

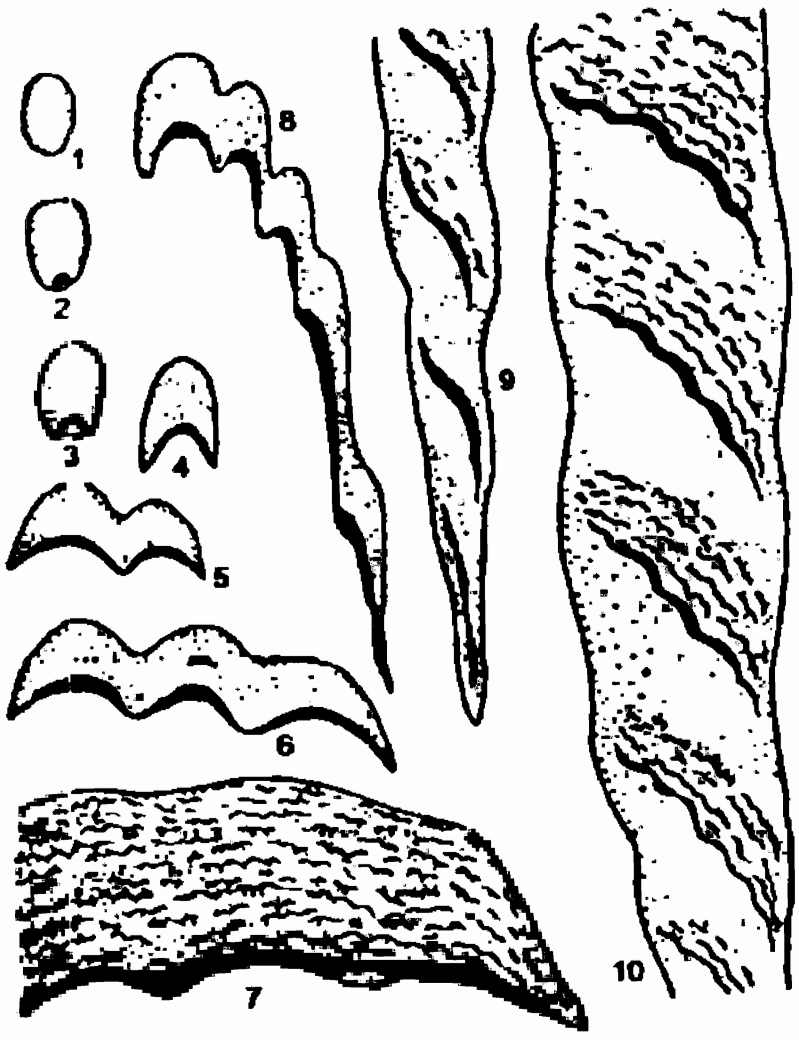
ապարներ: Կոռազիան արտահայտվում է նաև անապատների հոլիզոնական տեղադրմամբ կավային մակերևույթների վրա:

Էոլյան ակումուլյացիա և էոլային նստվածքներ

Դեֆլյացիայի հետ միաժամանակ տեղի է ունենում նաև նստեցում կապված քամու արագության փոքրացման հետ: Այս դեպքում առաջանում են ցամաքային էոլային նստվածքների յուրահատուկ տիպեր, որոնք պայմանականորեն կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ ավազներ և լյուսեր (*նկ 94, 95*).

Էոլյան ավազները րստ ծագման կարող են լինել ֆիզիկական հողմահարման հետևանքով առաջացման, որպես գետերի, լճերի, ծովերի նստվածքների վերաբամհարման արդյունք: Էոլային ավազային նստվածքները տեղադրվում են դեֆլյացիայի մարզերից ոչ շատ հեռու: Ավելի հեռու են տեղափոխվում և տեղադրվում մանր, փոշենմանն նյութերը՝ անապատների եզրերում, նրանց կից տափաստաններում և լեռնալանջերին: Այդպիսի մանրահատիկ նյութերի կուտակումները ստացել են *լյոս* անվանումը:

Լյոսները չշերտավորված, բաց դեղին կամ դեղնավուն գույնի մատներով հեշտ տրորվող ապարներ են, որոնց մեջ մոտավորապես 50 %-ը կազմում են 0.05-0.01 *մմ* փոշու մասնիկները: Լյոսերի ամրողջ հզորությամբ, բայց ոչ շարունակաբար, բարձրանում են խողովակաձև ծակոտկինների հետքերի համակարգեր, որոնք արդյունք են բույսերի փտած արմատների հետքերի: Լյոսերը խիստ կարբոնատացված են, կրաքարերի գանգվածները երբեմն առաջացնում են ճկված հրաշագեղ, գեղեցիկ ձևեր, որոնց ան-



Նկար 94. Մերկացած ավազներով ռելիեֆի հիմնական ձևերի զարգացման սխեման (ըստ Բ. Ա. Ֆյոդորովիչի) .
1) բարխանային բլիթ, 2) էմբրիոնային բարխան, 3) երիտասարդ բարխան, 4) կիսալուսնային բարխան, 5) զույգ բարխան, 6) բարխանային շղթա, 7) խոշոր համալիր բարխանային շղթա, 8) խմբային բարխան, որը երկայնական քամու ղեպքում անցնում է բարխանային շղթայի, 9) բարխանային երկայնական բլրաշարք անկյունագծային կողերով, 10) խոշոր երկայնական բլրաշարք անկյունագծային կողերի համալիրով



Նկար 95. Լյոսերից բաղկացած ուղղաձիգ դարափուլներ
(նկար Գ. Պ. Գորշկովի)

վանում են կռունկներ: Այս ապարները շատ են տարածված միջին Ասիայում, Չինաստանում, Ուկրաինայում և այլ վայրերում: Լյոսերի հզորությունները հասնում են 100 և ավելի մետրերի:

Մինչ այժմ լյոսերի առաջացման վերաբերյալ չկան միանշանակ բացատրություններ: Լյոսերի էոլային ծագման հիպոթեզ առաջ է քաշել Վ. Ա. Օբրուչևը:

Բազմաթիվ վեճեր են առաջացնում Ուկրաինայի տարածքի լյոսները, որոնք տարածված են գետերի ջրբաժաններում, լանջերի վրա, հին գետային դարավանդներում և ունեն ծածկոցային բնույթ: Շատ հետազոտողներ դրանց ծագումը բացատրում են քամու գործունեությամբ: Բազմաթիվ լյոսային նստվածքներում հանդիպում են ավելի խոշորահատիկ նյութեր, երբեմն էլ ավազների ոսպնյակներ շերտավորության նկատելի հետքեր: Այս ամենը վկայում են, որ լյոսների առաջացմանը նպաստել է ջրային միջավայրը:

Այդ պատճառով էլ առաջ են քաշվում լյոսների առաջացման դելյուվիալ, ալյուվիալ, ջրա-սառցադաշտային, հողային վարկածները: Ըստ որոշ հետազոտողների ժամանակակից լյոսերը և լյոսանման նստվածքները չոր կլիմայական գոտիներում կարող են առաջացած լինել ալյուվիալային, դելյուվիալային և ցամաքային այլ նստվածքներից հողմահարման, հողառաջացման և այլ պրոցեսների հետևանքով:

Գլուխ X

ԼՃԵՐԻ ՈՒ ՃԱՀԻՃՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

Լճերի երկրաբանական դերը:

Լճեր են անվանվում երկրի մակերևույթի ջրով լցված գոգավորությունները, որոնք կապված չեն ծովի հետ: Լճերի համապարփակ հետազոտություններով զբաղվում է լիմնոլոգիան կամ լճագիտությունը: Համեմատած ծովի և գետերի երկրաբանական գործունեության հետ լճերի երկրաբանական գործունեությունը նշանակալիորեն փոքր է: Լճերը երկրի մակերևույթի վրա զբաղեցնում են գումարային 2,7 մլն. *կմ*^{2} կամ ցամաքի 1,8%-ը: Լճերի խորությունը տարածվում է լայն սահմաններում (Էլտոն՝ 0,8 *մ*, Բայկալ՝ 1620 *մ*):

Խոշոր լճերին անվանում են *ծովեր* (օր.՝ Կասպից, Արալյան): Լճային գոգավորությունները ըստ ծագման լինում են՝

1) *Տեկտոնական* (օր.՝ Բայկալ, Սևան, Տանգանիկա, Նյասսա),
2) *Հրաբխային*, որոնք առաջացել են հանգած հրաբխների խառնարաններում և պայթման խողովակներում,
3) *Սառցադաշտային*, որոնք առաջացել են սառցադաշտերի հերկման կամ ակումուլյատիվ գործունեության արդյունքում: Սկանդինավիայում, Կոլա թերակղզում և Կարելիայում շատ են տարածված չորրորդական *սառցադաշտային* լճերը:
4) *Ողողատային* և *դելտային լճերը* գետահովտից դուրս մնացած հնահուններ, ողողատային և դելտային առանձին գետաբազուկներ են, որոնք վերափոխվել են լճերի:
5) *Կարստային, թերմոկարստային*, որոնք խոշոր ճագարներ կամ լուծված ապարների մակերևույթում գոգավորություններ են: Թերմոկարստային պրոցեսները լայն զարգացած են հավերժական սառուցության գոտիներում կապված սառցի տեղ-տեղ հալման հետ, որի հետևանքով տեղի են ունենում փլուզումներ: Նստեցմանը կամ փլուզմանը նպաստում է նաև սուֆոզիայի երևույթը (մանր մասնիկների մեխանիկական դուրս բերումը լուծված վիճակում):
6) *Փլուզումային*, որոնք առաջանում են լեռներում փլուզումների հետևանքով: Օրինակ՝ Մուրգաբ (Պամիր) գետի վրա Սարեզի լճի առաջացումը կապված է 1911թ. երկրաշարժի հետ: Երբ գետի հովիտը թաղվում է փլուզումներով, լավային հոսքերով, վերջնային մորեններով անվանում են *արգելապատնեշային լճեր*: Սրանց թվին են վերագրվում նաև արհեստական ամբարտակները:

Բազմաթիվ լճային գոգավորություններ իրենց ծագմամբ պարտավոր են մի քանի գործոնների միաժամանակ: Լճերի հիդրոլոգիական

ռեժիմը (ջրի ավելացումը և նվազումը) տարբեր է՝ պայմանավորված է շրջանի կլիմայական առանձնահատկություններով: Հումիդային (խոնավ) կլիմայական մարզերում գտնվում են գլխավորապես քաղցրահամ հոսք ունեցող լճերը: Սրանք սնվում են գետերով և գոլորշացմանը զուգահեռ ջրի մի մասը դուրս է բերվում գետերով և մի մասն էլ տալիս են ստորջրյա հոսքին: Կան լճեր, որոնք ունեն միայն ստորգետնյա հոսք: Արիդային (չոր) և սեմիարիդային (չորայնության) կլիմայական գոտիներում տարածված են աղային անհոսք լճերը,իսկ ջրերը ծախսվում են գոլորշացման համար:

Լճերի ջրերի զանգվածի մեծ մասը առաջանում է մթնոլորտային տեղումներից, ինչպես մշտական, այնպես էլ պարբերական ջրային հոսքերի հաշվին: Կան մնացորդային լճեր, որոնք արդյունք են նախկին ծովային ավազանների: Կասպից ծով-լիճը մոտ հարյուր հազար տարի առաջ միացած է եղել Ազով ծովի հետ Մանիչի հովտով:

Լճերի ջրերի կազմը և աղիությունը որոշվում է բազմաթիվ գործոններով, որոնցից մեծ նշանակություն ունեն ներմուծվող գետային և գրունտային ջրերն ու կլիմայական պայմանները: Կախված դրանից փոխվում է նաև միներալիզացիայի աստիճանը (աղիությունը) և քիմիական կազմը: Որոշ դեպքերում հաշվի է առնվում ապարների կազմը, որոնք կազմում են լճային գոգավորությունը: Հումիդային մարզերի լճերում մեծ տարածում ունեն քաղցրահամ, թույլ միներալացված ջրեր, որոնցում գերակշռում են HCO_3^- և Ca^{2+} իոնները, այն դեպքում, երբ արիդային և սեմիարիդային գոնաներում հանդիպում են աղի լճեր և նույնիսկ խիստ աղի, հագեցած լուծույթներ ավելի քան 250 *գ/լ* միներալացմամբ (Էլտոն, Կուչակ և այլն): Տարբեր է և ջրերի աղային կազմը՝ հիդրոկարբոնատ-կալցիումայինից մինչև քլորիդա-նատրիումային: Հիմնական բաղադրամասերին զուգահեռ բնական ջրերի մեջ (HCO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ և Na^+) մասնակցող, լճային ջրերում հանդիպում են որոշ չափով ֆոսֆորի, սիլիցիումի, մասամբ երկաթի միացություններ: Ջրերում առկա են նաև լուծված գազեր (O_2, N_2, CO_2 և այլն), օրգանական միացություններ և նրանց քայքայման արդյունքները:

Ըստ լուծված նյութերի կազմի առանձնացվում են աղի լճերի հետևյալ տիպերը

1) *Սոդային* կամ *կարբոնատային* Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $NaCl$, Na_2SO_4 պարունակություններով:
2) *Աղային* կամ *քլորիդային* (Էլտոն, Բասկունչակ, Ինդեր և Մերձկասպյան իջվածքի այլ լճեր):
3) *Գաղջ-աղային* կամ *սուլֆատային* (Կուլունդինյան մի շարք լճեր, Բատալպաշայի լիճը Կովկասում) պարունակում են Na_2SO_4, $MgSO_4$, $CaSO_4$ և $NaCl$, $MgCl_2$:

Լճերի երկրաբանական գործունեությունը շատ նման է ծովային ավազանների գործունեությանը և իր մեջ ընդգրկում է ափային սանդղավանդներ, ափամերձ ջրավազանի հատակի, տեղափոխման, բեկորային նյութի տեսակավորման և ավազանի մեջ լուծված նյութի տեղադրման և նստվածքների կուտակման պրոցեսները:

Լճերի քայքայող աշխատանքներում մեծ է ալիքների դերը, որոնց քայքայող ուժը մեծանում է ուժեղ քամիների դեպքում: Քայքայման և տեղափոխման աշխատանքներին նպաստում է տարաքաշումը՝ ջրի բարձրացված ալիքների դեպքում ջրի մակարդակը տատանվում է 1-2 *մ*: Լճերի երկրաբանական աշխատանքը ճիշտ պատկերացնելու համար պետք է դիտարկել արհեստական ջրամբարների ափերի և ափամերձ գոտիների քայքայումը ու քայքայված նյութի տեղափոխումը: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ մի քանի տարում ափերը կտրատվում են մինչև 50 *մ* նույնիսկ 110-115 *մ* արագությամբ:

Լճային նստվածքների կազմը կախված է կլիմայական պայմաններից, ռելիեֆից, ջրահավաք ավազանի երկրաբանական կառուցվածքից, լճի հոսունության աստիճանից և նրա աղիությունից:

Լճային նստվածքների մեջ ըստ կազմի և գենետիկ կանխանշանների առանձնացվում են 3 տիպի նստվածքներ .

1) *Տերիգեն* (լատ. *տերրա՝* հող) կամ *բեկորային*, որոնք ցամաքից գետերի միջոցով տեղափոխման արդյունք են:
2) *Քիմիական* կամ *խեմոգեն*, որոնք առաջանում են ջրի մեջ լուծված աղերի կամ կոլոիդների նստեցմամբ:
3) *Օրգանական* կամ *բիոգեն*, որոնք առաջանում են լճային կենդանական օրգանիզմների կմախքների և բուսական օրգանական նյութերի կուտակման հաշվին:

Տերիգեն նստվածքների կուտակումը նպաստավոր է շրջակա ցամաքի կտրտված լեռնային ռելիեֆի դեպքում: Գետերով տեղափոխվող բեկորային նյութը ըստ տրամաչափի տեղադրվում է լճի տարբեր խորություններում: Ափամերձ գոտում գերակշռում են ավելի խոշորաբեկոր, էպիտաբեկոր, կենտրոնական մասերում՝ նուրբ կավերը կամ խառը տերիգեն-օրգանական կամ տերիգեն-քիմիական կազմի նստվածքները: Փոքր լճերում տղմային նստվածքները սկսվում են անմիջապես ափից:

Հումիդային կլիմայական գոտիների քաղցրահամ խոշոր լճերում գերակշռում են տերիգեն նստվածքները, սակայն նշանակալից դեր են խաղում օրգանածինը, հազվադեպ քիմիականը: Արևադարձային և մերձարևադարձային մարզերում հզոր հողմահարման կեղևի առկայությամբ լճային նստվածքներում օոլիտային երկաթային հանքանյութերի հետ նստում են նաև ալյումինի օքսիդները՝ բոքսիդները:

Քաղցրահամ լճերում մի շարք դեպքերում հանդիպում են մանրագույն միաբջիջ սիլիցային խեցիններով դիատոմային ջրիմուռների օրգա-

նական նստվածքների կուտակումներ, որոնց անվանում են *դիատոմիտներ* կամ *դիատոմային տրեպելներ* Դիատոմային տիղմերը մեծ մակերես են զբաղեցնում Սևանա լճում:

Հումիդային գոտիների քաղցրահամ մարգերում երբեմն էլ չոր մարգերի աղային լճերում տարածված է սապրոպելը (հուն. *սապրոս*՝ նեխած, *պէլոս*՝ տիղմ): Այն առաջանում է հարուստ միկրոսկոպիկ պարզագույն պլանկտոն (հուն. *պլանկտոն* ՝ թափառող) կենդանիներ և բուսական օրգանիզմներ պարունակող լճերում: Մեծ նշանակություն ունի ֆիտոպլանկտոնը (հուն. *ֆիտոն* ՝ բուսականություն), որը պարբերաբար ինտենսիվորեն բազմանում է: Հատկապես արագ են բազմանում կանաչ և կապտականաչ ջրիմուռները առաջացնելով ասյպես կոչված *գունավոր ջրեր* : Բոլոր օրգանական մնացորդները ընկղմվելով տիղմի մեջ առանց թթվածնի (անաէրոբ) քայքայվում են, որին նպաստում են անաէրոբ մանրէները: Վերջիններս շնչելու համար օգտագործում են օրգանական նյութերում քիմիապես կապված թթվածինը: Սրանց գործունեության արդյունքում առաջանում են ածխաջրածիններ և տեղի է ունենում օրգանական նյութի բիտումացում:

Լճային նստվածքներում սապրոպելի կուտակմանը զուգահեռ տեղի է ունենում նրանց խտացումը: Վերջիններս ամրանում են և վերածվում *սապրոպելիտ* կոչվող քարածխի տեսակի:

Արիդային կլիմայական պայմաններում գտնվող լճերի ջրերը բարձր միներալիզացված են շնորհիվ գետերերով տեղափոխվող աղուտ հողերի զանգվածների: Ուժգին գոլորշացումը առաջ է բերում լուծույթի հագեցում և սկսվում է աղերի նստեցումը: Այդպիսին են Մերձկասպյան ավազանի Բասկունչակ, Էլտոն, Ինդեր լճերը, որոնցում տիրապետում է կերակրի աղը:

Այսպիսով, լճերում կուտակվում են տարբեր նստվածքներ, այդ թվում նաև մի շարք օգտական հանածոներ, տարաբնույթ ւսղեր, երկաթի հանքաքարեր, բոքսիտներ, սապրոպելիտներ: Բիտումներով հարուստ նստվածքները օգտագործվում են որպես պարարտանյութեր, բուժական ցեխեր և այլ նպատակներով:

Ճահիճների երկրաբանական դերը:

Երկրի մակերեսի հավելյալ խոնավությամբ յուրահատուկ բուսական և կենդանական աշխարհով բնորոշվող տեղամասերին անվանում են *ճահիճներ* Ըստ Ն. Յու. Կացի տվյալների աշխարհում ճահիճների զբաղեցրած տարածքը կազմում է 175 մլն. *հա*: Ճահիճների առաջացմանը նպաստում են Երկրի մակերեսին մոտ ջրամերժ շերտերի առկայությունը, որը խանգարում է գրունտային ջրերի դրենաժին և սառած հողագրունտները:

Ճահիճները տարածված են ցամաքի տարբեր վայրերում, առափնյա իջվածքներից մինչև ներ մայրցամաքային տեղամասերը: Ըստ սնման պայմանների, բուսական ծածկույթի բնույթի, մակերևույթի ձևի մայրցամաքային ճահիճները բաժանվում են իջվածքային, վերին հոսանքների և անցողիկ տիպերի: Իջվածքային ճահիճները տեղադրված են ռելիեֆի ցածրադիր մարզերում և նրանց սնումը մթնոլորտային տեղումներից բացի կատարվում է նաև գրունտային ջրերով և բնորոշվում են սննդարար միներալային նյութերի պարունակությամբ: Այդ պատճառով այստեղ զարգանում են այսպես կոչված *ավտոտրոֆային* (հուն. *աւտոս*՝ ինքնա, *տրոֆե*՝ կեր) բուսականություն:

Վերին հոսանքների ճահիճները գբաղեցնում են գետերի ջրբաժանային տեղամասերը, որտեղ գրունտային ջրերը շատ խորն են, իսկ խոնավությունն արդյունք է մթնոլորտային տեղումների, որոնց միներալիզացիան աղքատիկ է և այս ճահիճներում զարգանում են օլիգոտրոֆային (հուն. *օլիգոս*՝ քիչ) բուսականություն: Այս բուսատեսակները քիչ պահանջարկ ունեն իրենց աճի համար սննդարար նյութերի պարունակության նկատմամբ:

Անցողիկ տիպի ճահիճները բնորոշվում են մեզոտրոֆային (միջանկյալ) բուսականությամբ, որոնց աճի համար պահանջում են ոչ մեծ քանակի սննդարար նյութեր:

Մերձ ծովափնյա ճահիճները բնորոշ են արևադարձային և մերձարևադարձային գոտիներին և մակընթացությունների ժամանակ պարբերաբար ծածկվում են ջրով: Այս տիպի ճահիճները տարածված են Հյուսիսային Ամերիկայի հարավային մասերում, Ինդոնեզիական կղզիներում և այլ վայրերում: Գերակշռում են անտառային ճահիճները, որտեղ ծառային բուսականությունը հարմարվել է ջրի տակ երկարատև գոյատևելուն: Ծառերի արմատները տարածված են տարբեր ուղղություններով, ծնկածև ծռումներով բնից վեր են բարձրանում հայտնվելով ջրի մակարդակից բարձր, որով և շնչում են: Այդ օդային «շնչառական արմատները» օդ են մատակարարում ստորջրյա արմատներին: Եվ քանի որ արմատները տարածված են բոլոր ուղություններով հենց նրանք էլ ծառայում են որպես հենականներ ծառի հավասարակշռությունը պահպանելու համար.

Ճահճային նստվածքները հիմնականում օրգանական են և որոշ չափով քիմիածին: Քիմիածին նստվածքներից են ճահճային կիրը կամ ճահճային մերգելը, ինչպես նաև ճահճային կամ ճմային երկաթի հանքաքարը, որը ներկայացված է փոքրիկ գնդիկների տեսքի սիդերիտով ($FeCO_3$): Սիդերիտը օդին հանդիպելիս տեղի է ունենում օքսիդացում և առաջանում երկաթի հիդրոքսիդ կամ գորշ երկաթաքար: Ճահիճներում առաջանում է վիվիանիտ միներալը՝ երկաթի ֆոսֆորային միացությունը [$Fe_3(PO_4)_8H_2O$]:

Ճահիճներում օրգանոգեն միացություններից ամենակարևորը տորֆն է, որն առաջանում է ճահճային բուսածածկույթի (քարաքոսների, խոտերի, թփուտների ու ծառերի) տարբեր մնացորդների կուտակումներից: Տորֆի առաջացման համար մեծ նշանակություն ունեն բույսերի ածխածին, ջրածին, թթվածին և այլ տարրեր պարունակող բջջանյութերը: Նախնական նյութի վերափոխումը ընթանում է առանց թթվածնի, շատ դանդաղորեն և մանրէների միջոցով, շատ դանդաղ օրգանական նյութի քայքայումով ու վերափոխումով: Քայքայման ժամանակ տեղի է ունենում ածխածնի պարունակության մեծացում մինչև 57-59 %: Բուսական նյութերի քայքայման հետ միաժամանակ առաջանում է հումուսային նյութ: Այսպիսով, տորֆը շագանակագույն, գորշ կամ համարյա սև գույնով կիսաքայքայված մահացած բուսական մնացորդներ են:

Տորֆերը տարբերվում են ըստ այն առաջացնող հիմնական բուսածածկոցի: Բազմաբնույթ տորֆ է առաջանում նախկին լճային տարածքներում: Դա պայմանավորված է լճի չորացման ընթացքում բուսածածկույթի փոփոխությամբ: Նման տեղերում տորֆերի շերտերի հաստությունը 10 և ավելի մետր է:

Տորֆը կարևոր պրակտիկ նշանակություն ունի: Բազմաթիվ մեծ ու փոքր հզորության էլեկտրակայաններ աշխատում են տորֆային վառելիքով: Տորֆից ստանում են սպիրտ, ֆենոլ, պարաֆին և այլն: Գյուղատնտեսության մեջ այն կարևորագույն պարարտանյութ է, իսկ շինարարության մեջ նրանից պատրաստում են ջերմամեկուսիչ սալեր:

Գլուխ XI

ԾՈՎԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ

Համաշխարհային օվկիանոսը գբաղեցնում է Երկրի մակերեսի 361 մլն. *կմ*^{2} տարածքը կամ 70,8 %-ը: Ջրի ընդհանուր ծավալը մոտավորապես 1,4 մլրդ. *կմ*^{3} է, որն անընդհատ շարժման մեջ է գտնվում և բնականաբար փոխազդեցության մեջ է հատակի և ափամերձ գոտու ապարների հետ, կատարելով հսկայական քայքայող և ակումուլյատիվ աշխատանք:

Գետերի, սառցադաշտերի, քամու աշխատանքների շնորհիվ ցամաքից ամեն տարի հսկայական քանակով լուծված, կախված, բեկորային նյութ է տեղափոխվում օվկիանոս: Այս ամենին գումարվում է նաև օվկիանոսի քայքայիչ աշխատանքի շնորհիվ առաջացած նյութերը, որոնք ի վերջո նստում են օվկիանոսի հատակին: Ծովերի, օվկիանոսների կենդանական և բուսական աշխարհի մեծ թվով ներկայացուցիչներն իրենց մահից հետո հայտնվում են հատակում, որի շնորհիվ որոշ տեղերում կուտակվում են կենսածին հզոր նստվածքներ:

Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմության ողջ ընթացքում երկրի մակերևույթը պարբերաբար ամբողջապես ծածկվել է ջրով, որի մի մասը հետո ազատվել ջրից (տրանսգրեսիա և ռեգրեսիա):

Տրանսգրեսիայի արդյունքում առաջանում են նստվածքային ապարների շերտեր, որոնցով պայմանավորված են բազմաթիվ նստվածքային ծագման օգտակար հանածոների հանքավայրերը:

Ծովերի և օվկիանոսների կատարած երկրաբանական աշխատանքը կախված է մի շարք գործոններից. հատակի ռելիեֆից, ջրի ջերմաստիճանից և աղիությունից, գազային ռեժիմից, երկրակեղևի շարժունակությունից, ծովերի օրգանական աշխարհից, ջրի շարժումներից, կլիմայից և այլն:

Օվկիանոսների և ծովերի հատակի ռելիեֆում առանձնացվում են մի քանի խոշոր գեոմորֆոլոգիական տարրեր.

1) Մայրցամաքների ստորջրյա եզրամասեր՝ շելֆ կամ մայրցամաքային ծանծաղուտ 0-200 *մ* խորությամբ:
2) Ցամաքային կամ մայրցամաքային լանջ՝ մինչև 2500 *մ* խորությամբ:
3) Ցամաքային ստորոտ մինչև 3000 *մ* խորությամբ:
4) Համաշխարհային օվկիանոսի մահիճ 3500-6000 *մ* խորությամբ:
5) Խորջրյա փողրակներ 8000-11000 *մ* խորությամբ:
6) Միջադիր օվկիանոսային լեռնաշղթա 60000 *կմ* երկարությամբ: Այս խոշոր տարրերից յուրաքանչյուրը բաղկացած է ռելիեֆ կազմող ավելի մանր տարրերից: Միջին օվկիանոսային լեռնաշղթայի կենտրոնական մասերով ձգվում է խոշոր դեպրեսիա, որը սահմանափակված է խոր-

քային բնկվածքներով և անվանվում են *ռիֆտային հովիտներ* (անգլ. *ռիֆտ*՝ նեղ, ճեղքվածք):

Յամաքներից դեպի օվկիանոս առանձնացվում են երկու անցումային գոտիներ. 1) Ատլանտյան, որում դիտվում է աստիճանական անցում մայրցամաքների ստորջրյա եզրամասերից դեպի օվկիանոսային մահիճ, 2) Խաղաղ օվկիանոսյան, որտեղ մայրցամաքների և օվկիանոսային մահիճի միջև տեղադրված են եզրային ծովերը (Օխոտի, Ճապոնական. Դեղին և այլն), կղզաղեղները և խորջրյա փողրակները-վիհերը:

Ինչպես եզրային, այնպես էլ ներմայրցամաքային ծովերը բաժանվում են գոտահովտային, որոնք գտնվում են շարժուն գոտիներում (Օխոտի, Ճապոնական, Հարավ-Չինական, Միջերկրական, Սև) և տափակավուն ջրավազաններ (Հյուսիսային, Բալթիկ, Սպիտակ) ոչ մեծ խորություններով, որոնց անվանվում են *էպիկոնտինենտալ* : Այս ծովերի հատակը ծովի տակ անցած ցամաքային երկրակեղևի տեղամասեր են:

Օվկիանոսների և ծովերի ջրերի աղիությունն ու քիմիական կազմը

Ծովերի և օվկիանոսների ջրերի ընդհանուր աղիությունը ձևավորվում է բոլոր լուծված նյութերի հանրագումարով և արտահայտվում է ‰ պրոմիլներով (տոկոսի տասնորդական մասը): Օվկիանոսների և եզրային ծովերի ջրի մերձմակերևութային շերտում ջրի աղիությունը 32-37 ‰ կամ 3,2-3,7 % է: Համաշխարհային օվկիանոսի ջրերի միջին աղիությունը 35 ‰ է:

Ներմայրցամաքային ծովերի ջրերի աղիությունը բավականին ցածր է, քանի որ սրանք համաշխարհային օվկիանոսին միացած են նեղ նեղուցներով, չկա ջրի լայն փոխանակում և այն կազմում է 17-18 ‰ Սև ծովում, 13-14 ‰ Կասպից ծովում: Տաք կլիմայական գոտում գտնվող կարմիր ծովի աղիությունը 41-43 ‰ է: Ծատ բարձր աղիություն ունեն Կարա-Բողազ-Գյոլը, Մեռյալ ծովը և այլն:

Օվկիանոսների և ծովերի ջրերի քիմիական կազմը խիստ բազմազան է: Ջրերը պարունակում են մոտավորապես քիմիական բոլոր տարրերը: Առավել տարածված են Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, CO_3^{2-} իոնները: Համաշխարհային օվկիանոսի ջրերը պարունակում են նաև S^{2-}, Br^-, S^- և այլն: Սակայն ոչ բոլոր իոններն ու նյութերն են հավասարաչափ բաշխված, առավել գերակշռող է **NaCl** (մոտավորապես 78 %), երկրորդ տեղում սուլֆատներն են, իսկ մնացածներին բաժին է ընկնում ընդամենը 0,5 %.

Օվկիանոսների և ծովերի ջրերի գազային ռեժիմը: Օվկիանոսների և ծովերի ջրերը անընդհատ շարժման մեջ են: Հորիզոնական և ուղղաձիգ շրջապտույտների պատճառով ջրի մեջ միշտ առկա են ազատ թթվածինը, ինչպես նաև ածխաթթու գազը:

Թթվածինը և ածխաթթու գազի քանակությունները կարգավորվում են ջրավազանի ջերմաստիճանային ռեժիմով: Այս գազերը անհրաժեշտ են ջրային կենդանական և բուսական աշխարհի կենսագործունեության ապահովելու համար: Ջրի ջերմաստիճանից կախված լուծված գազերի քանակը փոփոխվում է: Որքան ցածր է ջրերի ջերմաստիճանները, այնքան լուծված գազերի քանակը մեծ է, որն էլ իր հերթին ազդում է քիմիական միացությունների լուծմանը և նստեցմանը: Մի շարք ջրավազաններում, որտեղ ջրափոխանակությունը դանդաղընթաց է (ներքին ծովեր) ծովերի ջրերը շերտավորվում են ըստ աղիության աստիճանի: Սև ծովում 150-175 *մ* խորություններից սկսված ջրերը վարակված են ծծմբաջրածնով և աղքատ են թթվածնով: Ծծմբաջրածնի առաջացումը պայմանավորված է անաէրոբ բակտերիաների գործունեությամբ:

Օվկիանոսների և ծովերի կենդանական աշխարհը

Ծովերը և օվկիանոսները հարուստ են տարաբնույթ բուսական և կենդանական աշխարհով: Օրգանիզմների գերակշիռ մասն ապրում է նորմալ աղիության պայմաններում: Այդ տիպի կենդանական խմբերին անվանում են *ստենոհալին* (հուն. *ստենոս*՝ նեղ, հալիոս-աղային): Մնացած օրգանիզմները, որոնք նույնպես քիչ չեն, կարող են կրել ջրի աղիության փոփոխությունները և գոյատևել: Այդպիսի կենդանական խմբերին անվանում են *էվրիհալին* (հուն. *էվրիս*՝ լայն):

Ստենոհալին կենդանական խմբերից են մարջանները, ծովային շուշանները, հատակային ֆորամինիֆերները, ուտոտանիները և այլն: Էվրիհալին են՝ ձկները, որոշ ջրիմուռներ, թերթախոիկավորները, փափկամարմինները և այլն:

Ըստ բնավայրի և շարժման ընդունակությունների ծովային օրգանիզմները դասակարգվում են երեք խմբերի. 1) *բենթոս* (բենթոս օրգանիզմներ), 2) *պլանկտոն* (պլանկտոն օրգանիզմներ), 3) *նեկտոն* (նեկտոն օրգանիզմներ):

Բենթոս օրգանիզմները (հուն. *բենթոս*՝ հատակային) ապրում են ջրավազանների հատակներին: Սրանց մեջ առանձնացվում են նստած բենթոս օրգանիզմներ, որոնք իրենց մարմնով կպած են հատակին կամ պառկած և շարժուն բենթոս՝ երբ օրգանիզմները շարժվում են հատակի վրայով:

Այս կենդանիները լուսասեր են և դա է պատճառը,նրանց գգալի մասը ապրում են շելֆային գոտում, որտեղ բացի լույսից առատ է նաև կերը և կան բարենպաստ պայմաններ:

Այստեղ տարածված են մամռակերպերը, որդերը, սպունգները, խեցանմանների ներկայացուցիչներ, ուտոտանիներ, մարջաններ, բազմաթիվ փափկամարմիններ և այլն: Բույսերից բենթոս են առավելապես ջրիմուռները:

Պլանկտոն օրգանիզմները չունեն ջրի մեջ շարժվան ինքնուրույն ապարատ և շարժվում են ջրային հոսանքներով և ալիքներով.

Պլանկտոն օրգանիզմներից են պարզագույն միաբջիջ օրգանիզմները. որոնց անվանում են *գոռպլանկտոն* Այս կենդանական խմբերի կմախքները կազմված են առավելապես կրային միացություններից և մահանալիս առաջացնում յուրահատուկ ծովային նստվածքներ: Ավելի մանրիկ, միկրոսկոպիկ ռադիոլյարիաներ ունեն սիլիցային խեցի: Բուսական պլանկտոնին (ֆիտոպլանկտոն) են վերագրում միաբջիջ միկրոսկոպիկ դիատոմիտային չրիմուռները, որոնք պարփակված են սիլիցային կեղևի մեջ: Պլանկտոն օրգանիզմների հսկայական կուտակումներ են կենտրոնացված համաշխարհային Օվկիանոսի մինչև 200 *մ* խորություններում

Նեկտոն օրգանիզմները (հուն. *նեկտոն* լողացող) ազատ լողում են ջրերում: Սրանց թվին են պատկանում ծովային ողնաշարավորները, իսկ անողնաշարավորներից տարածված են գլխոտանի փափկամարմինները:

Նեկտոն և պլանկտոն օրգանիզմները իրար հետ անվանում են *պելագիկ*:

Ընդհանրապես ակնհայտ է կենդանական և բուսական օրգանիզմների հսկայական դերը, համաշխարհային օվկիանոսում ընթացող պրոցեսներում. Օրգանիզմները ջրից վերցնում են իրենց կենսագործունեության ապահովման համար անհրաժեշտ միներալային բաղադրամասեր, իսկ մահանալով այս ամենը կուտակվում է ջրավազանների հատակում.

Ծովի քայքայիչ և տեղափոխող աշխատանքը

Ջրավազանների ափերը և հատակը անընդհատ ենթարկվում են ջրերի ազդեցությանը և քայքայվում, որն իրականացվում է 1) ալեկոծությամբ, 2) մակընթացությամբ և տեղատվությամբ, 3) ծովային հոսանքներով: Այս նույն գործոններով տեղի է ունենում նստվածքային նյութի տարածումը և տարբերակումը:

Ծովի քայքայիչ աշխատանքը առավել ակտիվ ընթանում և դիտվում է ափամերձ գոտիներում և ջրավազանի հատակի ափամերձ գոտում: Ափամերձ գոտու քայքայիչ աշխատանքի մեջ շատ կարևոր նշանակություն ունեն ալեքախությունը, որն առաջանում է ուժեղ քամիների հետևանքով ավելի փոքր մակընթացություններն ու տեղատվությունները:

Ուժեղ ալեկոծությունների ժամանակ ջրի հսկայական ալիքներր հսկայական ուժով հարվածում են ափը կազմող ապարներին ու աստիճանաբար քայքայում են դրանք, որի հետևանքով ափը սկսում է նահանջել: Ծովի քայքայիչ աշխատանքը անվանում են *աբրազիա* (լատ *աբրադո*՝ քերում): Համեմատաբար արագ են քայքայվում նստվածքային

ապարներից կազմված ափերը և ավելի դժվար մագմատիկ ծագման ապարները:



Նկար 96. Ալեբախման խորշ (նկար Գ. Ա. Գոլովանի)

Մեծ թեքություն ունեցող ափերը և նրանց կից ստորջրյա ստորոտները ենթարկվում են աբրազիայի, իսկ առավելագույնը կատարվում է լանջի հիմքում որտեղ ալիքների հարվածից փորվում է ալեբախության խորշը (*նկ 96*).

Անընդհատ մեծացող, խորացող որմնախորշը բերում է նրան, որ կախված հսկայական ապարների զանգվածը չդիմանալով ծանրության ուժին փլվում է, որից հետո առաջանում է ուղղաձիգ դարափոլ, որին անվանում են *կլիֆ* (գերմ. *կլիֆֆ*՝ դարափոլ բառից): Ալեբախության հետևանքով առաջացած խորշերի բազմաթիվ կրկնություններից հետո կլիֆն աստիճանաբար նահանջում է, իր ետևից թողնելով դեպի ծովը մեղմաթեք աբրազիոն դարավանդ (բենչ)· Ստորջրյա դարավանդի և ափամերձ դարափոլի միջև առաջանում է խճով, գլաքարերով և ավելի խոշորահատիկ բեկորներով նեղ գոտի, որին անվանում են *լողափ*· Այս գոտին ալեբախության, մակընթացությունների ժամանակ ծածկվում է ջրով և ջրի յուրաքանչյուր նահանջի դեպքում այդ նյութերի մի մասը տեղափոխվում է ջրավազան և կուտակվելով առաջացնում ստորջրյա ակումուլյատիվ դարավանդ:

Բեկորային նյութը ծովի ափամերձ գոտուց ջրերի միջոցով տեղափոխվում է դեպի ավազանը և այդ երևույթը կախված է թե ալիքները ինչ աստիճանի տակ են հարվածում ափին:

Ալիքների ափին ուղղահայաց հարվածելիս ափամերձ գոտում առաջանում են լողափեր: Ավելի հաճախ ալիքները ափին են մոտենում այս կամ այն անկյան տակ· Այս դեպքում առաջանում են երկայնակի ափամերձ ողողակույտեր. Կախված ափի ուրվագծից (հրվանդան. ծովախորշ և այլն) առաջանում են ակումուլյատիվ կուտակման ցամաքալեզվակներ (երբ ալիքները հարվածում են 45^0 տակ), տոմբոլո կամ պերեյմա (ափի և կղզու միջև) և բարներ, որոնք ծգվում են ափի երկայնքով·

Ծովային նստվածքների ակումուլյացիան համաշխարհային օվկիանոսի տարբեր գոնաներում

Բացի աբրազիայից և նյութի տեղաշարժից օվկիանոսային ջրերով կատարվում են հսկայական ստեղծագործ աշխատանք՝ այն է նստվածքների ակումուլյացիա (նստվածքակուտակում)·

Նստվածքակուտակման բարդ պրոցեսը կոչվում է *սեդիմենտացիա* (լատ. *սեդիմենտում*՝ նստվածք) կամ *սեդիմենտոգենեզ*: Ծովերում և օվկիանոսներում բացի սեփական աշխատանքից առաջացած նյութերից տեղափոխվում և նստում են գետերով, սառցադաշտերով բերվածքները, էոլային տարաբնույթ նստվածքները, որոնց գումարային քանակը 25.33 մլրդ. *տ* է (ըստ Ա. Պ. Լիսիցինի, 1974 թ.):

Գետերի կարծր հոսք՝ 18,53 մլրդ. *տ*:

Սառցադաշտային հոսք՝ 1,5 մլրդ. *տ*.

Էոլային նյութ մոտ՝ 1,6 մլրդ. *տ*:

Ափի և հատակային աբրազիա մոտ՝ 0,5 մլրդ. *տ*:

Լուծված նյութերի հոսք մոտ՝ 3,2 մլրդ. *տ*:

Այս բոլորին գումարվում է նաև ծովերի ու օվկիանոսների կենդանական և բուսական աշխարհների մահացած անհատները, հատկապես՝ պլանկտոնը և բենթոս օրգանիզմները՝ շելֆային գոտում:

Ամբողջ նյութը օվկիանոսներում և ծովերում անցնում է տեսակավորման շատ բարդ և երկարատև պրոցես, որն իրականացվում է ջրի տարբեր շարժումների հետևանքով, ինչպես նաև ջրային միջավայրի ֆիզիկական և քիմիական հատկանիշների շնորհիվ: Ըստ ծագման առանձնացվում են ծովային նստվածքների հետևյալ տիպերը.

1) *Տերիգեն* (լատ. *տերրա*՝ հող) նստվածքներ, որոնք առաջանում են ցամաքի ապարների քայքայման և ջրային ավազան տեղափոխման հաշվին:
2) *Քիմիածին*, որոնք ծովի հատակին նստում են քիմիական ճանապարհով:
3) *Օրգանոգեն* կամ *կենսածին*, որոնք առաջանում են ծովերում և օվկիանոսներում ապրող օրգանիզմների հաշվին: Սրանց մեջ տարբերվում են կրաքարային և սիլիցային կմախքներով օրգանիզմների կուտակումներ:
4) *Պոլիգեն*, որոնք առաջնում են բազմաթիվ գործոնների հանրագումարում:
5) *Հրաբխածին*, որոնք առաջանում են ինչպես ստորջրյա, այնպես էլ վերջրյա հրաբուխների գործունեության հետ:

Ծագմամբ տարբեր նստվածքների հարաբերակցությունը ծովային ավազանի տարբեր մարզերում միատեսակ չէ և կախված է մի շարք գործոններից. 1) կլիմայական գոնայականությունից, 2) ուղղաձիգ գոնայականությունից, կապված համաշխարհային օվկիանոսի հատակի ռելիեֆի փոփոխություններից և խորություններից, 3) ցիրկում ցամաքային գոնայականությունից (հեռավորությունը մայրցամաքներից), որը որոշվում է ջրավազանների տարբեր մասերում նստվածքային նյութի ներմուծման ինտենսիվությունից:

Ծովերում և օվկիանոսներում առանձնացվում են մի քանի մարզեր, որոնք միմյանցից տարբերվում են նստվածքակուտակման տարբեր պայմաններով.

1) *Լիթորալ* (լատ. *լիթորալիս*՝ ափ) կամ ափամերձ: Այս գոտին ջրածածկվում է մակընթացությունների և ազատվում տեղատվությունների ժամանակ:
2) *Մանծաղ* կամ *սուբլիթորիալ* (ներիտային), որը հիմնականում համապատասխանում է շելֆային գոտուն:
3) *Խորջրյա* կամ *բաթիալ* (հուն. բաթոս՝ խորը), որը համապատասխանում է ջրավազանների մայրցամաքային լանջին և օվկիանոսային մահճին հարող մասերին:
4) *Առավելագույն խորջրյա* կամ *աբիսալ* (հուն. *աբիսոս*՝ անհատակ), որը համապատասխանում է համաշխարհային օվկիանոսի մահճին: Յուրաքանչյուր մարզին համապատասխանում է օրգանիզմների յուրահատուկ համակեցություն, համապատասխան պայմաններով, որն կոչվում է *բիոցենոզ*:

<u>Ափամերձ կամ լիթորալ մարզի նստվածքները</u> առաջանում են այն գոտում, որտեղ տարածքը պարբերաբար ծածկվում է ջրով, իսկ հետո՝ ազատվում ջրից: Այստեղ ուժգին ալեքախության, ալեկոծության, մակընթացության, տեղատվության հետևանքով կուտակվում են հիմնականում կոշտ, մեծաբեկոր հղկված գլաքարեր, տարբեր տրամաչափի ավազներ: Կղզաղեղներով պաշտպանված տարածքներում՝ խորշերում առաջանում են նաև հողմային նստվածքներ: Ափամերձ թմբերի ետևի իջվածքներում կարող են առաջանալ ճահճապատ տարածքներ և տորֆային կուտակումներ: Այս մարզում հանդիպում են նաև ջարդոտված, փշրված խեցիների մնացորդների կուտակումներ: Երբեմն ափային պատվարը ամբողջովին կազմված է լինում ջրիմուռներից:

<u>Սուբլիթորալ (ներիտային մարզի) նստվածքները</u>: Այս մարզը դեպի ափ կից է լիթորալ մարզին, իսկ դեպի խորքը աբիսալ մարզին: Այս գոնայում ընթանում են տեսակավորման գործընթացներ՝ տերիգեն նստվածքների գերակշռմամբ:

Տերիգեն նյութերը ըստ տրամաչափի ստորաբաժանվում են 4 խմբի. 1) կոպտաբեկոր նստվածքներ՝ փսեֆիտներ (գլաքարեր, մեծաբեկորներ, ճալաքար, կոպիճ), 2) ավազային նստվածքներ, փսամիտներ, 3) ալեվրիտային նստվածքներ՝ ալեվրիտներ, 4) կավային նստվածքներ՝ պելիտներ:

Հաճախ ջրավազանների հատակում դիտվում է նստվածքների հերթափոխություն, խշորահատիկ նստվածքները ներքևում և ավելի մանրահատիկը՝ վերևում և եզրափակում են ալեվրոհատիկ տիղմերը՝ պելիտներով և օրգանածին նստվածքներով:

Տերիգեն նստվածքների հետ սուբլիթորալ մարգում տեղ-տեղ նստում են խեցա-դետրիտային (լատ. *դետրիտում*՝ տրորված) ավազներ, բաղկացած օրգանիզմների կմախքների մանրիկ մասերից և խեցեբեկորներից: Մայրցամաքային լանջի սահմաններում կարող են հանդիպել խեցային նստվածքներ (խեցաքարերը) բաղկացած ամբողջական և կոտրատված օրգանիզմների խեցիներից: Այստեղ, Հարավ-Արևելյան Ասիայի, Հարավային Ամերիկայի և Աֆրիկայի գետերը իրենց հետ բերում են հսկայական քանակությամբ տղմային նյութեր: Այդ պատճառով էլ գետաբերանների ափամերձ մասերում ձգվում են կավային նստվածքների լայն գոտիներ:

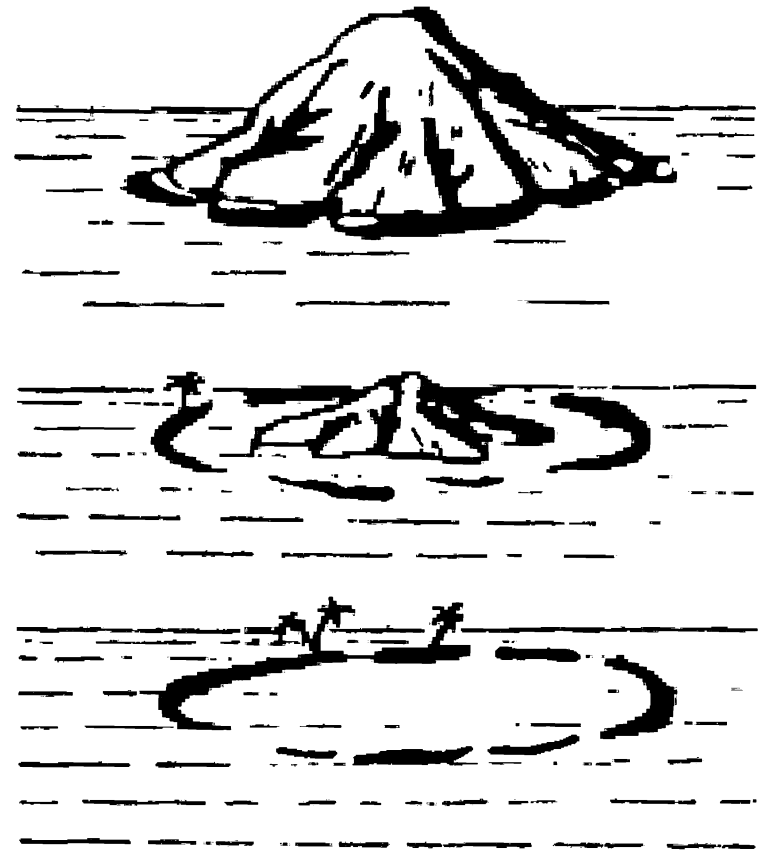
<u>Օրգանածին կամ կենսածին նստվածքները</u> մեծ մասամբ առաջանում են հատակային օրգանիզմների հաշվին, որոնք իրենց կմախքները կառուցում են ջրից վերցրած ածխաթթվային կալցիումի հաշվին: Այդ նստվածքները հայտնի են *մարջանային խութեր* անվամբ, որոնց առաջացմանը մասնակցում են նաև ջրերից նույն ածխաթթվային կալցիում կլանած ջրիմուռները: Մարջանները և ջրիմուռները կառուցում են խութերի կառույցը, որին մասնակցում են նաև այլ օրգանիզմներ՝ ֆորամինիֆերներ, մամռակերպեր, ասեղնամաշկավորներ, փափկամարմիններ և այլն: Մարջանային խութեր առաջացել են երկրի երկրաբանական զարգացման պատմության տարբեր պերիոդներում:

Ժամանակակից մարջանային խութերը տարածված են Ատլանտյան, Հնդկական, Խաղաղ օվկիանոսների արևադարձային և մերձարևադարձային համապատասխան գոտիներում: Սրանց տարածումը սահմանափակ է, քանի որ այս կենդանական խմբերը տարածվում և ապրում են յուրահատուկ պայմաններում: Ջրի ջերմաստիճանը 18-19^{0}C չպետք է ցածր լինի (լավագույնը միջին տարեկան +24-25^{0}C), մաքուր թափանցիկ, նորմալ կամ մոտ նորմալին աղիության պայմաններում. հագեցած թթվածնով և կրով, և 70-80 *մ*-ից ոչ մեծ խորություններում:

Մարջանային խութերը ըստ իրենց ձևի լինում են՝ 1) ափային կամ շրջափակող, այս խութերը կարծես թե ափի ստորջրյա շարունակությունը լինի, 2) արգելապատնեշային, որոնք ձգվում են ափի երկայնքով և ափից բաժանվում են նեղ ծանծաղ խորշերով, 3) աթոլներ կամ օղակաձև խութեր, որոնք հատկապես տարածված են Հնդկական և Խաղաղ օվկիանոսներում: Օղակաձև խութի ներսում որպես կանոն գտնվում է ծանծաղ ջրային ավազան՝ ծովալճակ, որը ծովի հետ կապված է նեղուցով: Սրանց առաջացման պատճառ կարող է լինել կղզուն կպած օղակաձև խութերի առաջացումները, երբ կղզին երկրակեղևի շարժումների հետևանքով իջել է (*նկ. 97*):

Քիմիածին նստվածքները առաջանում են միայն ծանծաղ ծովային ավազաններում տաք կլիմայական գոտիներում, որտեղ ծովային ջուրը մինչև հատակը լավ տաքանում է. Այստեղի առատ բուսականութ-

յուն կլանում է մեծ քանակությամբ CO_2, որը բերում է կարբոնատային բնական հավասարակշռության խախտմանը: Ավազանը հագենում է կալցիումի կարբոնատով, որը պատճառ է հանդիսանում վերջինիս նստեցմանը և մանր գնդիկավոր (օոլիտներ) առաջացումների անջատմանը: Ծանծաղ և ներմայրցամաքային ծովերում տերիգեն և կարբոնատային նստվածքներում հանդիպում են երկաթ-մանգանային կոնկրեցիաներ: Երկաթի և մանգանի ներմուծումը կատարվում է գետային և ստորգետնյա ջրերի միջոցով:



Նկար 97. Աթոլի առաջացման սխեման (ըստ Չ. Դարվինի, 1936)

<u>Բաթիալ մարզի նստվածքները</u>: Այս մարզում տարածվում են տերիգեն, գլյացիալ ծովային, օրգանածին նստվածքները: Տերիգեն նստվածքներն ունեն ավելի մանրահատիկ կազմ, քան շելֆային գոտու նստվածքները. Սակայն երբեմն հանդիպում են ավելի կապտահատիկ ավազային նստվածքներ: Մայրցամաքային լանջի սահմաններում տարածված են կապույտ կամ մուգ տիղմերը, որոնց մեջ միշտ առկա են կրային խեցիներով օրգանիզմների մնացորդները: Արևադարձային մարզերում տարածված են կարմիր կավերը, որոնց արդյունք են կարմրահողերի և դեղնահողերի հողմահարման կեղևների դենուդացիաների և տեղափոխման:

Գլյացիալ ծովային կամ այսբերգային նստվածքներ այս մարզում տարածված են անտարկտիկական օվկիանոսային (Խաղաղ, Հրնդկական, Անտլանտյան) ջրերի սահմաններում: Այս նստվածքներն օղակաձև շրջապատում են Անտարկտիդա մայրցամաքը 300-1200 *կմ* լայնությամբ:

Օրգանածին կրաքարային տիղմերը ներկայացված են պարզագույն օրգանիզմների՝ ֆորամինիֆերների, պլանկտոն ջրիմուռների, պասիվ լողացող փափկամարմինների մնացորդներով: Օրգանածին նստվածքներին տրվում է գերակշռող օրգանիզմների անունը: Մերձբևեռային շրջաններում ավելի տարածված են սիլիցային օրգանածին նստվածքները՝ ներկայացված դիատոմիտային ջրիմուռներով:

Այսպիսով բաթիալ մարզի համար բնորոշ են տերիգեն և օրգանոգեն տիղմերը: Սրանց մեջ տաք ջրերում գերակշռում են կրաքարային

տիղմները բաղկացած ֆորամինիֆերների երբեմն էլ պտերոպոդների, իսկ սառը ջրերում սիլիցային դիատոմիտների մնացորդներից:

<u>Աբիսալ մարզի նստվածքները:</u> Այս մարզում առավելապես տարածված են օրգանածին և պոլիգեն նստվածքները: Օրգանածին նստվածքները ներկայացված են ֆորամինիֆերային և գլոբիգերինային պլանկտոն օրգանիզմների մնացորդներից կազմված տիղմերից: Այս նստվածքները տարածված են 2000-3000 *մ* մինչև 4500-4700 *մ* խորությունները: Սիլիցային օրգանածին տիղմները ներկայացված են դիատոմային և ռադիալ քարային մնացորդներով: Եթե ֆորամինիֆերային տիղմները գլխավորապես տաք ջրերում են, ապա դիատոմային տիղմները տարածված են Հնդկական Օվկիանոսի հարավային մասերում և Անտարկտիդա մայրցամաքի ափամերձ գոտիներում առաջացնելով 900-1200 *մ* խորության վրա գտնվող մի գոտի: Դիատոմային տիղմերի տարածման երկրորդ գոտին խաղաղ Օվկիանոսի հյուսիսային մասերում են և հեռավորարևելյան ծովերը: Ռադիոլյարային տիղմը իր մեջ ներառում է նաև նուրբ կավային մասնիկներ, որոնք պարունակում են 10-30 % սիլիկահող:

Այս նստվածքները տարածված են արևադարձային և մերձարևադարձային գոտիներում և ենթարկվում են հստակ արտահայտված կլիմայական և ուղղաձիգ գոտիականության:

Պոլիգեն նստվածքները կամ կարմիր օվկիանոսային կավերը լայնորեն տարածված են օվկիանոսային խորը գոգավորություններում: Այս կավերը պարունակում են փոքր քանակությամբ մանգան և երկաթ (0,2-0,5 % մանգան, և ավելի քան 5 % երկաթ):

Կարմիր օվկիանոսային կավերը բաղկացած են. 1) տերիգեն նյութից (առավելապես կավային), որոնք բերվում են գետերով), 2) ֆորամինիֆերների չլուծվող մնացորդներից, 3) էոլային փոշուց, 4) մետեորային փոշուց, 5) հրաբխային արտավիժումների նյութերից, 6) օրգանածին չլուծվող մնացորդներից (շնաձուկի ատամներից,կետերի ականջային ոսկորներից և այլն: Խորը օվկիանոսային ավազանում կարմիր օվկիանոսային կավերի վրա լայն տարածում ունեն երկաթ մանգանային տարբեր չափերի կոնկրեցիաները, որոնցում պարունակվում են մինչև 30 քիմիական տարրեր: Նրանց մեջ առաջնային նշանակություն ունեն Fe, Mn, Ni, Co, Cu: Ըստ ռուս գիտնականներ Ն. Ս. Սկորնյակովայի և Ն. Լ. Զենկևիչի (1961թ.) խաղաղ օվկիանոսի մահճի մակերևութային մանգանի կոնկրեցիաների պաշարները կազմում են 90 մլրդ. *տ* և մոտ 1 մլրդ. *տ* կոբալտի կոնկրեցիաների պաշարներ: Ըստ Գ. Ռ. Մենարդի ավելի ուշ տված գնահատականի Mn-ի և Co-ի կոնկրեցիաների պաշարները մի քանի անգամ գերազանցում են վերը ներկայացված թվերին:

Բերված թվերից երևում է թե որքան հսկայական հարստություններ են պարունակվում համաշխարհային օվկիանոսում: Հրաբխածին նստվածքները կապված են ժամանակակից հրաբուխների գործունեութ-

յան հետ: Առավել լայն տարածում ունեն այս նստվածքները խաղաղ օվկիանոսի եզրամասերի և Ինդոնեզական ծովերում, Խաղաղ, Հնդկական և Ատլանտյան օվկիանոսների կենտրոնական մասերում վերջրյա և ստորջրյա հրաբուխների տարածման շրջաններում:

Ստորջրյա սողանքները բնգրկում են հսկայական քանակությամբ կավային նստվածքներ և տեղաշարժվում դեպի լանջի ստորոտ: Արդյունքում լանջի ստորոտում կուտակվում են անհամեմատ ավելի մեծ հզորությամբ, ճմրթված, երբեմն էլ փոքր ծալքերի նման առաջացումներ: Սրանց մակերևույթը, կուտակումների արդյունքում, ունի բլրավոր-անհարթ տեսք:

Պղտոր հոսանքներն առավել հզոր գործոններ են քան ստորջրյա հոսանքները: Սրանց երբեմն անվանում են նաև *տուրբիդիտային հոսանքներ* : Ստորջրյա սողանքների նման պղտոր հոսանքներն էլ առաջանում են մայրցամաքային լանջի սահմաններում և տարածված տղմային նստվածքներում: Երբ լանջի վրա տեղի է ունենում մեխանիկական ազդեցություն (ալիքների հարված) տղմային նստվածքները ջրիկանում են և ձնահյուսքերի նման ավելանալով շարժվում ցած: Մայրցամաքային լանջի վրա առավել մեծ ազդեցություն են թողնում ցունամիի ալիքները, որից առաջացած պղտոր հոսանքները շարժվում են հատակով չխառնվելով ծովի ջրի հետ շնորհիվ իր մեծ տեսակարար կշռի տարածվում են հսկայական տարածքների վրա (ավելի քան 100-ավոր կիլոմետրեր): Այս հոսանքները կատարում են նշանակալից էրոզիոն աշխատանքներ: Մայրցամաքային լանջերը կտրող ստորջրյա կիրճերը, որոնք երբեմն էլ հասնում են 3000-4000 *մ* և իրենց առաջացմամբ կապված են պղտոր հոսանքների հետ: Դրանց գործունեության արդյունքում ալեվրիտային, նույնիսկ ավազային նստվածքները, որոնք բնորոշ են ոչ խորը, նույնիսկ ծանծաղ ծովի համար, հայտնվում են մեծ խորություններում: Պղտոր հոսանքների նստվածքներին անվանում են *տուրբիդիտներ* :

Լագունաների նստվածքները յուրահատուկ են և առանձնացվում են երկու տիպեր. 1) լագունաների մի մասի ջրերի աղիությունը գերազանցում է համաշխարհային օվկիանոսի ջրերի աղիությունը մի քանի անգամ, 2) քաղցրահամ ջրերով լագունաներ: Աղի լագունաներում տեղի են ունենում ինտենսիվ գոլորշացման պրոցեսներ և քիմիական նստեցման ճանապարհով առաջնում են գիպս, անհիդրիդ, միրաբիլիտ, հալիտ և օրգանական մնացորդների նստվածքներով տիղմային առաջացումներ: կծու-աղային լագունայի օրինակներ են Սիվաշը կամ Նեյսած ծովը, որը Արաբաթյան ճկվածքով բաժանվում է Ազովի ծովից, Կարա-Բողազ-Գյոլը, որը Կասպից ծովից անջատված է երկու ցամաքալեզվակներով:

Քաղցրահամ, ջրերով լագունայի օրինակ է Բալթիկ ծովի ափին Նեման գետի գետաբերանի Կուրշի ծոցը, որի առավելագույն խորությունը 155 է, երկարությունը 93 *կմ*, լայնությունը 44 *կմ* : Լագունաների նստվածք-

նների մեջ գերակշռում են ավազները (≈51%), օրգանական տարրերի մնացորդներով հարուստ տիղմերը:

Իրենց բնույթով քաղցրահամ լագունաներին մոտ են լիմանները, որոնք ծովային ջրերով ծածկված գետահովիտների ստորին հոսքեր են: Օրինակ՝ Դնեպրի, Բուգի, Բերեզանի լիմանները:

Ծովային նստվածքների դիագենեզը և հետ դիագենետիկ փոփոխությունները

Ծովային առաջնային նստվածքները շատ փխրուն են, հագեցած ջրով և շատ երկար ժամանակ կրում են տարբեր փոփոխություններ և ի վերջո վեր են ածվում նստվածքային ապարների:

Նստվածքային ապարների առաջացումը անվանում են *դիագենեզ* (հուն. *դիագեննեզիս*՝ վերածնունդ): Առաջնային ծովային նստվածքները ըստ իրենց կազմի խիստ բազմաբնույթ են, որի պատճառով էլ առանձին բաղադրամասերի միջև անմիջապես սկսվում է փոխգործողությունները դեպի հավասարակշռության նոր ֆիզիկա-քիմիական պայմանների հաստատումը: Ըստ Ն. Մ Ստրախովի ջրով հագեցած փխրուն նստվածքներում դիագենեզի պրոցեսը ընթանում է հետևյալ կերպ. 1) նստվածքներից համեմատաբար անկայուն միներալների լուծում և հեռացում, 2) նոր միներալների առաջացում և համապատասխանացում նոր ֆիզիկա-քիմիական պայմաններին, 3) նյութերի վերափոխում և կոնկրեցիաների առաջացում, 4) խտացում և նյութի խոնավության նվազեցում, 5) վերաբյուրեղացում, ցեմենտացում և այլ:

Ըստ Ն. Մ. Ստրախովի տղմային նստվածքներից նստվածքային ապարների վերափոխման կարևորագույն պայմաններն են մեծ խոնավությունը: Այն փոփոխվում է նստվածքի կազմին համապատասխան, որը պայմանավորված է նստվածքի վերին մասում տարաբնույթ մանրէների առատությամբ և գրունտային կամ տղմային լուծույթները տոգորող միացությունների ծովի ջրերում անհամեմատ բարձր ընդհանուր միներալիզացիայով: Այս գործոնների հետ են կապված բարդ քիմիական ռեակցիաները, նյութի վերաբաշխումը և նոր միներալների առաջացումը:

Ակտիվ կենտրոնների շուրջը ընթանում են նյութի վերաբաշխում, որը բերում է կոնկրեցիաների առաջացմանը: Կոնկրեցիաների չափերը կարող են հասնել 0,5-1 մ և ձգվել մի քանի մետր (ոսպնյակաձև մարմիններ): Սրանց մեջ հանդիպում են կարբոնատային, օպալային, խալցեդոնային, ֆոսֆորային, գիպսային, երկաթ-մանգանային, երկաթային և այլ կոնկրեցիաներ: Երբեմն որպես ինտենսիվ քիմիական ռեակցիաների օջախների կենտրոններ հանդես են գալիս օրգանական մնացորդները: Նստվածքների տարաբնույթ մասնիկների երկարատև միմյանց միջև փոխազդեցության պրոցեսները, ինչպես նաև անընդհատ ավելացող ճնշումը (նոր առաջացող նստվածքներից) բերում են նյութի ընդհանուր

խտացմանը՝ բարացմանը (լիթիֆիկացիա): Խտացման ժամանակ նստվածքը կորցնում է ջուրը և սկսվում դեհիդրատացիայի (միներալների ջրազրկում) պրոցեսը և վերաբյուրեղացումը: Այս իրավիճակում ամենակարևոր դերը պատկանում է ցեմենտին: Որպես ցեմենտացնող նյութ հանդես են գալիս սիլիկատները, երկաթի օքսիդները, կարբոնատները և այլն:

Ցեմենտացնող նյութը լցնում է նստվածքի և նրա մասնիկների ծակոտիները և ամրացնում այն: Ցեմենտի բաղադրությունը արտահայտվում է ապարի անվամբ: Օրինակ՝ երկաթային ավազաքար, կրաքարային ավազաքար: Նստվածքների տարբեր հատվածներում (ըստ խորության) ընթանում են տարբեր պրոցեսներ:

Նստվածքային ապարների հետ դիագենետիկ փոփոխությունները

Առաջացումից հետո նստվածքային ապարները կախված երկրակեղևում և երկրի մակերևույթին ընթացող պրոցեսներից ենթարկվում են հետագա փոփոխությունների: Տեկտոնական շարժումների հետևանքով որոշակի խորություններում հայտնված նստվածքային ապարների վրա ավելանում է ճնշումը, բարձրանում ջերմաստիճանը: Այս պայմաններում տեղի է ունենում ապարների խտացում (օր. կավերը վերածվում են արգիլիտի): Դիագենեզի և մետամորֆիզմի գոնայից դուրս այսպիսի փոփոխությունները կապված ջերմաստիճանի և ճնշման բարձրացումների հետ անվանում են *կատագենեզ* (հուն. *կատա՝* ներքին): Ճնշման և ջերմաստիճանի հետագա բարձրացումները բերում են նոր, ավելի խորը փոփոխությունների (այն համապատասխանում է մետամորֆիզմի սկզբնական փուլին), որն անվանվում է *մետագենեզ* (հուն. *մետա՝* հետո):

Այսպիսով, նստվածքային ապարների առաջացումից հետո ընթացող փոփոխությունները կարելի է ներկայացնել հետևյալ հաջորդականությամբ: Նստվածքների կուտակում (սեդիմենտացիա կամ սեդիմենտոգենեզ) → նստվածքների վերափոխում նստվածքային ապարների (դիագենեզ) → նստվածքային ապարների վերափոխում ըստ խորության դիագենեզի և մետամորֆիզմի գոնայից դուրս (կատագենեզ) → նստվածքային ապարների ավելի խորը փոփոխություններ, որը համապատասխանում է մետամորֆիզմի սկզբնական փուլին (մետագենեզ):

Այսպիսի ուղղորդված պրոցեսը ցանկացած պահի կարող է ընդհատվել տեկտոնական շարժումների շնորհիվ: Այն դեպքում, երբ նստվածքային ապարները, սխեմայի որևէ հատվածում, տեկտոնական շարժումների շնորհիվ հայտնվում են մակերևույթում, լիթոսֆերայի մթնոլորտի և ջրոլորտի փոխգործունեության գոնայում նրանք կրում են բազմաթիվ փոփոխություններ կապված հողմահարման պրոցեսների հետ: Այս պրոցեսը, որն անվանվում է *հիպերգենեզ* շղթան բերում է նոր

տեսքի: Մեդիմենտոգենեզ → դիագենեզ → հիպերգենեզ: Նստվածքային ապարների վերափոխման ամբողջ պրոցեսն անվանվում է *էպիգենեզ* (հուն. *էպի*՝ հետո):

Հասկացություն ծովային ֆացիաների մասին

Ծովի յուրաքանչյուր գոտուն բնորոշ են յուրովի նստվածքներ, հետևաբար նաև նստվածքային ապարներ: Միևնույն ժամանակ տարբեր պայմաններում կարող են նստել տարաբնույթ նստվածքներ: Հետևաբար, բնության մեջ գոյություն ունի նստվածքակուտակման և միջավայրի միջև սերտ և բազմակողմանի կապ: Ուսումնասիրելով նստվածքների բնույթը, նրանց կազմը, մակերեսային տեղաբաշխումը, նրանում ներփակված օրգանական մնացորդները կարելի է վերականգնել նստվածքակուտակման առաջացումը և պայմանները:

Միևնույն հասակի ավելի հին ծովային նստվածքների անալիզի դեպքում կարելի է նկատել հորիզոնական ուղղությամբ նստվածքային ապարների կազմի փոփոխությունները: Միևնույն հասակի, սակայն կազմով և ֆաունայի բնույթով իրարից տարբերվող նստվածքների համար շվեյցարացի երկրաբան Ա. Գրեսլին առաջարկել է ֆացիա (լատ. *ֆացիես*՝ երես, տեսք, տարբերիչ) տերմինը:

Այժմ հետազոտողների մի մասի կարծիքով՝ ֆացիան ապարն է (կամ նստվածքը), որն ունի որոշակի գենետիկ կանխանշաններ (լիթոլոգիական կազմ, տեքստուրա, ֆաունայի ու ֆլորայի մնացորդներ, որոնք արտացոլում են նստվածքի առաջացման պայմաններն ու նրա կուտակումները):

Նստվածքային ապարներ

Քանի, որ ծովային նստվածքների նստվածքակուտակումները տեղի են ունենում գլխավորապես մեխանիկական, քիմիական և կենսաբանական ճանապարհներով, դրանից ելնելով էլ նստվածքային ապարները բաժանվում են մեխանիկական, քիմիածին և օրգանածին խմբերի: Այս բաժանումը խիստ պայմանական է: Ներկայումս նստվածքային ապարները խմբավորվում են ըստ իրենց կազմի՝ բեկորային, կավային և կենսաբանական ու քիմիական պրոցեսների արդյունքում առաջացած ապարների: Այս խմբավորումը նույնպես պայմանական է:

Սակայն որպես աշխատանքային սխեմա նստվածքային ապարների վերը նշված երեք խմբի բաժանումը հարմար է:

Նստվածքային ապարների դերը երկրակեղևում շատ համեստ է, այն կազմում է երկրակեղևի ընդամենը 8%, որից և 1,7% բեկորային ապարներն են, կավային թերթաքարերին են և կավերին բաժին է հասնում 4,2%, իսկ օրգանածին և քիմիածին ապարներին՝ 2%:

Նստվածքային ապարների հիմնական զանգվածը կենտրոնացված է մայրցամաքներում և նրա ստորջրյա եզրամասերի վրա:

Նստվածքային ապարներն ունեն տարաբնույթ կառուցվածք, նրանց յուրահատուկ են շերտայնությունը, սակայն որոշ ապարներ զուրկ են շերտայնությունից (օր.՝ կորալային կրաքարեր):

Նստվածքային ապարների տիպերը

Բեկորային ապարներ: Այս ապարները կազմում են նստվածքային ապարների զանգվածի 20%-ը: Սրանք ստորաբաժանվում են ըստ իրենց կազմող բեկորների չափերի և ներկայացվում են պսեֆիտային, պսամիտային, ալևրիտային և կավային կառուցվածքներով: Կոպտաբեկոր կամ փսեֆիտնային (հուն. *պսեֆոս*՝ քարաբեկոր) բեկորներ, որոնք ունեն 1 *մմ*-ից ավելի չափեր: Ավազային կամ պսամիտային հատիկներ (հուն. *պսամմոս*՝ ավազ)՝ 1,0-0,1 *մմ* չափերով, ալևրիտային հատիկներ (հուն. *ալեվրոս*՝ ալյուր)՝ 0,1-0,01 *մմ* չափերով: 0,01 *մմ*-ից փոքր չափեր ունեցող ապարներում ընդգրկվում են նուրբ դիսպերս ապարների խմբերի մեջ: Առանձնացվում են նաև պելիտային մասնիկների խումբ (հուն. *պելոս*՝ կավ), որոնց մասնիկների չափերը 0,001-0,005 *մմ* մինչև 0,01 *մմ* են:

Կապված նստվածքակուտակման բարդ պրոցեսների հետ բացի լավ տեսակավորված ապարներից հանդիպում են նաև խառը կամ բազմահատիկ ապարներ, որոնց մեջ գերակշռում են այս կամ այն բեկորային չափերով մասնիկները: Այսպիսի ապարներին տրվում են կրկնակի, եռակի անուններ (օր.՝ կավային ավազներ, կավաալևրիտային ավազաքարեր):

Նստվածքային ապարներն ստորաբաժանվում են նաև ցեմենտի առկայությամբ կամ բացակայությամբ՝ փխրուն և ցեմենտացված:

Փխրուն ապարները բաղկացած են 1-2 *մմ* մեծությամբ բեկորներից, որոնց անվանվում են *ավազներ*, իսկ ցեմենտացվածներին՝ ավազաքարեր: *Բրեկչիաներ* են անվանում կոպտաբեկոր ապարները, որոնք բաղկացած են ցեմենտացված սուրանկյուն բեկորներից: *Կոնգլոմերատներ* են անվանում հոկված անանկյունավոր, կլորավուն բեկորներով ցեմենտացված ապարները: Ըստ բեկորային մասի կազմի ավազներն ու ավազաքարերը ստորաբաժանվում են՝ մոնոմիներալային (սովորաբար քվարցային), օլիգոմիկտային (քվարցային, դաշտային սպաթների խառնուրդով) և պոլիմիկտային: Վերջիններիս մեջ առանձնացվում են արկոզներ, որոնք բաղկացած են կալիումի դաշտային սպաթների և քվարցի բեկորներից և գրաուվակներ՝ կազմված հիմքային էֆուզիվների, պլագիոկլազների, ամֆիբոլների պիրոքսենների և այլ բեկորներից:

Բեկորների և ցեմենտացնող նյութերի փոխհարաբերությունից ելնելով առանձնացվում են ցեմենտի առավել տարածված տեսակները. բազալային, ծակոտկենային, թաղանթային և կոնտակտային: Բեկորա-

յին ապարների ցեմենտը տարբերվում է նաև կազմով: Առավել տարածված են երկաթի օքսիդներից (գյոթիտ, հեմատիտ) գիպսից, կալցիտից, կարբոնատներից բաղկացած ցեմենտները:

Ընկորային ապարների մեջ գերակշռում են ավազները, ավազաքարերը և ավազաքարա-ալեվրիտային ապարները:

<u>Կավային ապարները</u> նստվածքային առաջացումների մեջ ամենատարածվածն են և կազմում են բոլոր նստվածքային ապարների զանգվածի 50 %-ը: Այս խմբի մեջ մտնում են 0,001 *մմ*-ից փոքր չափեր ունեցող կավային միներալները և նույն միներալների մանր մասնիկներից բաղկացած ալեվրիտները:

Կավերը բաժանվում են լատ նուրբ դիսպերսային միներալների կազմի:

Առանձնացվում են կաոլինային, հալուազիտային հիդրոփայլարային, մոնտմորիլլոնիտային և այլ տեսակի կավեր:

Կավային միներալների գույնը փոխվում է կախված այն կազմող միներալների կամ խառնուրդների գույնից: Կաոլինիտները և հալուազիտները սպիտակ կավեր են, կանաչ գույնը պայմանավորված է քլորիտների կամ նոնտրոնիտների, կարմիր գույնը՝ երկաթի հիդրոքսիդների առկայությամբ:

Կատագենեզի պրոցեսի արդյունքում խտացված կավերին անվանում են *արգիլիտներ*.

Կավերն ունեն շատ լայն կիրառում: Հիդրոփայլարային կավերից պատրաստում են աղյուսներ, շինարարական իրեր, խողովակներ և այլն:

Մոնտմորիլլոնիտային կավերը կիրառում են քիմիական և տեքստիլ արդյունաբերության մեջ, որպես ադսորբենտներ: Կաոլինիտային կավերը՝ հրակայուն նյութերի և հախճապակի-ճենապակու արտադրության, ինչպես նաև թղթի արդյունաբերության մեջ:

<u>Կարբոնատային ապարները</u> բավականին տարածված են և կազմում են նստվածքային ապարների զանգվածի 20 %-ը: Կարբոնատների մեջ առանձնացվում են *կրաքարեր*, որոնք կազմված են գլխավորապես կալցիտից, *դոլոմիտներ* ու *միջանկյալ դոլոմիտային* ու *կրաքարային դոլոմիտներ*: Դոլոմիտային ապարները առաջանում են կալցիտի դոլոմիտով մետասոմատիկ տեղակալման ճանապարհով դիագենեզի և կատագենեզի պրոցեսների ժամանակ: 25-50 % կավեր պարունակող կրաքարերը անվանում են *մերգելներ*՝ կավային մասնիկների փոքր քանակների դեպքում անվանում են *մերգելային կրաքարեր*, իսկ ավելի դեպքում՝ *կրաքարային կավեր*:

Կրաքարերի մեջ առանձնացվում են բեկորային, քիմիածին և օրգանածին ապարներ: Կրաքարերի յուրահատուկ տարատեսակ կավիճը. փափուկ, փխրուն ապար է, որն առաջանում է պարզագույն պլանկտոն օրգանիզմների կմախքների կուտակումներից:

Կրաքարերի գույնն էլ կավերի գույնի նման տարբեր են և կախված է խառնուրդներից: Կարող են լինել սև գույնից մինչև կարմիր:

Կարբոնատային ապարները առաջացնում են հզոր նստվածքային շերտային կուտակումներ և կիրառվում են շինարարության, ցեմենտի և այլ կապակցող նյութերի արտադրության մեջ, նաև մետալուրգիայում՝ որպես ֆլյուս:

<u>Ֆոսֆատային ապարներին</u> են վերաբերվում ֆոսֆորիտները: Ֆոսֆորիտների առաջացումը տեղի է ունենում գետային հոսքերով ծովային ավազան տեղափոխված ֆոսֆորի հաշվին: Վերջինս ծովերում կլանվում է օրգանիզմների կողմից և նրանց մահից հետո բարդ ռեակցիաների շնորհիվ տեղի է ունենում կալցիումի միացումը ֆոսֆատ իոնին և անջատվում է կալցիումի ֆոսֆատը: Հետագա դիագենետիկ փոփոխությունների արդյունքում առաջանում են գաղտնաբյուրեղային կամ ռադիալ-ճառագայթային առաջացումներ:

Ֆոսֆորիտային ապարները լինում են երկու տեսակի՝ կոնկրեցիաների տեսքով և շերտերով: Կոնկրեցիաների չափերը սովորաբար փոքր են մի քանի *սմ*-ից մինչև մի քանի *դմ*: Շերտային ֆոսֆորիտները մուգ գույնի են համարյա սև և կազմում են համաշխարհային պաշարների 98 %-ը (բացի նախկին ԽՍՀՄ-ից): Ֆոսֆատային հանքանյութերը կարևորագույն նշանակություն ունեն, քանի որ հանդիսանում են հումք ֆոսֆորի և ֆոսֆորային թթվի ստացման համար, որի աղերը լայն կիրառում ունեն գյուղատնտեսության բնագավառում, որպես պարարտանյութեր: Ֆոսֆորը. կալիում և ազոտ տարրերի հետ հողերի բերրիության բարձրացման տարր է:

Ֆոսֆորային միացությունները կիրառվում են դեղագործության մեջ և որպես թունաքիմիկատներ՝ գյուղատնտեսության ասպարեզում:

<u>Սիլիցային ապարներ:</u> Ներկայացված են գլխավորապես քիմիական կամ կենսաբանական ծագման օպալով, որն ունի մի քանի տարատեսակ:

Առավել տարածված են օպոկները, կազմված ամորֆ օպալային զանգվածից, երբեմն օրգանական մնացորդների ներփակումներով: Հարվածելիս այս ապարները արձակում են բնորոշ զրնգուն ձայն:

Դիատոմիտները կազմված են դիատոմային ջրիմուռների օպալային կամախքներից: Սրանք ծակոտկեն են և շատ փխրուն:

Սիլիցիտները օպալ-խալցեդոնային առաջացումներ են, բնորոշ կրաքարային հաստվածքներին, որտեղ նրանք առաջանում են դիագենեզի և էպիգենեզի պրոցեսների ժամանակ:

<u>Հալոգենային ապարները</u> առաջանում են շնորհիվ գոլորշացման խտացումների և հեշտ լուծվող միներալների հետագա բյուրեղացումների:

Այսպիսի ապարների առաջացման համար ամենաանհրաժեշտ պայմանը արիդային կլիման է:

Այս խմբի ամենատարածված ապարներն են գիպսն ու անհիդրիդը, որոնք կարող են առաջացնել հզոր շերտեր և ոսպնյակներ: Այս խմբի ապարներն առաջանում են այն կիսափակ ջրավազաններում, որոնք պարբերաբար անջատվում են մայր ջրավազանից, ինչպիսին այսօրվա Կարա-Բողազ-Գյոլն է:

Գիպսն ու անհիդրիդը իրար հետ գտնվում են պարագենետիկ առոցիացիայի մեջ և լայն կիրառում ունեն շինարարության արդյունաբերության ասպարեզում:

Այս խմբի կարևորագույն միներալներից են հալիտը, սիլվինը, կարնալիտը և այլն, որոնք առաջացնում են զգալի կուտակումներ, իսկ հանքավայրերը շահագործվում են շատ երկար ժամանակ:

Աղերի, գիպսերի հանքավայրեր կան նաև մեր հանրապետությունում՝ Արարատյան դաշտի, Եղվարդի և Կոտայքի սարավանդների սահմաններում:

Նստվածքային ծագման մետաղային հանքավայրեր

Ցամաքից դեպի ծովային ավազան տարբեր ճանապարհներով տեղափոխված քիմիական տարրերը լիթոգենեզի պրոցեսի ընթացքում ենթարկվում են խորը դիֆերենցման: Նստվածքային հանքագոյացման համար բարենպաստ վայրերը առափնյա և շելֆային գոտիներն են:

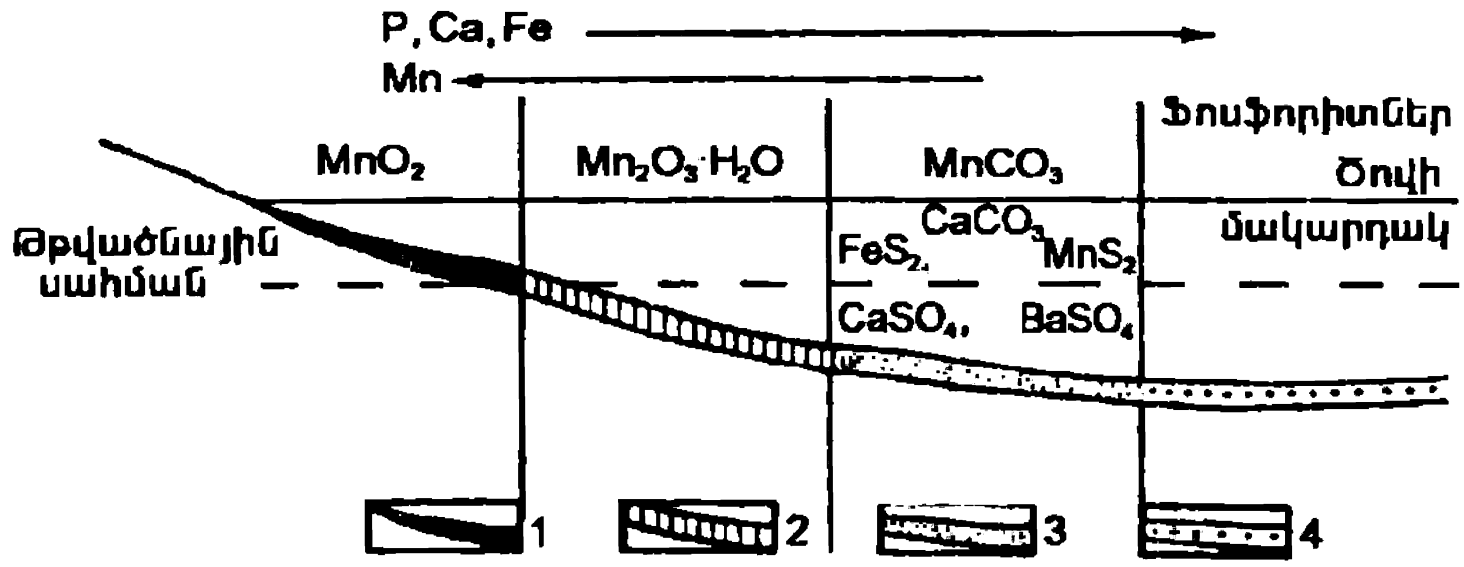
Նստվածքային երկաթի հանքավայրերը սովորաբար կապված են ավազա-կավային տիղմերի կամ ալեվրիտո-կավային նստվածքների հետ:

Երկաթի մասնիկները հիպերգենեզի արդյունքում դուրս են բերվում ապարներից և ավազան ներմուծվելուց հետո ենթարկվում նստեցման, ամորֆ նստվածքի, հիդրոքսիդի տեսքով: Առատ թթվածնի պայմաններում այդ նստվածքներից առաջանում են հիդրոգյոթիտ և հիդրոհեմատիտ: Թթվածնի որոշ պակասի դեպքում առաջանում են սիդերիտի և երկաթային քլորիտի (շամոզիտի) կուտակումներ: Հետագայում երկաթի մի մասը օքսիդանալով վերածվում է գորշ երկաթաքարի: Երկաթի նստվածքային հանքառաջացումը կապված է հողմահարման պրոցեսների հետ, սկսած երկրաբանական հին անցյալից: Համաշխարհային նստվածքային երկաթահանքերի 68 % մինչքեմբրիյան հասակի են, 10 % պալեոզոյան, 19 %-ը մեզոզոյան և 3 % կայնոզոյան:

Mn-ի հանքավայրերի մեծ մասը ունի նստվածքային ծագում (*նկ. 98*): Այդպիսի հանքավայրերի օրինակ են Նիկոպոլի հանքավայրը Ուկրաինայում, Չիատուրայի հանքավայրը Վրաստանում:

Բոքսիտների հանքավայրերի զգալի մասը ունի նույնպես նստվածքային ծագում: Սրանք բաղկացած են կավային միներալներից և երկաթի հիդրօքսիդներից, որոնք իրենց մեջ զգալի քանակությամբ ալյումինի

միներալներ են պարունակում: Համեմատաբար երիտասարդ նստվածքների մեջ գերակշռում է հիդրարգիլիտը, իսկ հներում՝ հիդրարգիլիտի հետ ներկա են բեմիտը և դիասպորը: Բոքսիտների կուտակումներն ունեն շերտերի կամ ոսպնյակների ձև: Առաջին անգամ բոքսիտներն ուսումնասիրվել են Ֆրանսիայի Բո տեղանքում, որտեղից և ծագել է անունը:



Նկար 98. Միներալների տեղաբաշխումը մանգանի նստվածքային հանքավայրում 1) պիրոլյուզիտի հանքանյութ, 2) մանգանային հանքանյութ, 3) կարբոնատային հանքանյութ, 4) ֆոսֆորիտներ

Այս միներալը տարածված է նաև Հունգարիայում նախկին Հարավսլավիայում, Հունաստանում, Հարավային Ամերիկայում, Հարավ-Արևելյան Ասիայում, Ռուսաստանում, Ղազախստանում, Աֆրիկյան մի շարք երկրներում և այլ վայրերում:

Կաուստոբիոլիտներ

Անվանումը հուն. թարգմանաբար նշանակում է. *կաուստոս*՝ այրվող, *բիոս*՝ կյանք, *լիթոս*՝ քար: Այս խմբի մեջ են մտնում այրվող օգտակար հանածոները, որոնք ստորաբաժանվում են քարածխային և բիտումային ապարների շարքերի:

Քարածխային ապարների շարքը առաջանում է բարձրակարգ բույսերի մահացած նյութերից: Դրանք հումուսային ապարներն են, որոնք կարելի է ներկայացնել հետևյալ շարքով՝ տորֆ → գորշ ածուխ → քարածուխ → անտրացիտ:

Այս շղթան ցույց է տալիս օրգանական նյութերի քայքայման և վերափոխման տարբեր աստիճանները:

Տորֆահանքերի ուսումնասիրությունից պարզաբանվել է, որ ավելի խորը վերափոխված և ածխածնով հարստացված փոփոխություններ կրում են բուսական օրգանական մնացորդների կուտակումների ստորին շերտերը, որը պայմանավորված է վերևում գտնվող նստվածքների ճնշմամբ, ջերմաստիճանով, բակտերիալ ազդեցությամբ անաէրոբ միջավայրում (առանց թթվածնի մուտքի): Այս գործոնների փոփոխությամբ

է պայմանավորված տարբեր ածուխների առաջացումը: Գորշ ածուխներն ունեն ամենափոքր ածխայնությունը և ներկայացված են երբեմն հողախառը, փուխր գորշ գույնի տարբերակներով, երբեմն խիտ են և մոտավորապես սև գույնի: Այս ածուխների մեջ հանդիպում են պահպանված ածխացած փայտանյութի առանձին կտորներ:

Քարածուխները բնորոշվում են ավելի բարձր ածխայնությամբ և իրենցից ներկայացնում են ամուր, խիտ ապարներ, ածխածնի մեծ պարունակությամբ: Քարածուխներն առաջանում են զգալի խորությունների վրա, բավականին բարձր ճնշման պայմաններում:

Անտրացիտները աչքի են ընկնում շատ ավելի բարձր ածխայնությամբ: Սրանք ավելի ծանր, խիտ ապարներ են և առաջացել են ավելի բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում:

Երկրակեղևի շարժուն գոտիներում տեկտոնական շարժումների հետևանքում ածուխները հայտվում են խորը հորիզոններում և վերափոխվելով առաջանում են բարձր ածխայնությամբ ածուխներ: Պլատֆորմներում, որտեղ տեկտոնական շարժումների ակտիվությունն ավելի փոքր է, առաջանում են ցածր ածխայնության, գորշ ածուխներ կապված փոքր խորությունների հետ:

Կարծր կառուստաբիոլիտների հատուկ խումբ են առաջացնում սապրոպելիտները, որոնք առաջացել են այլ ելևէջներից՝ ածխաջրածիններ և ճարպեր պարունակող օրգանական մնացորդներից՝ պարզագույն կենդանիներից և բուսական պլանկտոն օրգանիզմներից: Սապրոպելիտների մեջ առանձնացվում են բոգհեդները (ածուխներ, որոնք առաջացել են գլխավորապես կապտա-կանաչ ջրիմուռների կուտակումներից): Կենելները իրենց մեջ պարունակում են ավելի շատ սպորներ: Կան նաև խառը բոգհեդ-կենելներ: Սապրոպելիտային ածխահանածոներն աչքի են ընկնում ջրածնի բարձր՝ և համեմատաբար փոքր ածխածնի պարունակությամբ: Երբ սապրոպելիտներին խառնվում են նաև ալեվրիտա-կավային մասնիկներ առաջանում են այրվող թերթաքարերը:

Ածխային ավազանները ըստ իրենց առաջացման վայրի լինում են պարալիչային (հուն. *պարալիս*՝ մերձծովային) քարածխային ավազաններ, որոնք առաջանում են մերձծովափնյա ճահճային գոգավորություններում երբ վերջիններս պարբերաբար լցվում են ջրով: Այստեղ ածխային շերտերի թիվը կարող է լինել ավելի քան 100-ը, իսկ ընդհանուր հզորությունը մի քանի կիլոմետր: Որոշ ավազաններում (Դոնբաս) դիտվում է բրածո օրգանիզմներով ավազաքարերի, կրաքարերի, կավերի և ածխաշերտերի բազմաթիվ հերթափոխումներ, որոնք ցույց են տալիս երկրակեղևի տեկտոնական շարժումների տատանողական բնույթը: Հուն մայրցամաքային տարածքներում առաջացած ածխային ավազաններն անվանում են *լիմնիկական* Ածխաբեր հաստվածքները տեղադրվում են քաղցրահամ նստվածքների մեջ (ալյուվիալ, լճային, ճահճային և այլն)

Այս նստվածքները բնութագրվում են ոչ մեծ հզորություններով (տասնյակ, հազվադեպ հարյուրավոր մետրեր): Ածխային կուտակումները ավելի հաճախ ոսպնյակաձև են, որոնց քանակներն էլ շատ չեն (մերձ Մոսկովյան ավազան): Սակայն, երբեմն քարածխային շերտերն ունենում են մեծ հզորություններ ավելի քան 5-8 *մ*, ինչպիսին Կանսկ-Աչինսկի ավազանն է:

<u>Բիտումային շարքի ապարներ:</u> Սրանց թվին են պատկանում բիտումապարունակ ապարները, նավթն և պինդ բիտումները:

Բիտումապարունակ այրվող թերթաքարերը կավային կամ մերգելային բիտումով ներծծված թերթաքարային ապարներն են:

Նավթը բնական այրվող հեղուկ է և բաղկացած է մեթանային, նավթենային և արոմատիկ շարքերի հեղուկ ածխաջրածիններից կամ էլ նրանց զուգորդումներից (մեթանո-նավթենային, նավթենա-արոմատիկ): Նավթերի և ածխաջրածնային բնական գազերի առաջացման վերաբերյալ կա երկու տեսակետ:

Հետազոտողների մեծամասնությունը գտնում է, որ նշված այրվող նյութերն ունեն օրգանածին ծագում և առաջանում են ցրված օրգանական միացությունների տղմերի մեջ թաղման և հետագա վերափոխումների արդյունքում: Հայտնի է, որ լագունաներում՝ ծովերում և լճերում առաջացած նստվածքային ապարների զգալի մասը պարունակում են ցրված վիճակում օրգանական մնացորդներ: Որոշ ածխաջրածնային միացություններ ցրված վիճակում (միկրոնավթերը) սկսում են առաջանալ դեռևս ավազանի հատակի նստվածքների մեջ և բույսերի և կենդանիների մնացորդների թաղման ու նրանց հետագա դիագենեզի ընթացքում:

Նավթի և գազի առաջացման համար կարևոր նշանակություն ունեն նաև թաղված օրգանական մնացորդներով սնվող բազմաթիվ միկրոօրգանիզմները: Սրանք հարուստ են ճարպերով և ճարպանման միացություններով, որոնց հաշվին առաջանում են միկրոնավթի լրացուցիչ բաժիններ. Ամենից շատ միկրոնավթ է առաջանում վերականգնման և սապրոպելիտային նյութերի պարունակության միջավայրերում:

Որքան շատ է սապրոպելիտային նյութը և միկրոնավթն ապարների մեջ այնքան մեծ է բուն նավթի առաջացման հավանականությունը: Այն ապարներն, որոնք պարունակում են հարստացված օրգանական միացություններ անվանում են *նավթամայրցամաքային* Առավել տարածված նավթամայրցամաքային ապարներ են կավային, ալեվրիտակավային (կարող են լինել մերգելներ) միացություններն և այլն:

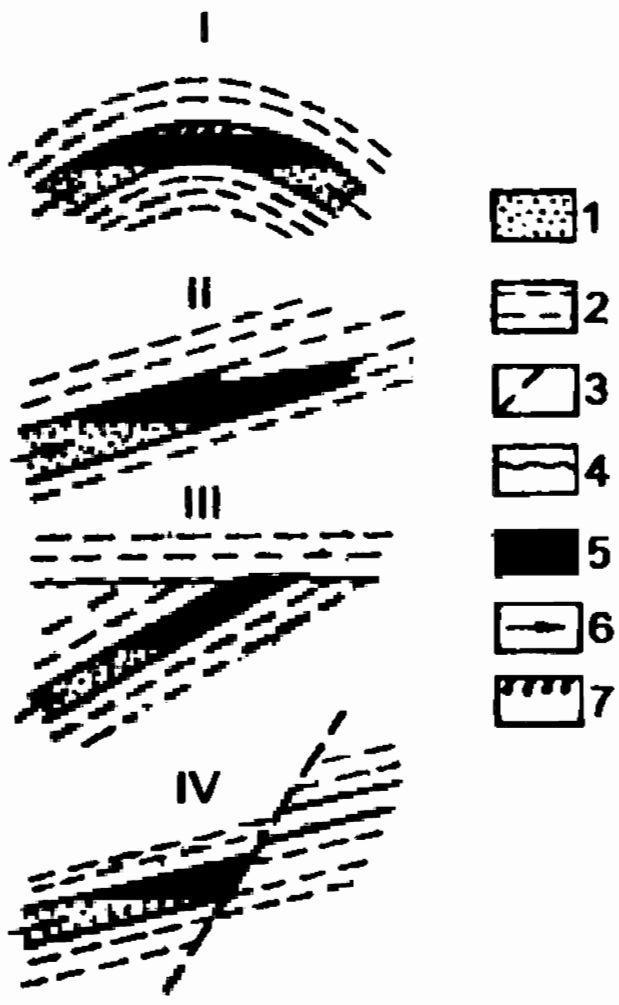
Նավթի խոշոր կուտակումներն առաջանում են երկրակեղևի որոշակի հատվածի զգալի ճկումների, իջեցումների և հզոր նստվածքների առաջացման տեղերում, որոնք ծածկում են նախկին նստվածքները:

2-4 *կմ* խորություններում ջերմաստիճանը կարող է հասնել $100^0 \pm 40^0 C$ և համապատասխան ճնշման պայմաններում սկսվում է միկրոնավ-

թի սկզբնական միգրացիան. նրա անջատումը օրգանական մնացորդային նյութերից: Այդպիսի ապարները դառնում են նավթարտադրող: Նավթը ապարների ծակոտիներով սկսում է միգրացիան, մինչև ջրաանթափանց ապարներին հանդիպելը (*նկ. 99*):

Բարենպաստ պայմաններում դրանց տակ սկսվում է նավթի կուտակումը, առաջացնելով հանքակուտակումներ: Այն ջրաթափանց ապարները որոնցով տեղի է ունենում նավթի միգրացիան և առաջանում են նավթի հանքակուտակումներն անվանվում են *կոլեկտորային* (լատ. *կոլլեկտոր*՝ հավաքող): Նավթի կուտակումը կոլեկտորներում կախված է մի քանի գործոններից. ա) նրա ջրահագեցվածությունից և դինամիկայից, բ) կառուցվածքից, գ) լիթոլոգիական առանձնահատկություններից:

Նավթերի կուտակման վայրերին անվանում են *ծուղակներ*, որոնք ըստ ձևի և գենեզիսի կարող են լինել մի քանի տեսակ:



Նկար 99. Նավթա- և գազածուղակների մի քանի տիպեր
1) ավազաքար, 2) կավ, 3) տեկտոնական խախտումներ, 4) ստրատիգրաֆիական աններդաշնակություն, 5) նավթի շերտ, 6) ածխաջրածինների շարժումը կոլեկտորի մեջ, 7) գազ

Ածխաջրածնային բնական գազերը նույնպես առաջանում են նստվածքներում թաղված օրգանական նյութերից: Դրանց ձևավորումը նախորդում, ուղեկցում և ավարտում է նավթի առաջացմանը: Գազերը նույնպես նավթի նման միգրացվում են և կուտակվում ծուղակներում: Որպես կանոն նկատվում է գազի, նավթի, ջրի օրինաչափ ուղղաձիգ բաշխումը, համաձայն նրանց խտությունների:

Օզոկերիտը (հուն. *օզո*՝ հոտ եմ արձակում, *կերիտը*՝ մոմ) և *ասֆալտը* (հուն. *ասֆալտոս*՝ ձյութ)՝ կարծր բիտումներ են և իրենցից ներկայացնում են նավթի օքսիդացման արդյունքում առաջացած նյութեր:

Գլուխ XII

ՄԻՆԵՐԱԼԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՍԵՏԱՄՈՐՖԱՅԻՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ

Միներալները կայուն են իրենց առաջացման պայմաններում և վերջիններիս փոփոխության դեպքում դառնում են անկայուն ու ձգտում են հարմարվել նոր պայմաններին: Այդ պատճառով նրանք ենթարկվում են վերափոխությունների, որոնք կարող են տեղի ունենալ ոչ միայն հողմահարման կեղևում, այլ նաև նրանից ցած՝ Երկրի ներքին էներգիայի հաշվին: Պայմանների փոփոխությունները կատարվում են տենկտոնական, մագմատիկական և այլ գործոնների ազդեցության տակ: Այսպես, տենկտոնական գործոնների շնորհիվ ապարները կամ խորասուզվում են, կամ բարձրանում՝ ընկնելով տարբեր ջերմաստիճանի և ճնշման պայմանների մեջ: Վեր բարձրացող մագմատիկ հալոցքներն իրենց հետ բերում են մեծ քանակությամբ ջերմություն և ակտիվ քիմիական նյութեր, որոնք ազդում են պարփակող ապարների վրա և խոր փոփոխությունների ենթարկում նրանց:

Էնդոգեն և էկզոգեն միներալային առաջացումների վերափոխությունների պրոցեսներն, որոնք ընթանում են հողմահարման կեղևից ներքև, ջերմաստիճանի, ճնշման և քիմիական ակտիվ նյութերի ազդեցության տակ, կոչվում են *մետամորֆային*, իսկ երևույթը՝ *մետամորֆիզմ*:

Մետամորֆային պրոցեսների ժամանակ միներալների և ապարների փոփոխությունները կատարվում են պինդ վիճակում: Բացառություն է, այսպես կոչված *գերմետամորֆիզմը*, որի դեպքում տեղի է ունենում սկզբնական ապարի մասնակի հալում:

Ռեգիոնալ մետամորֆիզմ

Ռեգիոնալ մետամորֆիզմը, որն ամենատարածվածն է, պայմանավորված է երկրակեղևի շարժուն գոտիների հետ: Այն ցայտուն արտահայտվում է օրոգեն գոնաներում, որի պատճառով որոշ հեղինակներ առաջարկել են այն անվանել «*օրոգեն մետամորֆիզմ*»:

Լեռնակազմական պրոցեսների հետևանքով գեոսինկլինալներում կուտակված նստվածքային և հրաբխային ապարները խորասուզվում են գգալի խորություններ, որտեղ գոյություն ունեն ավելի բարձր ջերմաստիճան և ճնշում: Հասկանալի է, որ ռեգիոնալ մետամորֆիզմի ինտենսիվությունը կախված կլինի խորասուզման խորությունից, քանի որ ջերմաստիճանը կապված է Երկրի ներքին ջերմության հետ, իսկ ճնշումը՝ վերը տեղադրված ապարների ծանրության հետ:

Գեոբարային գրադիենտը միջին հաշվով հավասար է $27 \cdot 10^6$ *Պա/կմ*: Գեոթերմիկ գրադիենտը տատանվում է ընդարձակ սահմաններում՝ 10-ից մինչև 100 *աստիճան/կմ*, րստ որում ժամանակակից օրոգեն

գոտիներում՝ 35-50, պլատֆորմներում՝ 15-35 և վահաններում՝ 10-15 *սմ/տիճան / կմ*:

Այս թվերը ցույց են տալիս, որ ապարների խորասուզումը, առանց մագմայի ազդեցության, կարող է ապահովել ապարներում ֆիզիկաքիմիական հավասարակշռության խախտումը և նպաստավոր պայմաններ ստեղծել նրանց միներալային կազմի և ստրուկտուրային հատկանիշների փոփոխման համար, որոնք, ամբողջությամբ վերցված, հատուկ են ռեգիոնալ մետամորֆիզմին: Այս խորությունները կարելի է ընդունել որպես նորմալ մետամորֆային պրոցեսների ստորին սահման, որտեղ նյութերի հալումը բացակայում է: Նշված խորություններից ցածր է գտնվում գերմետամորֆիզմի գոտին: Ռեգիոնալ մետամորֆիզմը միջին հաշվով ընգրկում է երկրակեղևի մինչև 25-30 *կմ* խորությունները:

Երկրի ներքին էներգիայի հիմնական աղբյուրը ռադիոգեն ջերմությունն է,որի քանակությունը հին երկրաբանական ժամանակներում եղել է ավելի շատ: Օրինակ, երեք միլիարդ տարի առաջ ռադիոգեն ջերմությունը մոտավորապես երկու անգամ շատ է եղել, քան այժմ: Սա հիմք է տալիս ենթադրելու, որ մետամորֆային պրոցեսները հնագույն երկրաբանական ժամանակաշրջաններում կատարվել են ավելի մեծ մասշտաբներով և ռեգիոնալ գերմետամորֆիզմն ընթացել է անհամեմատ փոքր խորությունների վրա:

Մետամորֆային ապարների բնույթը կախված չէ միայն ջերմաստիճանից և ճնշումից: Այստեղ մեծ դեր են խաղում մետամորֆիզմի ենթարկվող սկզբնական ապարների միներալային կազմը, նրանց ստրուկտուրային առանձնահատկությունները, ինչպես նաև շարժունակ կոմպոնենտները: Ինչպես նստվածքային, այնպես էլ մագմատիկ ապարները կարող են լիովին վերաբյուրեղանալ և զգալիորեն փոխել իրենց միներալային կազմը: Այդ պատճառով սկզբնական ապարի որոշման խնդիրը բավականին բարդ է: Անգամ այն դեպքում, երբ ցնդող բաղադրիչներն ապարներում մասնակցում են քիչ քանակությամբ, բայց և այնպես նրանք մետամորֆային պրոցեսներն արագացնում են. Նրանք լուծում և տեղափոխում են նյութերը քիմիական ռեակցիաներում, բյուրեղացման և այլ պրոցեսներում կատալիզատորներ են, ակտիվ մասնակցություն են ունենում միներալառաջացման պրոցեսներում և այլն:

Ռեգիոնալ մետամորֆիզմի ժամանակ առաջանում են գնեյսներ, բյուրեղային թերթաքարեր, մետամորֆային թերթաքարեր, որոնք բնութագրվում են գլխավոր միներալների ատոցիացիների կազմի մշտականությամբ:

Կոնտակտային մետամորֆիզմ

Կոնտակտային մետամորֆիզմը պայմանավորված է մագմատիկ գործունեությամբ: Ինտրուզիվ զանգվածների ջերմության ազդեցութ-

յամբ միներալային հավասարակշռությունը ներփակող ապարներում խախտվում է՝ նպաստելով դրանց վերաբյուրեղացմանը:

Ինտրուզիվ մարմինների շուրջն առաջանում են,այսպես կոչված, *էկզոկոնտակտային գոնաներ*, որոնց լայնությունը տատանվում է մի քանի մետրից մինչև հարյուրավոր մետրեր: Հիմքային կազմի ինտրուզիաները տալիս են նեղ կոնտակտային գոտիներ: Ներփակող ապարներում խոր փոփոխություններ են տեղի ունենում գրանիտոիդային ինտրուզիաների ձևավորման ժամանակ, որոնց շուրջը նկատվում են ընդարձակ էկզոկոնտակտային գոնաներ: Կոնտակտային մետամորֆիզմի զարգացման ինտենսիվությունը կախված է ոչ միայն ներդրվող մագմատիկ հալոցքի բնույթից, այլ նաև ներփակող ապարների կազմից:

Էկզոկոնտակտային գոնաներում ներփակող ապարների վերաբյուրեղացումից առաջանում են տարբեր կազմի ապարներ, որոնց անվանում են *հոջնրաբարներ* :

Կոնտակտային մետամորֆիզմն ընդգրկում է նաև ինտրուզիվ մարմինների ծայրամասային գոնաներ, որտեղ հիմնականում ասիմիլյացիայի հետ կապված տեղի են ունենում կազմի զգալի փոփոխություններ: Այդ գոնաները կոչվում են *էնդոկոնտակտներ* :

Կոնտակտային մետամորֆիզմի ժամանակ կարևոր դեր են խաղում ցնդող բաղադրիչները և լուծույթները, որոնք օժտված են ռեակցիայի մեծ ունակությամբ: Նրանք տեղիք են տալիս, այսպես կոչված, *մետասոմատոզին* :

Մետասոմատոզն այն պրոցեսն է, որի ընթացքում միներալները տեղակալվում են այլ քիմիական կազմի միներալներով, ընդ որում հին միներալների լուծումը և նոր միներալների նստեցումը կատարվում է միաժամանակ: Տեղի է ունենում նաև բաղադրիչների արտահոսք և նոր բաղադրիչների ներհոսք, որն իրականացվում է հեղուկ կամ գազային լուծույթների միջոցով:

Մետասոմատիկ պրոցեսների ինտենսիվությունը մեծապես պայմանավորված է ապարների պետրոգրաֆիական կազմով: Մետասոմատոզի ազդեցությանը շատ հեշտությամբ ենթարկվում են կրաքարերը և դոլոմիտները. ամենամեծ կայունությունը ցուցաբերում են քվարցիտները և կավային թերթաքարերը:

Մետասոմատոզի ընթացքում միներալների քայքայումը կատարվում է հետևյալ հաջորդականությամբ՝ երկաթ-մագնեզիումային սիլիկատներ, պլագիոկլազներ, կալիումի դաշտային սպաթներ և ալբիտ: Սուլֆիդները տեղակայվում են այսպիսի հաջորդականությամբ՝ պիրիտ, սֆալերիտ, էնարգիտ, բորնիտ, խալկոպիրիտ, գալենիտ: Հատկանշական է, որ շարքի յուրաքանչյուր նոր միներալ ի վիճակի է տեղակալելու հին միներալի:

Ընդհանրապես մետասոմատիկ տեղումներն ուղեկցվում են տեղումակալվող միներալների հատիկների խոշորացմամբ: Օրինակ, կրաքարերի քվարցացման կամ հանքայնացման ժամանակ անցման գոնաում առաջանում են կալցիտի մեծ չափի բյուրեղներ:

Մետամորֆացված և մետամորֆային հանքավայրեր

Մետամորֆային պրոցեսների ժամանակ նախկինում գոյություն ունեցած օգտակար հանածոների հանքավայրերը ենթարկվում են որոշ փոփոխությունների, բայց նրանց կազմը, եթե հաշվի չառնենք ջուրը և ածխաթթուն, մնում են անփոփոխ: Այդպիսի հանքավայրերը կոչվում են *մետամորֆացված*: Դրանց թվին պատկանում են մետամորֆացված երկաթային հանքանյութի և մետամորֆացված ոսկերեր կոնգլոմերատների ֆորմացիաները:

Հանդիպում են նաև մետամորֆային հանքավայրեր, որոնք առաջացել են մետամորֆային պրոցեսների ընթացքում: Այդպիսիք են գրաֆիտի, կիանիտի, մարմարի հանքավայրերը և ալպիական տիպի երակները (առաջին անգամ ուսումնասիրվել են Ալպերում):

Ալպիական տիպի երակները կապված են ծալքավոր շրջանների մետամորֆային թերթաքարերում, գնեյսներում, քվարցիտներում և գրանիտներում նկատվող ճեղքվածքների հետ, որոնք սովորաբար դասավորվում են ապարների թերթայնությանն ուղղահայաց: Նրանցում հանդիպում են լեռնային բյուրեղի և այլ միներալների սքանչելի դրուզներ:

Ալպիական տիպի երակները առաջացել են ներփակող մետամորֆային ապարների նյութերի հաշվին: Այդ մասին է վկայում այն փաստը, որ որոշակի մետամորֆային տիպի ապարում երակն ունենում է որոշակի միներալային կազմ, և բացի դրանից, ճեղքվածքի միներալների որակական քիմիական կազմը մեծ մասամբ համապատասխանում է ներփակող ապարի կազմին:

Այդ երակներում բյուրեղացումն ընթանում է ազատ խորշերում, որը և պայմանավորում է ցայտուն արտահայտված միներալների անջատման հաջորդականությունը: Միներալները այստեղ ներկայացված են խոշոր չափերի հատնող կատարյալ բյուրեղներով:

Ապարների մետամորֆիզմը

Երկրի ներքին էներգիայի հաշվին, տեկտոնական շարժումներով առաջ բերվող դեֆորմացիաներով, մագմայի և նրա ցնդող բաղադրամասերի երկրակեղև ներթափանցումով և մի շարք այլ գործոններով է պայմանավորված մետամորֆիզմի պրոցեսները: Մետամորֆիզմ տերմինի տակ հասկացվում է ապարների խորը փոփոխություններն ու վերափոխությունները, որոնք տեղի են ունենում էնդոգեն տարբեր պրոցեսների ազդեցությամբ:

Ապարների մետամորֆիզմի գլխավոր գործոններից են. 1) ջերմաստիճանը, 2) բազմակողմ ճնշումները, 3) միակողմ ճնշումները, 4) քիմիապես ակտիվ ֆլյուիդները և գազերը, որոնք անջատվում են ներդրվող մագմայից և բարձրանում են թիկնոցի մեծ խորություններից: Այս գործոններից բոլորն էլ կարևոր են և նրանց տարբեր զուգակցումներից ապարների վերափոխումները տարաբնույթ են: Այն դեպքում, երբ քիմիապես ակտիվ նյութերի ներմուծում կամ տարք տեղի չի ունենում, ապարների կազմը գրեթե թե չի փոխվում կամ փոխվում է աննշան չափերով: Այն դեպքում, երբ մետամորֆիզմն ուղեկցվում է նշանակալից ներմուծումով կամ տարքով տեղի է ունենում ինտենսիվ մետասոմատոզ, մեկ միներալի տեղակալումը մյուսով և բնականաբար նոր կազմի մետամորֆային ապարների առաջացումով: Այսպիսի մետամորֆիզմը կոչվում է *մետասոմատիկ*:

Մետամորֆիզմի տիպերը
Մետամորֆային ապարները

Կախված մետամորֆիզմի այս կամ այն գործոնի գերակշռումից և համապատասխան նրանցից առաջացած ապարներից առանձնացվում են մետամորֆիզմի մի քանի տիպեր:

Դինամոմետամորֆիզմը տեղի է ունենում երկրակեղևի վերին մասերում հիմնականում միակողմ ճնշումից: Ավելի բարձր ճնշումը և ջերմաստիճանը բերում են որոշակի միներալային կազմի փոփոխության, առաջանում են բյուրեղային թերթավորություն:

Ավտոմետամորֆիզմը (հուն. *ավտո*՝ ինքնին) ընթանում է մագմայի ինտրուզիվ զանգվածների պնդացման ժամանակահատվածում և ընթանում է հենց ինտրուզիվ զանգվածի մեջ նրա բյուրեղացման և պնդեցման ժամանակ: Կոնտակտային մետամորֆիզմը կապված է երկրակեղևում մագմայի ներդրման հետ:

Ինտրուզիվ մարմինը ներփակող ապարների փոփոխությունները կոչվում են *էկզոկոնտակտային մետամորֆիզմ*, իսկ բուն ինտրուզիայի եզրամասերում ընթացած փոփոխությունները՝ *էնդոկոնտակտային մետամորֆիզմ*: Կոնտակտային մետամորֆիզմի գոտու լայնությունը սովորաբար ձգվում է տասնյակ մետրերով և կախված է ինտրուզիվ զանգվածի չափերից, մագմայի, ներփակող ապարների կազմերից, նրանց տեղադրման պայմաններից և կոնտակտի բնույթից:

Ռեգիոնալ (լատ. *ռեգիոնալիս*՝ տարածքային) մետամորֆիզմը լայնորեն տարածված և մետամորֆիզմի կարևոր տեսակներից է: Այն ընդգրկում է մեծ չափերով տարածքներ և ապարների հզոր հաստվածքներ: Այս չափանիշներով այն էականորեն տարբերվում է մետամորֆիզմի բոլոր տիպերից: Կախված ջերմաստիճաններից և ճնշումներից

առանձնացվում են մետամորֆիզմի տարբեր գոնաներ, իրենց բնորոշ ապար կազմող միներալների ասոցիացիաներով:

Ռեգիոնալ մետամորֆիզմը սովորաբար հարում է տարբեր հասակի ծալքավոր մարզերին: Առավել խորը ռեգիոնալ մետամորֆացված ապարներ տարածված են հնագույն վահանների սահմաններում Բալթիական, Ուկրաինական, Ալդանի և այլն:

Գերմետամորֆիզմը ռեգիոնալ մետամորֆիզմի յուրահատուկ եզրային փուլն է, որն ընթանում է գեոսինկլինալային մարզերի խորը գոնաներում: Գերմետամորֆիզմի համար բնորոշ է ապարների լրիվ կամ մասնակի հալումը, *պալինգենեզ* (հուն. *պալին*՝ նոր ընթաց) կամ *անատեքսիս* (հուն. *անա*՝ վեր, բարձր աստիճանի, *տեքսիս*՝ հալչում): Գերմետամորֆիզմի ժամանակ առաջացող հալոցքները ներթափանցում են ներփակող ապարների մեջ, ներարկումների նման, որը առաջնացնում է խառնված ապարներ, որոնց անվանում են նաև *ներարկման մետամորֆիզմ*: Սրանց հետ են կապում խոշոր բաթոլիտների առաջացումը:

Ռեգրեսիվ մետամորֆիզմը կամ *դիաֆտորեզը* (հուն. *դիաֆտորա*՝ քայքայում) պայմանավորված է թերմոդինամիկական պայմաններով՝ ճնշման և ջերմաստիճանի անկմամբ: Արդյունքում առաջանում են միներալների նոր ասոցիացիաներ, որոնք բնորոշ են նոր թերմադինամիկական պայմաններին:

Մետամորֆիզմի այս կամ այն տիպին բնորոշ են որոշակի մետամորֆային ապարներ: Ի տարբերություն հրային միներալառաջացմանը, որում միներալների առաջացումը կատարվում է հաջորդաբար, մետամորֆային միներալները առաջանում են միաժամանակ: Առավել տարածված բարձր ջերմաստիճանային մետամորֆային ապարները *գնեյսներն* են, որոնք բոլոր մետամորֆային ապարների մոտ կեսն են: Եթե գնեյսներն առաջացել են հրային ապարների մետամորֆիզմի հետևանքով, ապա նրանց անվանում են *օրթոգնեյսներ* իսկ նստվածքային ապարներից առաջացած գնեյսներին անվանում են *պարագնեյսներ*:

Գնեյսների մեծ մասի կազմը մոտ է գրանիտների կազմին:

Գրանուլիտներն առաջանում են մանրահատիկ քվարցի, դաշտային սպաթների հաշվին, և ունեն զոլավոր ու ժապավենաձև տեքստուրա.

Բյուրեղային թերթաքարերն ունեն տարաբնույթ կազմ,որի հիման վրա էլ ստորաբաժանվում են բիոտիտային, մուսկովիտային, երկփայլար տիպերի: Այս ապարները բաղկացած են փայլարներից ու քվարցից, կարող են մասնակցել նաև նռնաքարերը, ստավրոլիտը, անդալուզիտը, մագնետիտը, գրաֆիտը, դիսթենը:

Ամֆիբոլիտներն առաջանում են միջին և հիմքային կազմի արտավիժած ապարների մետամորֆիզմի հետևանքով, ինչպես նաև նստվածքային միներալների, կրաքարային կավերի հաշվին: Քվարցիտների կազմում գերակշռում են քվարցի հատիկները, իսկ նախնական միներալ-

ներից՝ երկաթի օքսիդների առկայությամբ առաջնում են մագնետիտային քվարցիտները: Քվարցիտներն առաջանում են նստվածքային ավազաքարային ապարների մետամորֆիզմից:

Մարմարները կրաքարերի և դոլոմիտների վերաբյուրեղացման արդյունք են: Եթե նստվածքային ապարները հարուստ են ալյումինի օքսիդներով, ապա առաջանում են կորունդային կամ գմռնիտային ապարներ:

Կավային և ալեվրիտային ապարների մետամորֆիզմից առաջնում են ալբիտ-քլորիտային և էպիդոտ-քլորիտային թերթաքարեր:

Ֆիլլիտները մետամորֆային ապարներ են և կազմված են քվարցի մանր հատիկներից և սերիցիտի թելիկներից:

Համաձայն Ա. Բ. Ռոնովի և Ա. Ա. Յարուշևսկու երկրակեղևի մոտ 30%-ը բաղկացած է մետամորֆային ապարներից, իսկ այդ 30%-ը ներկայացված է 65% գնեյսներից, 17% ամֆիբոլիտներից, 15% բյուրեղային թերթաքարերից, 2,5% մարմարներից:

Ապարների մետամորֆիզմի ժամանակ ձևավորվում են օգտակար հանածոների հանքավայրեր: Բարձր ջերմաստիճանային ածուխները վերափոխվում են գրաֆիտի շերտերի (Ենիսեյի ստորին հոսանքներում՝ Կուրեյան հանքավայրը):

Կատագենեզի և մետամորֆիզմի հետ են կապված ոսկու և ուրանի խոշորագույն հանքավայրերը (ՀԱՀ), Ուրալում պղինձ-կոլչեդանային, բազմաթիվ երկաթահանքային, բազմամետաղային և այլ հանքավայրերի առաջացումը:

Մաս III

ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄՆԵՐ

Գլուխ XIII

ՏԱՏԱՆՈՂԱԿԱՆ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄՆԵՐ

Երկրի ներքին դինամիկայի (էնդոգեն) պրոցեսներից են երկրակեղևի և երկրի ավելի խորը հորիզոններում կատարվող շարժումները, որոնց անվանում են *տեկտոնական շարժումներ*: Այս շարժումները փոխում են երկրակեղևի կառուցվածքը, խախտում ապարների տեղադրման սկզբնական ձևերը, առաջացնում բարդ ծալքեր, ծալքավորումներ, երկրակեղևը բաժանում առանձին բլոկների, տեղաշարժում խզումային գոտիներով և այլն:

Տեկտոնական շարժումները բնութագրվում են տարաբնույթ ուղղվածությամբ և ինտենսիվությամբ տարածության և ժամանակի մեջ: Ըստ շարժման բնույթի վ. Ե. Խայնը (1973 թ.) առանձնացրել է. 1) տիրապետող ուղղահայաց (ռադիալ), 2) տիրապետող հորիզոնական (տունգենցիալ), 3) սահուն (այդ թվում ալիքավոր և ծալքավոր) և 4) խզումնային (խոշորաբեկորային, բլոկային), 5) ուղղահայաց (անշրջելի), 6) տատանողական (շրջելի), 7) վերընթաց և վարընթաց (ուղղաձիգ շարժումների համար), 8) ինտենսիվ (ռելիեֆ առաջացնող, լեռնակազմական), 9) թույլ:

Ուղղահայաց շարժումներին անվանում են նաև *տատանողական* երբեմն էլ *էպեյրոգեն* (հուն. *էպեյրոս*՝ ցամաք) *շարժումներ*:

Տեկտոնական շարժումների վերը թվարկված տեսակները սերտ կերպով կապված են մեկը մյուսի հետ և առավել լավ են արտահայտվում երկրակեղևի շարժուն գոտիներում:

Ամենայն հավանականությամբ տեկտոնական շարժումները հարուցիս են եղել երկրի առաջացման վաղ փուլերից սկսած, սակայն մի շարք պատճառներով հնում ընթացած շարժումների ուսումնասիրությունները բարդ է ու դժվար, այդ իսկ պատճառով լուծ հանդես գալու ժամանակի և մեթոդիկայի, տեկտոնական շարժումները ստորաբաժանվում են ժամանակակից, նորագույն և հնագույն երկրաբանական պերիոդներում ընթացած շարժումների:

<u>Ժամանակակից շարժումներ</u>

Այս տեկտոնական շարժումները ընթացել են պատմական ժամանակաշրջանում, մարդու հիշողության մեջ են և շարունակվում են նաև այժմ: Ժամանակակից շարժումները կարող են լինել դանդաղ (դարավոր)

և արագ (թռիչքային) կապված երկրաշարժերի հետ: Դանդաղ ժամանակակից շարժումների առանձնահատկությունը նրանց դիֆենցված բնույթն է. Միաժամանակ մի տեղամաս բարձրանում է, մեկ այլ տեղամաս իջնում: Ժամանակակից Հոլանդիայի տարածքը պատմական ժամանակաշրջանում իջել է ավելի քան 15 մ և ծովի ալիքների ցամաք ներխուժմանը արգելակում է անընդհատ բարձրացվող արգելապատնեշը: Տարածքի բարձրացման լավ օրինակ է Բոտնիկական ծոցի Հյուսիսային Շվեդիայի և Ֆինլանդիայի հարակից տարածքները, որոնք բարձրանում են և բազմաթիվ նավահանգիստներ մնացել են ծովից բավականին հետու:

Ընդհանրապես և մասնավորապես ժամանակակից շարժումներն ունեն տատանողական բնույթ: Վեր բարձրացող տարածքներն ժամանակի ընթացքում ենթարկվում են ցած իջնցման պրոցեսին:

Ժամանակակից շարժումներն ուսումնասիրվում են պատմական, գեոմորֆոլոգիական և գեոդեզիական մեթոդներով:

<u>Պատմական մեթոդը</u> հիմնված է ծովի առափնյա մասերում կառուցված պատմա-ճարտարապետական հուշարձանների և այլ կառույցների տեղադիրքի փոփոխության վրա ջրավազանների ափագծի նկատմամբ: Եթե ընթանում են երկրակեղևի ճկման պրոցեսներ, ապա այդ կառույցները հայտնվում են ջրի մեջ կամ ջրի տակ, հակառակ դեպքում՝ ափագիծը հետանում է: Օրինակ՝ Սուխումի ծոցում ջրասույզ են եղել Հունական Դիոսկուրիի գաղութի կառույցները, Բուլղարական Բուրգասի մոտ՝ հռոմեական ժամանակաշրջանի կառույցները, իսկ Մարսելի մոտ Միջերկրական ծովում 6 մ խորության վրա հայտնաբերված են Իս քաղաքի փլատակները:

<u>Գեոմորֆոլոգիական մեթոդը</u> հիմնված է մակերևույթի ռելիեֆի մեջ ժամանակակից շարժումների արտացոլման ուսումնասիրության վրա:

Ծովերի առափնյա մարզերի վեր բարձրացման ժամանակ ջրից ազատվում և ցամաք են դառնում աբրազիոն և ակումուլյատիվ ժամանակակից դարավանդները, ալեքախության խորշերը, ափամերձ արգելաթմբերը: Տրածքների իջնցման դեպքում ջրասույզ են լինում ափային արգելաթմբերը և դարավանդները, լիմանային տիպի գետաբերանները և այլն: Ժամանակակից շարժումների դիֆերենցվածությունը արտահայտվում է նաև գետերի երկայնական պրոֆիլի վրա, որի տարբեր հատվածներում առանձնացվում են շատ կամ քիչ թեքությամբ անոմալ տեղամասեր: Երկրակեղևի բարձրացման հետ պակասում է գետի ոլորայնությունը, իսկ ճկման դեպքում ավելանում են գետագալարները և լայնանում է հովիտը:

<u>Ջրաչափական դիտարկումների</u> մեթոդը հիմնված է ծովափերին տեղադրված ինքնագիր սարքերով (ծովագիր) ծովի մակարդակի վոփոխությունների գրանցման վրա:

Արդյունքների ուսումնասիրությամբ կարելի է ճգրակացնել ծովի մակարդակի անհավասարաչափ փոփոխությունների, տատանումների ամպլիտուդայի և ժամանակի որոշակի հատվածում շարժումների արագությունների մասին:

<u>Կրկնական ճշգրիտ նիվելիրացման</u> մեթոդը հիմնված է որոշակի պրոֆիլներով դրված մշտական ռեպերների նիվելիրացման վրա և տալիս է դիտարկումների ժամանակ շարժումների քանակական գնահատականը: Բալթիկ և Սև ծովերում գերճշգրիտ նիվելիրացման ջրաչափական ուսումնասիրությունները հիմք են հանդիսացել կազմելու երկրակեղևի ժամանակակից շարժումների քարտեզները, որոնց վրա ցույց են տրվել իջեցումները և բարձրացումները մեկ տարվա ընթացքում:

Ժամանակակից հորիզոնական տեկտոնական շարժումները որոշվում են տրանգուլյացիոն կրկնակի մեթոդով: Սրանով ուղղակի չափում են հենակետերի դիրքը մեկը մյուսի նկատմամբ: Չափումներով պարզվել է, որ Տաջիկստանում Պետրոս Առաջինի լեռնաշղթան տեղաշարժվում է դեպի հյուսիս տարեկան 16-18 *մմ* արագությամբ՝ միաժամանակ բարձրացումով:

Նորագույն շարժումները

Որպես նորագույն շարժման ժամանակահատված ընդունվում է նեոգեն-չորրորդական կամ օլիգոցեն-չորրորդական ժամանակը, որը համապատասխանում է 25 կամ 40 մլն. տարվանը: Այս շարժումներով է պայմանավորված երկրի ժամանակակից ռելիեֆի և նորագույն ստրուկտուրաների ձևավորումը.

Որքան շարժումներն ինտենսիվ են,այնքան նրանք ցայտուն են արտահայտվում ռելիեֆի վրա: Դա լավ է արտահայտված հատկապես լեռնային համակարգերում:

Օրինակ՝ Տյան-Շանի, Ալթայի, Սայանների լեռնաշղթաները առաջացել են նորագույն էտապում հարթավայրերի կամ էպիկոնտինենտալ ծովերի տեղերում:

Այստեղ հստակորեն արտահայտված լեռնաշղթաները համապատասխանում են բարձրացման, իսկ միջլեռնային իջվածքները՝ ճկման գոտիներին: Մոտավորապես նույնն է պատկերը Կովկասում, որտեղ մեծ և փոքր Կովկասի լեռնային բարձրացումները իրենցից ներկայացնում են ծալքա-բեկորավոր երկրակեղևի բարձրացման մարզեր, որոնք բաժանված են Ռիոնի և Կուրի իջվածքներով, և նորագույն էտապում ապրել են նշանակալից ճկումներ:

Ըստ Կ. Ի. Գերենչուկի Ռուսական պլատֆորմի գլխավոր գետային համակարգերը տեղադրված են նորագույն ճկման գոտիներում, իսկ ջրբաժանները համապատասխանել են նորագույն բարձրացման մարգերին. Նորագույն տեկտոնական շարժումները լավագույնս արտա-

հայտված են նաև ծովերի հատակներում: Դրա հետ միաժամանակ նկատվում է Հյուսիսային ծովի հատակին Թեմզա- Սենա և այլ գետերի հովիտների ստորջրյա շարունակությունները (*նկ 100*): Ծովի ափամերձ գոտիներում տեղ-տեղ դիտվում են տարբեր հասակի ծովային դարավանդների սերիաներ, որոնք բարձրանում են մեկը-մյուսի նկատմամբ: Ենթադրաբար, դրանք կարող էին առաջանալ ցամաքի նորագույն տեկտոնական բարձրացումների արդյունքում կամ էլ միաժամանակ մեկի և մյուսի հանդես գալու հետ: Միաժամանակ առաջացած երկու դարավանդների ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ նրանց սկզբնական մակերևույթը տեղ-տեղ տեկտոնական շարժումներով դեֆորմացված է, ծռված՝ վեր կամ վար: Այդպիսին են կասպից ծովի հնագույն ծովային դարավանդները Ապշերոնյան թերակղզու սահմաններում. որոնք նկատելիորեն բարձրացված են, իսկ տեղ-տեղ թաղած են ծովի ջրի ներկայիս մակարդակի տակ, ինչի արդյունքում շարժումները տարբեր ուղղություններ և անհավասարություն ունեն:



Նկար 100. Ծովով ջրածածկված հյուսիսարևմտյան Եվրոպայի հարթավայրի շարունակությունը

Գետահովիտների երկայնքով գետային ողողատներից վեր գտնվող գետային դարավանդների ուսումնասիրությունը նույնպես ի հայտ է բերում նրանց մակերևույթների դեֆորմացված լինելը, որոնցից կարելի է անջատել թե բարձրացված և թե իջած տեղամասերը:

Երկրաբանա-գեոմորֆոլոգիական մեթոդների հիմքում ընկած են գետային դարավանդների կառուցվածքի ուսումնասիրությունները: Այս դարավանդներում էական է այն կազմող նստվածքների կազմը և ալյու-

վիի տարբեր ֆացիանների փոխհարաբերությունը, ինչպես նաև գետնախառիսխի (ցոկոլի) դիրքը: Եթե տեղամասը ենթարկվել է նորագույն բարձրացման ապա զարգացած են էրոզիոն կամ ցոկոլային դարավանդները. իսկ տարածքի իջեցման դեպքում գարգանում են ակումուլյատիվ դարավանդները: Մարջանային խութերի ուսումնասիրությունները պարզել են նրանց որոշ տեղերում ջրից վեր բարձրացված լինելը, իսկ որոշ տեղերում շատ խորը տեղերում հանդիպելը մինչև՝ 1000 *մ* խորությունները:

Նստվածքների ֆացիանների և հզորությունների անալիզը ցույց են տալիս նորագույն տեկտոնական շարժումների դիֆերենցվածությունը: Այս վերլուծությունները կիրառվում են նաև պալեոնտոլոգիական անալիզների դեպքում:

Անցյալի երկրաբանական դարաշրջանների տեկտոնական շարժումները

Անցյալի երկրաբանական դարաշրջանների տատանողական տեկտոնական շարժումների մասին լավագույն պատկերացումներ են տալիս նստվածքային ապարների ֆացիանների, հզորությունների և ստրատիգրաֆիական ընդմիջումների վրա հիմնված երկրաբանական մեթոդներով ուսումնասիրությունները:

Ուսումնասիրությունների կարևորագույն մեթոդներից մեկը ֆացիանների անալիզն է: Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմության ընթացքում բազմիցս փոխվել են ծովի և ցամաքի սահմանները, ափագծի փոփոխություններ են եղել, որոնք բնականաբար կապված են երկրակեղևի տատանողական շարժումների հետ:

Երբ ցամաքը իջնում է, ծովը ներխուժում է իջած տարածքները (ծովային տրանսգրեսիա-առաջացխաղացում): Հակառակ գործընթացը, երբ տարածքը բարձրանում է, ծովը բնականաբար նահանջում է (ռեգրեսիա-նահանջ): Այստեղից հետևում է, որ ափագծի տեղափոխությունները բերում են ֆացիանների տեղաշարժերի: Ծովի տրանսգրեսիայի ժամանակ նստվածքների ուղղաձիգ կտրվածքում դիտվում է ներքևից վերև հետևյալ հերթափոխությունները, կոնգլոմերատներ, ավազներ, կավեր ու կրաքարեր: Այս սերիան կոչվում է ապարների *տրանսգրեսիվ սերիա*: Այլ է պատկերը ռեգրեսիայի դեպքում: Այստեղ երկրաբանական ուղղաձիգ կտրվածքում ավելի նուրբ մասնիկները գտնվում են ներքևում, ավելի խոշորները՝ վերևում:

Երբեմն հնարավոր է հանդիպել տրանսգրեսիվ և ռեգրեսիվ սերիաների բարդ հերթափոխումների, որը ցույց է տալիս ափագծի բազմիցս տեղաշարժերը կամ էլ համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակի էվստատիկ շարժումները, երբեմն էլ տատանողական շարժումները՝ կապված ֆիզիկո-աշխարհագրական պայմանների փոփոխությունների հետ (խորություններ, աղիություն, ջերմաստիճան):

Ապարների հզորությունների փոփոխությունների անալիզը թույլ է տալիս դատել տատանողական շարժումների արագությունների մասին:

Ընդունված է ապարների ընդհանուր հզորությունը որոշել տվյալ տեղամասի երկրակեղևի ճկմամբ: Կապված տատանողական շարժումների արագության և ուղղվածության հետ կարևոր է իմանալ մակերևույթի վրա միևնույն հատակի ապարների հզորությունների բաշխման օրինաչափությունները:

Այս նպատակով կազմվում են քարտեզներ, որում ցույց են տրվում հզորությունները՝ կորերով (իզոպախիտներ):

Համադրելով տարբեր ստրատիգրաֆիական միավորների իզոպախիտների քարտեզները, կարելի է նկատել շարժումների ուղղվածությունը, ինտենսիվությունը և երկրաբանական պատմության ընթացքում նրանց փոփոխությունները: Այս մեթոդը մշակել և հիմնավորել է Վ. Վ. Բելոուսովը:

Նստվածքների և ֆացիաների և հզորությունների անալիզը թույլ են տալիս պատկերացում կազմել երկրակեղևի գումարային (իջեցման) ճկման ամպլիտուդայի և համեմատաբար ավելի թույլ տատանողական շարժումների մասին, որոնք վերադրվել են ճկման ընդհանուր ֆոնի վրա: Օրինակ՝ Դոնեցկի ածխային ավազանում արդյունավետ ածխաբեր հաստվածքը, որը C_2 կամ C_3 հասակի է և ունի մոտավորապես 10 *կմ* հզորություն.

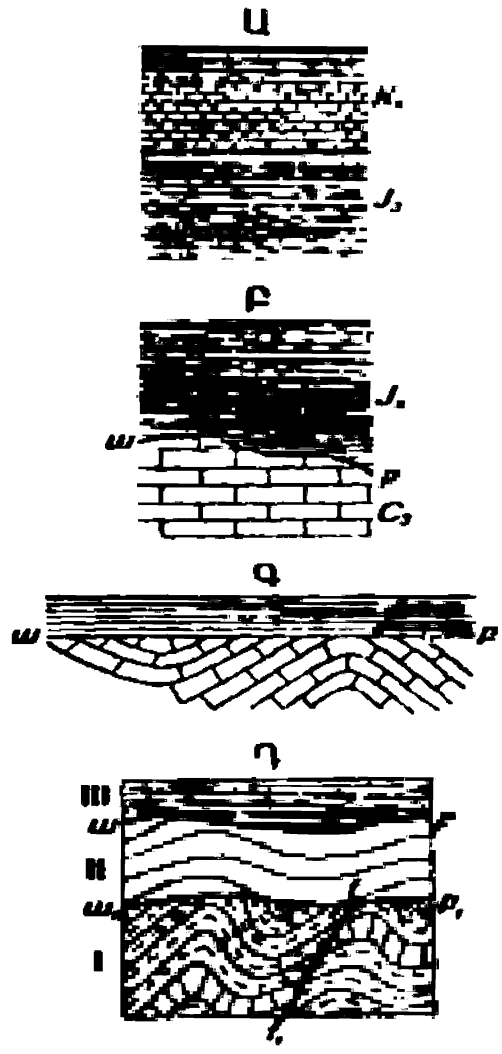
Միաժամանակ այդ հսկայական հաստվածքը բաղկացած է ռիթմիկ իրար հերթափոխող տարբեր շերտախմբերից, որոնք ներկայացված են կրաքարերով, արգիլիտներով, ավազաքարերով և քարածուխներով: Ավազաքարերը, կավային թերթաքարերը և կրաքարերը, որոնք քարածուխ են ներփակում իրենց մեջ ունեն նաև ծանծաղ ջրային, ծովային ֆաունա, որով էլ կարելի է դատել, որ այդ նստվածքներն առաջացել են ոչ մեծ խորություններում, իսկ ավազաքարերը հնարավոր է նաև՝ ցամաքային պայմաններում: Այս շերտախմբերը բազմիցս հերթափոխելով միմյանց և նրանում ավելի քան 200 ածխային շերտերի առկայությունը վկայում են, որ ուղղահայաց շարժումները ընթացել են վեր և վար ոչ մեծ ամպլիտուդաներով, որը հավանաբար չի գերազանցել 100 *մ*-ը: Այդ տատանողական շարժումները համադրվել են երկրակեղևի խոշոր ճկման ընդհանուր ուղղություններին, որի արդյունքն է տասկիլոմետրանոց ածխաբեր հաստվածքները: Ընդ որում տարածքի իջեցումը անընդհատ փոխհատուցվում է նստվածքների կուտակման արագությամբ:

Ընդմիջումների անալիզի մեթոդը լայնորեն կիրառվում է տատանողական շարժումների ուսումնասիրության ժամանակ:

Տարբեր երկրաբանական կտրվածքների ուսումնասիրության ժամանակ երբեմն նկատվում են շերտերի նորմալ հերթափոխումների խախտումներ. նրանցում պակասում են այս կամ այն ժամանակահատ-

վածին բնորոշ նստվածքային շերտեր: Օրինակ՝ Մերձ Մոսկովյան շրջանում վերին քարածխային դարաշրջանի ապարների խիստ լվացված մակերևույթի վրա նստած են վերին Յուրայի դարաշրջանի ծովային ֆաունայով սև կավերը.

Կտրվածքում բացակայում են պերմի, տրիասի, ստորին, միջին յուրայի նստվածքները: Այս հատակների ապարների բացակայությունը բացատրվում է երկրակեղևի շարժումներով, բարձրացումներով: Շերտերի հերթափոխումների այդպիսի խախտումները, որոնք ցույց են տալիս տեկտոնական շարժումների նշանի փոփոխությունները անվանվում են *ստրատիգրաֆիական ընդմիջում* կամ *ստրատիգրաֆիական աններդաշնակություն* (*նկ. 101*):



Նկար 101. Ներդաշնակ և աներդաշնակ ապարների տեղադրման օրինակներ.
Ա) ներդաշնակ տեղադրում, Բ) գոգաձեռ աներդաշնակություն, Գ) անկյունային աներդաշնակություն, Դ) կրկնակի աներդաշնակություն, I-III՝ կառուցվածքային յարուսներ, աբ, ա₁բ₁՝ մակերևույթային աներդաշնակություն, ff₁՝ տեկտոնական խզվածք

Այսպիսով, տարբեր մեթոդների օգնությամբ հաստատված է, որ երկրակեղևի ուղղահայաց շարժունները արտահայտվում են ամենուր, սակայն ունեն տարբեր արագություններ և որ կարևոր է տարբեր գրադիենտներ:

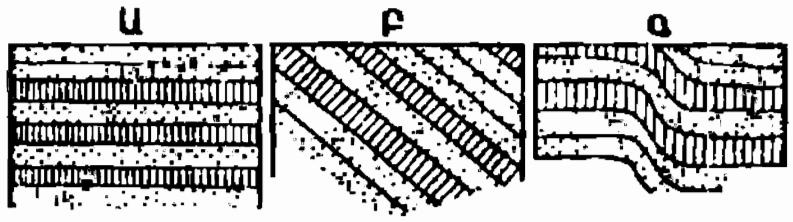
Տեկտոնական շարժումների գրադիենտները ամպլիտուդաների և շարժման արագությունների փոփոխությունն է միավոր ժամանակի և միավոր հեռավորության մեջ:

Տեկտոնական խախտումներ և ապարների տեղադրման ձևերը

Ընդհանուր տեղեկություններ տեղադրման ձևերի մասին

Երկրակեղևը կազմող տարբեր գենեզիսի ապարներն ունեն տարբեր տեղադրման ձևեր: Սրանց մեջ առանձնացվում են տեկտոնական շարժումներով չխախտված (*նկ. 102*) և խախտված ձևեր: Խախտված ձևերը շատ լավ են արտահայտվում շերտավոր նստվածքային ապարներում. որոնք առաջանում են համեմատաբար հարթ ծովային ավազանների

հատակներում, ավելի քիչ ցամաքային գոգավորություններում, լճերի և հովիտների հատակին:



Նկար 102. Ապարների չտեղաախախտված տեղադրման ձևեր
Ա) հորիզոնական տեղադրում,
Բ) մոնոկլինալային տեղադրում,
Գ) ֆլեքսուրա

Այս դեպքերում նստվածքային ապարների առաջնային տեղադրման ձևը հորիզոնական է կամ հորիզոնականին մոտ:

Շերտ է կոչվում նստվածքային ապարների մեծ ծգվածությամբ, վերևից և ներքևից հստակ սահմանափակված զուգահեռ մակերևույթներով մարմինը: Շերտի ստորին սահմանը կոչվում է *հատակ*, վերինը՝ *առաստաղ*: Շերտի ստորին և վերին սահմանները իրար միացնող ամենակարճ հեռավորությունը անվանվում է *շերտի հզորություն* կամ *հաստություն* (իրական): Շերտի հզորությունը փոփոխվում է մի քանի *սմ*-ից մինչև մի քանի, նույնիսկ տասնյակ մետրեր: Շերտի համասեռությունը որոշվում է նրա գույնով, կազմով, տեքստուրայով և այլ հատկանիշներով:

Նստվածքային ապարների սկզբնական հորիզոնական տեղադրումները խախտվում են տեկտոնական շարժումների շնորհիվ և դեֆորմացվելով ձեռք են բերում տարբեր թեքություններ, կարող են ճկվել, ծալքավորվել կամ խզվել, այսինքն դիսլոկացվել (ֆրանս. *դիսլոկացիոնի*՝ խախտում): Ըստ վերջինի, ապարները բաժանվում են երկու խմբի՝ 1) կապակցված կամ առաձգական պլաստիկ, 2) պոկումնային կամ փխրուն:

Կապակցված տեկտոնական խախտումներ

Կապակցված տեկտոնական խախտումները հանդես են գալիս շերտավոր ապարներում տարբեր ծռումներով, առանց խախտելու նրանց հոծությունը: Սրանց մեջ առանձնացվում են մի քանի ստրուկտուրային ձևեր:

Մոնոկլինային կամ շերտերի թեք տեղադրում

Շերտերի այսպիսի տեղադրումները բնորոշվում են ապարների թեքվածությամբ, մեկ ուղղությամբ, հաստատուն անկյան տակ, որոնց անվանում են *մոնոկլինալ*: Զառիկող խոշոր մոնոկլինալները առանձնահատուկ են պլատֆորմային մարզերին, իսկ ավելի զառիթափ՝ որոշ լեռնային համակարգերից պլատֆորմներին անցման գոտիներին:

Նստվածքային ապարների տեղադրման տարրերը լավ արտահայտվում են մոնոկլինալներում: Այդ տարրերն են շերտի տարածումը, անկումը և անկման անկյունը:

Թեքություն ունեցող շերտի տարածում անվանում են նրա դիրքը երկրի կողմերի նկատմամբ: Տարածման գիծ շերտի մակերևույթի և հո-

ռիզոնական հարթության հատման գիծն է կամ այլ կերպ շերտի մակերևույթում ցանկացած հորիզոնական գիծը:

Շերտի տարածման ազիմուտը տարածման գծով և միջօրեականով կազմված անկյունն է, որը կարող է փոփոխվել ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ 0^0-ից 360^0: Այն կարող է արտահայտվել երկու արժեքներով, որոնք միմյանցից տարբերվում են 180^0-ով, քանի որ տարածման յուրաքանչյուր գիծ ունի իրար հակադիր երկու ուղղություններ (օր.՝ հարավ-արևմտյան ուղղություն 225^0 և հակադիր՝ հյուսիս-արևելյան 45^0):

Շերտի անկումը հորիզոնի հարթության նկատմամբ նրա դիրքն է: Անկման գիծը այն գիծն է, որը ընկած է թեք շերտի մակերևույթին ուղղահայաց:

Անկման անկյունն, անկման գծի և հորիզոնական հարթության վրա նրա պրոեկցիայի միջև կազմված անկյունն է: Այն փոփոխվում է 0^0 մինչև 90^0:

Անկման ազիմուտը հորիզոնական հարթության վրա անկման գծի պրոեկցիայի և աշխարհագրական միջօրեականի հյուսիսային ուղղության հետ կազմված անկյունն է: Կախված շերտի դիրքից անկման ազիմուտը կարող է փոփոխվել 0^0-ից 360^0 և ի տարբերություն տարածման ազիմուտի ունի միայն մեկ արժեք: Այս բոլոր չափումները կատարվում են լեռնային կոմպասի միջոցով:

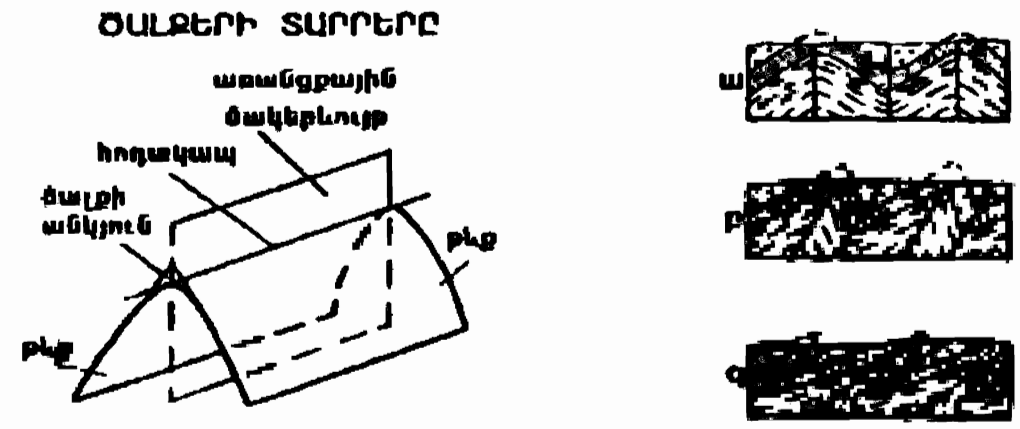
Ֆլեքսուրան (կրկնակորություն) շերտավոր հաստվածքների ծնկաձև ծռումների ստրուկտուրային ձևն է: Ծռումների անկյունները կարող են լինել զառիկող, կտրուկ և նույնիսկ ուղղահայաց: Ֆլեքսուրանները կարող են լինել տարբեր չափերի և շատ են տարածված պլատֆորմներում: Խոշոր զառիկող ծռումները բնորոշ են պլատֆորմներին: Նրանց ամպլիտուդան փոխվում է մի քանի *կմ*-ից մինչև 10 և ավելի *կմ*-ը, իսկ լայնությունները հարյուրավոր նույնիսկ 1000 *կմ* և ավելի: Խոշոր ճկվածքները ունեն թույլ ձգված օվալի կամ կլորավուն ձև և պլատֆորմների վրա նրանք կոչվում են *սինեկլիզներ*, իսկ բարձրացումները՝ *անտեկլիզներ*: Արևելա-Եվրոպական կամ Ռուսական պլատֆորմի վրա Մոսկովյան սինեկլիզայի թեքությունները կենտրոնից եզրերը կազմում է րոպեներ, իսկ տրամագիծը ավելի քան 1000 *կմ* է:

Ծալքերը և նրանց մորֆոլոգիական տիպերը

Բազմաթիվ լեռնային կառույցներում նստվածքային ապարները ճմլված են տարբեր չափերի բարդ ծալքերի մեջ: Առանձնացվում են *անտիկլինալային* և *սինկլինալային* ծալքեր: Անտիկլինալներում շերտերի ծռումը ուղղված է ուռուցիկ կողմով վերև և նրանց կենտրոնական մասերում մերկանում են ավելի հին հասակի ապարներ քան թևերում:

Սինկլինալ ծալքերում շերտերի ծռումը ուղղված է ներքև և նրա ներքին մասերում տեղադրված են ավելի երիտասարդ ապարներ: Յուրաքանչյուր ծալք բաղկացած է որոշակի առանձնացվող տարրերից (*նկ. 103*).

1) ***Փականը***՝ շերտի ծռման տեղը:
2) ***Թևերը*** ՝ ծալքերի եզրային մասերը:
3) ***Միջուկ*** ՝ ծալքերի ներքին մասը, որը հարում է փականին:
4) ***Անկյուն*** ՝ առաջանում է ծալքի թևերի մակերևույթների շարունակությունից:
5) ***Հորիզոնական*** ՝ ծալք կազմող ցանկացած շերտի ծռման առավելագույն կետերով անցնող գիծ:
6) ***Առանցքային մակերևույթ***՝ ծալք առաջացնող շերտերի առավելագույն ծռման կետերով անցնող մակերևույթ:
7) ***Ծալքերի առանցք***՝ ծալքի առանցքային մակերևույթի հորիզոնական հարթության հետ հատման գիծը: Ծալքի առանձին դիրքը որոշվում է տարածման ազիմուտով:

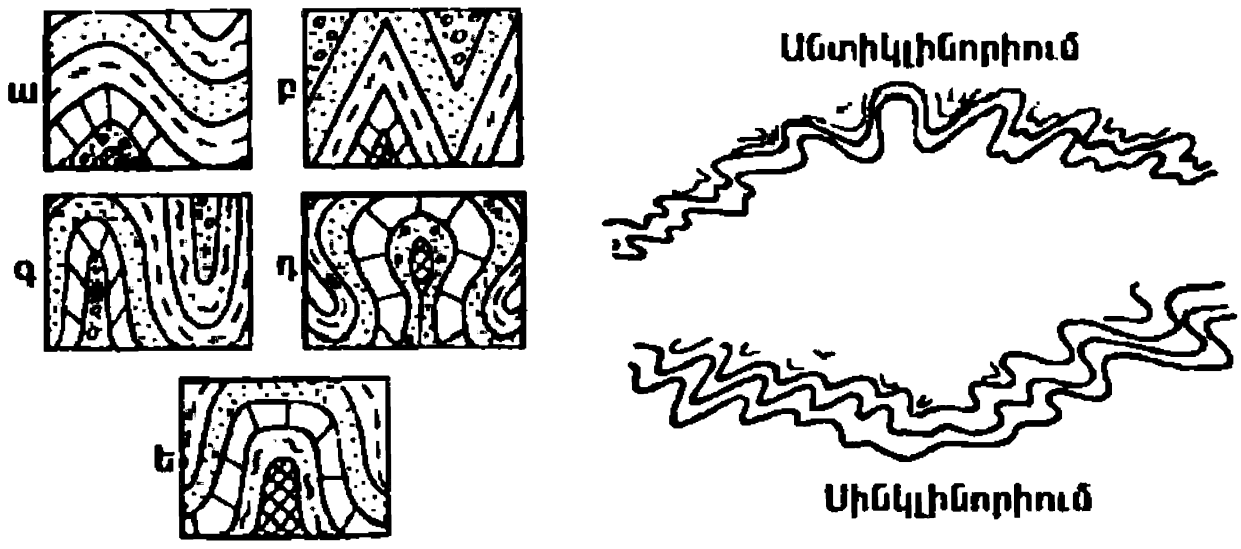


Նկար 103. Ծալքերի ձևերը ըստ առանցքային մակերևույթի դիրքի .
Ա) անտիկլինալ, Բ) սինկլինալ, ա) ուղիղ, բ) շեղ, գ) շրջված, դ) պառկած, ե) շուռ եկած

Ծալքերի դասակարգումը

I. Ծալքերը դասակարգվում են ըստ իրենց հատկանիշների (*նկ. 104*).

1) Ուղիղ սիմետրիկ ծալքեր՝ առանցքային հարթությունը ուղղաձիգ է և թևքերի թեքությունները՝ միանման:
2) Թեքված (շեղ) ծալքեր՝ առանցքային հարթությունը թեքված է թևքերի անկումները հակադիր են, մի թևքի անկումը ավելի կտրուկ է քան մյուսը:



Նկար 104. Ծալքերի տիպերը ըստ առանցքի ձևի և թևքերի փոխհարաբերություն . ա) կլորավուն, բ) սրածայր, գ) իզոկլինալ, դ) հովհարածև, ե) սունդուկանման կամ տուփանման

3) Շրջված ծալքեր՝ առանցքային հարթությունը նշանակալից թեքված է և թևքերը ընկում են մի ուղղության վրա: Մի թևքը գտնվում է մյուսի տակ:
4) Պառկած ծալքեր՝ առանցքային մակերևույթը հորիզոնական է կամ հորիզոնականին մոտ:
5) Սուզվող կամ շուռ եկած ծալքեր՝ առանցքային մակերևույթը շրջված է համեմատաբար ուղղածիգ դիրքի նկատմամբ 90^0-ից ավելի անկյունով:

II. Ծալքերի ձևը ըստ թևքերի և փականի բնույթի փոխհարաբերության լինում են նորմալ (սովորական) սուր և կլորավուն, իզոկլինալ՝ զուգահեռ թևերով, հովհարաձև, սունդուկաձև՝ հարթ փականով և կտրուկ թևերով:

III. Ըստ թևերում և փականքում շերտերի հզորությունների փոխհարաբերությունների առանձնացվում են ծալքերի երկու տիպեր՝ կոնցենտրիկ շերտերի հավասար հզորություններով առանցքում և փականում, և միանման՝ թևերում փոքրացված հզորություններով:

Ծալքերը տարբերում են նաև ըստ ձգվածության և լայնության: Այս առանձնահատկություններով առանձնացվում են գծային ծալքեր, որոնք ձգված են երկարությամբ և նեղ են, բրախի ծալքեր կամ կարճացած, որոնց երկարությունը 2-5 անգամ է գերազանցում լայնությանը: Այստեղ առանձնացվում են բրախիանտիկլինալներ և բրախիսինկլինալներ: Կան նաև գմբեթային և մուլդային, իզոմետրիկ ծալքեր: Գմբեթաձև ծալքը կլորավուն, ուռուցիկ ծալքն է, մուլդան՝ գոգավոր:

Ծալքավորությունների տիպերը

Երկրակեղևի տարբեր ստրուկտուրային գոնաներում տարածված են այս կամ այն ծալքերի ամբողջությունը,որին անվանում են *ծալքավորություն* Ըստ ծալքերի ձևի և փոխհարաբերությունների Երկրի մակերե-

սի վրա և նստվածքում առանձնացվում են ծալքավորությունների երկու տիպեր.

1) *Լրիվ* կամ *զծային ծալքավորություն*, որը տեղադրված է ծալքավոր մարգերում: Այս ծալքավորությունը բնորոշվում է ամբողջ տարածքի ծալքերով լցումով: Գծային ծալքավորությունների օրինակ է անտիկլինալների և սինկլինալների նմանատիպ ձևերով ու չափերով և միևնույն տարածմամբ ծալքերը: Այսպիսի ծալքավորություններին անվնում են նաև ընդհանուր ճկլման կամ սեղմման ծալքավորություններ: Այս ծալքավորությունը կապված է նաև ամբողջ շերտերի հորիզոնական սեղմման հետ: Նրանում առանձին անտիկլինալ և սինկլինալ ծալքերը խմբավորվում են ավելի բարդ ստրուկտուրային ձևերի մեջ՝ անտիկլինորիումներ և սինկլինորիումներ (*նկ. 104*), իսկ այս ստրուկտուրաների զուգակցումները առաջացնում են լեռնածալքավոր կառույցներ մեգաանտիկլինորիումներ (հուն. *մեգա՝* մեծ), օր.՝ Մեծ Կովկասը, Ալպերը և այլն:

2) *Ընդհատվող ծալքավորություն*, որը հանդիպում է հիմնականում պլատֆորմների սահմաններում, որտեղ առկա են իրարից անջատ, տարբեր ծալքեր: Դրանք են՝ *բրախիծալքեր, գմբեթներ* և *մուլդաններ, ֆլեքսուրաներ, մոնոկլինալներ* և մեծ ձգվածությամբ *արգելաթմբեր*:

Բացի նշված երկու տիպերից Վ. Վ. Բելոուսովը առանձնացնում է նաև ծալքավորությունների միջանկյալ տիպը, որը բնորոշ է պլատֆորմներից ծալքավոր մարգերին անցման գոտիներին:

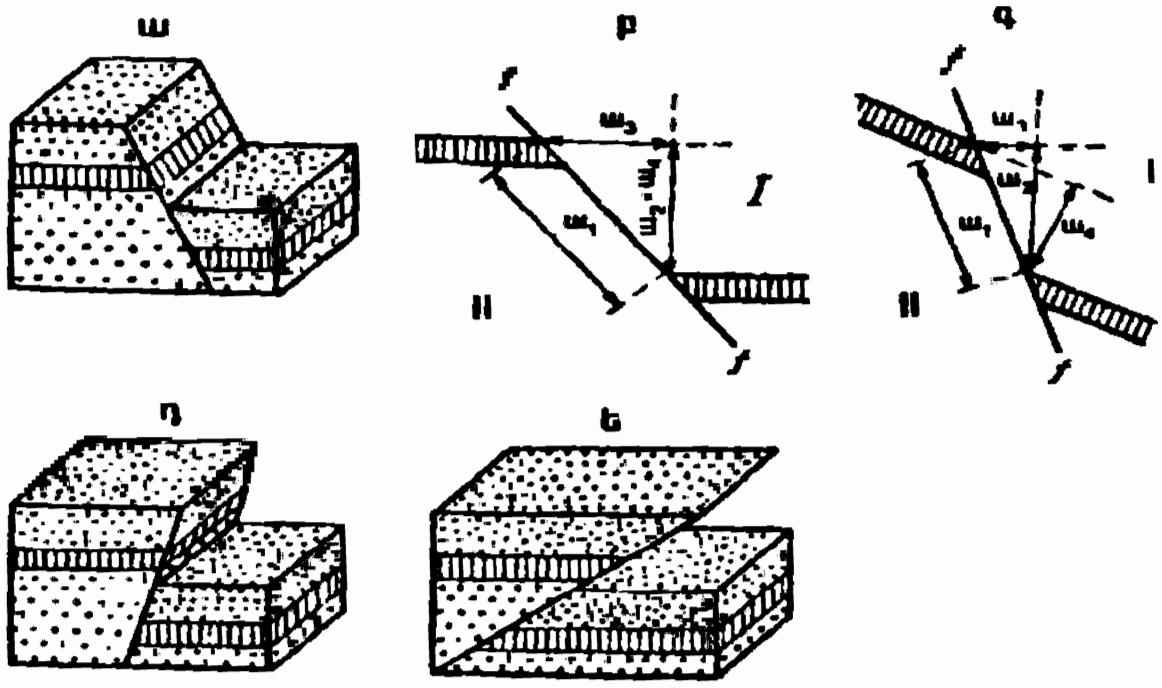
Ապարների խզումնային տեկտոնական խախտումները

Ապարների խզումնային խախտումները ստորաբաժանվում են երկու խմբի. ճեղքեր-խզումներ առանց կամ աննշան տեղաշարժերի: Երկրակեղևում ճեղքերը բազմաթիվ են և ըստ ծագման բաժանվում են երկու մեծ խմբերի՝ տեկտոնական և ոչ տեկտոնական: Ոչ տեկտոնական ճեղքերին են վերագրվում առաջնային կամ դիագեներտիկ ճեղքերը, ինչպես նաև մագմատիկ ապարների սառչելու և կարծրանալու դեպքում առաջացած ճեղքերը (սալաձև, սյունաձև և այլ անջատումներ): Սրանց թվին են վերագրվում հողմահարման ժամանակ առաջացող, սողանքներով պայմանավորված և գետսեռվիտների և ձորակների եզրերի ճեղքերը:

Տեկտոնական ճեղքերը տարբերվում են ոչ տեկտոնականից մեծ ձգվածությամբ և կայունությամբ: Այս ճեղքերը կապված են տեկտոնական լարվածություններից առաջացած շարժումներից: Ճեղքերի թեքության անկյունը տատնվում է 1-90^0 սահմաններում: Ճեղքերի ընդհանրությունն անվանվում է *ճեղքավորվածություն*, որի ուսումնասիրությունից հնարավոր է պարզել լարվածությունների ուղղությունները:

Խզումներ ապարների տեղաշարժով

Խզումնային տեկտոնական շարժումներն առանձին բլոկների միմյանց նկատմամբ տեղաշարժն է: Առանձնացվում են վարնետքը, տեղաշարժը, վերնետքը, վրաշարժը, կողաշարժը և ծածկոցներ կամ շարիաժները (*նկ. 105*): Խզումնային այս խախտումներից յուրաքանչյուրում առանձնացվում են որոշակի տարրեր, որոնք բնորոշ են բոլոր խզումներին: Խզման հարթությունը որով կատարվում են տեղաշարժերը անվանվում են *տեղաշարժիչ հարթեր* են կոչվում տեղաշարժիչի երկու կողմերում գտնվող տեղաշարժի ենթարկված ապարների զանգվածները: Թեք տեղաշարժիչի դեպքում թևը, որը գտնվում է տեղաշարժիչից վեր անվանվում է *կախված*, ներքևինը՝ *պառկած* (*նկ. 105*): Տեղաշարժի մեծությունը անվանվում է *ամպլիտուդա*, որը կարող է լինել ուղղահայաց և հորիզոնական:



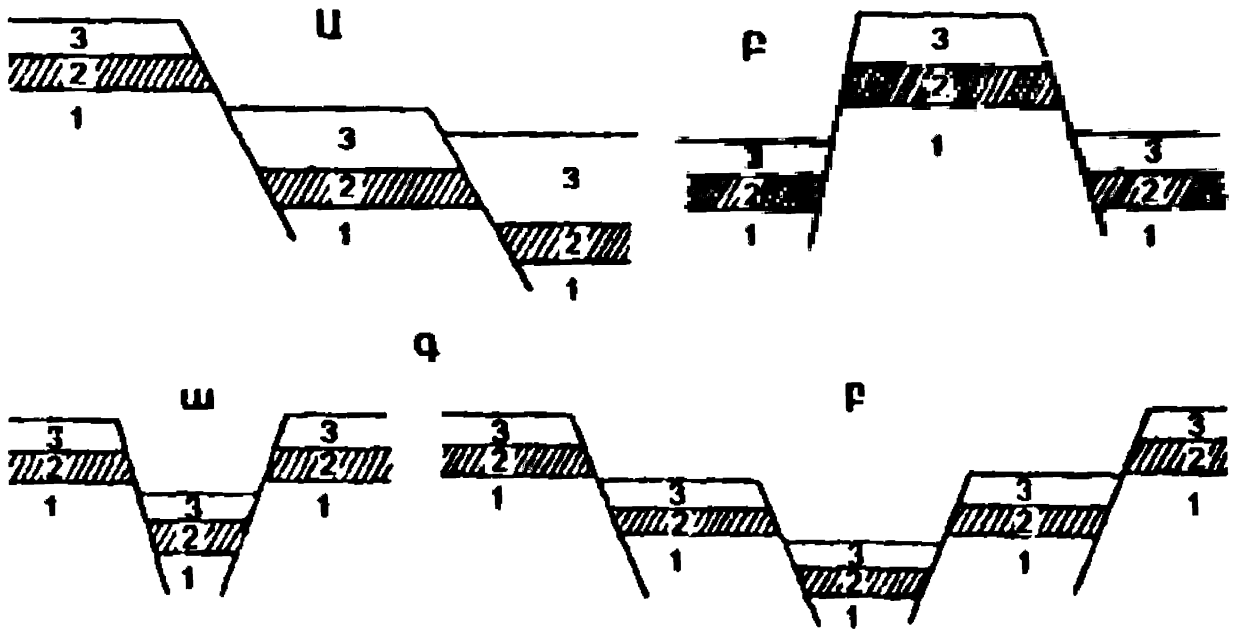
Նկար 105. Խզումնային խախտումներ և նրանց տարրերը . ա) վարնետքի կտրվածքը, բ) հորիզոնական տեղադրմամբ շերտերում վարնետքի սխեման, գ) թեք տեղադրմամբ շերտերում վարնետքի սխեման, դ) վարնետք, ե) վրաշարժ, I՝ կախված թևք, II՝ պառկած թևք, ff՝ տեղաշարժ, a՝ տեղաշարժի իրական ամպլիտուդան, a₂՝ տեղաշարժի ուղղահայաց ամպլիտուդան, a₃՝ տեղաշարժի հորիզոնական ամպլիտուդան, a₄՝ տեղաշարժի ստրատիգրաֆիական ամպլիտուդան

Վարնետքը (*նկ. 106*) խզումնային խախտում է, որի ժամանակ կախված թևքը իջած է, իսկ պառկածը՝ հարաբերական բարձրացված: Տեղաշարժիչը թեքված է դեպի իջած ապարների կողմը: Վարնետքներ առաջանում են երկրակեղևի սեղմումներից: Խզումնային խախտումները կարող են խմբավորվել և առաջացնել բարդ աստիճանական վարնետքեր:

Վերնետքը խզումնային խախտում է, որի կախված կողմը թեք տեղաշարժիչով բարձրացված է, իսկ պառկած կողը՝ իջած: Տեղաշարժիչը թեքված է վեր բարձրացված ապարների կողմը:

Գրաբենները (գերմ. *գրաբեն*՝ խրամուղի) երկրակեղևի ցած իջած տեղամասեր են, սահմանափակված վարնետքերով, հազվադեպ վեր-

նետքերով. *Հորստները* վերնետքերով և վարնետքերով սահմանափակված համեմատաբար բարձրացված կառույցներն են:

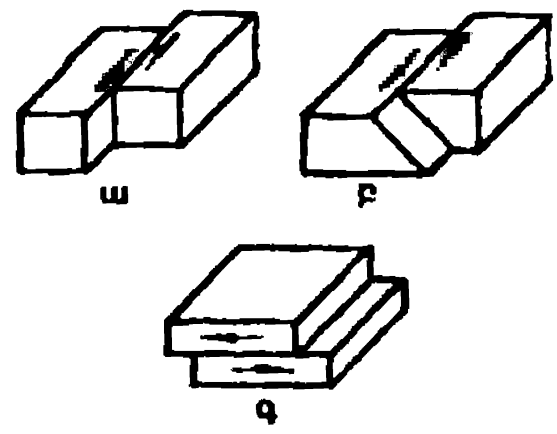


Նկար 106. Խզումնային խախտումների բարդ համակարգեր .
Ա) աստիճանակերպ վարնետք, Բ) գրաբեններ՝ ա) պարզ, բ) բարդ, Գ) հորստ:
Թվերով ցույց են տրված տարբեր հասակի շերտերը:

Տեղաշարժերը (*նկ. 107*) խզումնային հորիզոնական խախտումներն են ուղղված դեպի տեղաշարժիչը: Կողաշարժերը խզման թևերի հորիզոնական տեղաշարժերով խզումներն են: Կողաշարժի լայնությունը մի քանի *սմ*-ից կարող է հասնել մի քանի *կմ*-ի: Վրաշարժերը այն խզումներն են, որոնց կախված թևը բարձրացված է վերև, ինչպես վերնետքի ժամանակ, սակայն տեղաշարժիչի անկումը մեղմաթեք է՝ 60^0-ից պակաս, տեղ-տեղ նույնիսկ հորիզոնական:

Տեկտոնական ծածկոցները կամ շարիաժները մեծ հորիզոնական տեղաշարժով վրաշարժեր են տասնյակ նույնիսկ հարյուրավոր *կմ* ամպլիտուդայով: Այդպիսի ծածկոցներ տարածված են Ալպերում, Կարպատներում և այլ լեռնային համակարգերում:

Վերնետքերը, վրաշարժերը, շարիաժներն առաջանում են երկրակեղևի սեղմման պայմաններում:



Նկար 107. Տեղաշարժի տարբեր ձևեր ա) ուղղահայաց, բ) թեք, գ) հորիզոնական

Խորքային բեկվածքներ

Երկրակեղևում խզումնային խախտումների հետ մեկտեղ շատ մեծ նշանակություն ունեն խորքային բեկվածքները: Սրանք բնորոշվում են շատ մեծ խորություններով՝ կեղևային, խորքային՝ 60-300 *կմ* և խոր 300-700 *կմ*, մեծ ձգվածությամբ (նույնիսկ 1000-ավոր *կմ*-ներ), զարգացման երկարատևությամբ (նույնիսկ մլրդ. և ավելի տարի):

Այսպիսի խորքային բեկվածքներն երկրակեղևը բաժանում են առանձին բլոկների, որոնք տարբեր ուղղություններով տեկտոնական շարժումների ազդեցությամբ տեղաշարժվում են մեկը մյուսի նկատմամբ, առաջացնելով խորքային, վերնետքեր, վարնետքեր, ծածկոցներ, կողաշարժեր, տեղաշարժեր: Խորքային բեկվածքների օրինակ է միջին-օվկիանոսային լեռնաշղթայի կողաշարժերը, Կալիֆորնիայում Սան-Անդրեաս տեղաշարժը և այլն:

Խորքային բեկվածքների հետ են կապված բազմաթիվ երկրաշարժեր և հրաբուխներ:

Ապարների ներդաշնակ և աններդաշնակ տեղադրումներ

Նստվածքակուտակման պրոցեսներն ընթանում են ծովային ավազանի հատակում, որը միշտ չի որ հարթ է, այսինքն նստվածքային ապարները կարող են ունենալ նախնական անկումներ:

Եթե նստվածքակուտակման պրոցեսները ընթանում են երկրաբանական մեծ ժամանակաշրջանում առանց ընդմիջումների, ապա առաջանում են իրար վրա դարսված շերտերի հզոր սերիաներ (*նկ. 102*): Այսպիսի սերիաներում յուրաքանչյուր շերտ տեղադրվում է ներդաշնակ թե վերին, թե ստորև շերտի նկատմամբ: Շերտերի այսպիսի դասավորվածությունը անվանում են *ապարների ներդաշնակ տեղադրումներ* (*նկ. 101*): Սակայն երբեմն կտրվածքից կարող են բացակայել այս կամ այն շերտագրական հորիզոնները, որը վկայում է նստվածքակուտակման ընդհատման մասին: Ընդմիջումները կարող են լինել ինչպես կարճատև, այնպես էլ երկարատև: Այս դեպքում, եթե տարբեր հասակների ապարները տեղադրված են զուգահեռ մեկը մյուսի վրա, ապա այսպիսի շերտադրությունը անվանում են *աններդաշնակ* : Նման աններդաշնակությանն անվանում են *զուգահեռ*:

Գոյություն ունի նաև անկյունային աններդաշնակություն, երբ առկա է ստորին և ծածկող շերտերի տարբեր թեքություններ: Այսպիսի պրոցեսների հերթականությունը ամենայն հավանականությամբ հետևյալն է.

1) Երկրակեղևի ճկում և նստվածքակուտակում՝ կտրվածքի ստորին շերտերի առաջացում:
2) Ստորին շերտերի ճմլում, ծալքերի առաջացում և ծալքային ռեժիմի ազատում:
3) Ինտենսիվ դենուդացիա և ռելիեֆի համահարթեցում:
4) Երկրակեղևի նոր ճկում, ծովի տրանսգրեսիա, նոր նստվածքների կուտակում նախկին մակերևույթի վրա:

Երկրաբանական մի կտրվածքում հանդիպում են այսպիսի մի քանի ընդմիջումներ և անկյունային աններդաշնակություններ:

Գլուխ XIV

ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐ

Էնդոգեն երկրաբանական պրոցեսների արտահայտման ձևերից մեկը երկրաշարժերն են, որոնք երկրակեղևի արագ և կտրուկ ցնցումներն արտահայտող երևույթներ են: Երկրաշարժերի ժամանակ ազատվում է մեծ քանակի էներգիա:

Երկրաշարժերն ուսումնասիրող գիտությանը անվանում են *սեյսմոլոգիա* : Երկրաշարժերը լինում են երկու տիպի՝ հրաբխային և տեկտոնական: Տեկտոնական երկրաշարժը կապված է երկրակեղևում կամ վերին մանթիայում առաջացող լարվածությունների հետ, որոնք բերում են խզման և ակնթարթային տեղաշարժերի՝ ուղղաձիգ և հորիզոնական շարժումների տեսքով:

Ուժեղ երկրաշարժերի ժամանակ երկրի մակերևույթին առաջանում են երկարաձիգ ճեղքեր, սողանքներ, փլուզումներ, որոնց արդյունքում երկրի ռելիեֆը խիստ փոփոխվում է:

Երկրաշարժերը բնության ահեղ երևույթներից են և իրենց կործանարար գործունեությամբ միշտ ահ ու սարսափ են պատճառում մարդկանց:

Երկրաշարժերի ինտենսիվությունը

Երկրաշարժերի ինտենսիվությունը գնահատվում է 12 բալանոց սանդղակով, որտեղ հաշվի են առնվում տարբեր տիպի շինությունների վնասվածության աստիճանը, երկրի մակերևույթի դեֆորմացման բնույթը:

1 բալանոց երկրաշարժը մարդը չի զգում, այն արձանագրվում է միայն սարքավորումներով:

2 բալանոց երկրաշարժը շատ թույլ է և միայն շատ զգայուն մարդիկ են զգում:

3 բալանոց երկրաշարժը թույլ է: Նկատվում է լուսամփոփների, լամպերի շարժում, բաց դռների տատանում: Այն զգում են միայն հանգիստ վիճակում գտնվող մարդիկ:

4 բալանոց երկրաշարժը զգալի է: Փողոցում այն ոչ բոլորն են զգում, իսկ տներում՝ բոլորը: Աչքի է ընկնում ամանեղենի և լուսամուտի ապակիների թույլ զրնգոցով, դռների, պատուհանների, հատակի ճռճռոցով:

5 բալանոց երկրաշարժը բավականին ուժեղ է: Զգացվում է աշխատավայրում, փողոցում: Շարժվում են իրերը, ջրով լի ամանեղենից ջուրը թափվում է, թույլ և վթարային շենքերում դիտվում են առանձին վնասվածքներ:

6 բալանոց երկրաշարժը ուժեղ է, զգացվում է բոլորի կողմից: Ճաթերը դուրս են գալիս փողոց:

7 բալանոց երկրաշարժը շատ ուժեղ է: Ուժեղ տատանվում են իրերը, կահույքը տեղաշարժվում է, շենքերը զգալի վնասվածքներ են ստանում, ճկատվում են սողքեր:

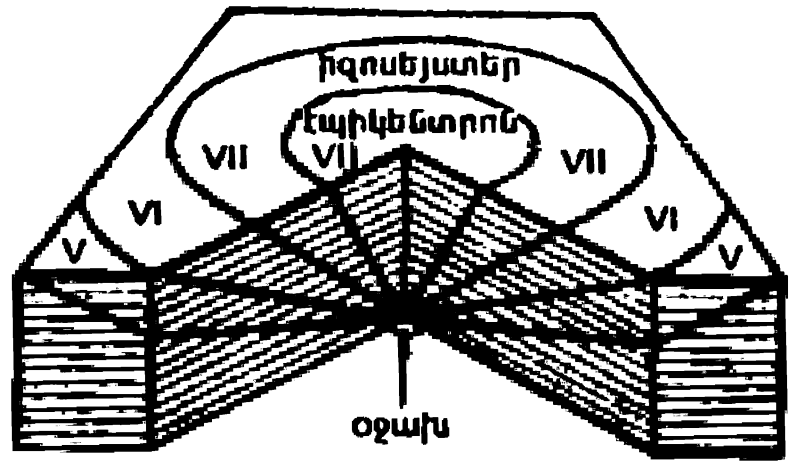
8 բալանոց երկրաշարժը ավերիչ է, խոշոր, բազմահարկ շենքերը լուրջ վնասվածքներ են ստանում, մի մասը՝ քանդվում, մարդիկ հազիվ են կանգնում ոտքի վրա:

9 բալանոց երկրաշարժը խիստ ավերիչ է: Ամրակառույց շենքերը լուրջ վնասվածքներ են ստանում, լեռներում տեղի են ունենում փլուզումներ:

10 բալանոց երկրաշարժը կործանարար է, շենքերը քարուքանդ են լինում, խողովակները պայթում են, ճանապարհներին դարուփոսեր են հայտնվում: Երկրի մակերևույթին առաջանում են խոշոր ճեղքվածքներ (1 և ավելի մետր լայնությամբ, նույնիսկ կիլոմետրեր ձգվող երկարությամբ: Ջարդոտվում են ծառերը:

11 բալանոց երկրաշարժը աղետալի է: Բոլոր քարաշեն կառույցները քանդվում են, ավերվում, երկաթգծերի ռելսերը ծռմռվում են, առաջանում են խոշոր սողքեր և փլուզումներ:

12 բալանոց երկրաշարժը արդեն մեծ աղետ է: Կործանվում են բոլոր շենքերն ու շինությունները: Երկրակեղևը կազմող ապարները ենթարկվում են ուղղաձիգ և հորիզոնական տեղաշարժերի երկրի մակերևույթին առաջանում են խոշոր խզվածքներ:



Նկար 108. Իզոսեյստերը ցույց տվող և նրանց փոխհարաբերությունն էպիկենտրոնին և երկրաշարժի օջախից ճառագայթածև դուրս եկող ալիքների ուղիների անցման բլոկ-դիագրաման. Թվերը ցույց են տալիս երկրաշարժի ինտենսիվությունը բալերով

Ապացուցված է, որ երկրաշարժը սկսվում է մի կենտրոնից, որը գտնվում է երկրի մակերևույթից որոշակի խորության վրա, որին անվանում են *հիպոկենտրոն* (խորքային կենտրոն) կամ օջախ, նաև երկրաշարժի ֆոկուս (*նկ. 108*): Հիպոկենտրոնը կարող է գտնվել տարբեր խորությունների վրա: Հիպոկենտրոնից տարածվող ալիքները անցնում են տարբեր կազմությամբ ապարների շերտախմբերով և առաջ բերում տարբեր ցնցումներ: Երկրաշարժի ժամանակ օջախում առաջանում են առաձգական տատանումների կամ սեյսմիկ ալիքների երկու տիպեր, երկայնական և լայնական: Երկայնական ալիքները, նշանակվում են լատինական P (լատ. *primae*՝ առաջին) տառով, ուղղված

են սեյսմիկ ճառագայթի երկայնքով և արտացոլում են նյութի փոփոխակի սեղմումը և նոսրացումը կամ էլ նյութի ծավալի փոփոխման վրա միջավայրի ռեակցիայի արտահայտությունն է:

Այս ալիքների արագությունն ամենամեծն է և սրանք տարածվում են պինդ, հեղուկ և գազային միջավայրերում:

Լայնական ալիքները, նշանակվում են S տառով (լատ. *secundae*՝ երկրորդական): Դրանք մասնիկների շարժում են սեյսմիկ ճառագայթի լայնքով, միջավայրի ռեակցիան ձևի փոփոխության վրա ու տարածվում են միայն պինդ մարմիններում: Սրանց արագությունները ավելի փոքր են, քան երկայնական ալիքների արագությունները: Երկայնական և լայնական ալիքները մակերևույթում առաջացնում են մակերևույթային ալիքները, որը նշանակում է լատ. L (*longal* ՝ երկար) տառով: Սրանք ամենաերկար ալիքներն են և ունեն տատանման նշանակալի ամպլիտուդաներ, սակայն տարածվում են լայնական ալիքների արագություններից էլ դանդաղ:

Սեյսմոալիքները տարածվում են էպիկենտրոնի շուրջ բոլորը: Հավասար բալայնություն արտահայտող կետերը իրար միացնող գծին անվանում են *իզոսեյստ* Իզոսեյստերը արտահայտվում են խոտորված գծի տեսքով: Երկրաշարժի ամենահզոր ուժը արտահայտվում է էպիկենտրոնում: Հարվածի ուժը այստեղ միշտ լինում է ուղղաձիգ և ուժեղ ցնցումից երկրի մակերևույթին գտնվող առարկաները թռչում են դեպի վեր: Որքան հեռանում ենք էպիկենտրոնից, երկրաշարժի ուժն այնքան թուլանում է և հարվածի ուղղությունը դառնում է հորիզոնականին մոտ:

Ըստ օջախի տեղադրման խորության երկրաշարժերը բաժանվում են՝

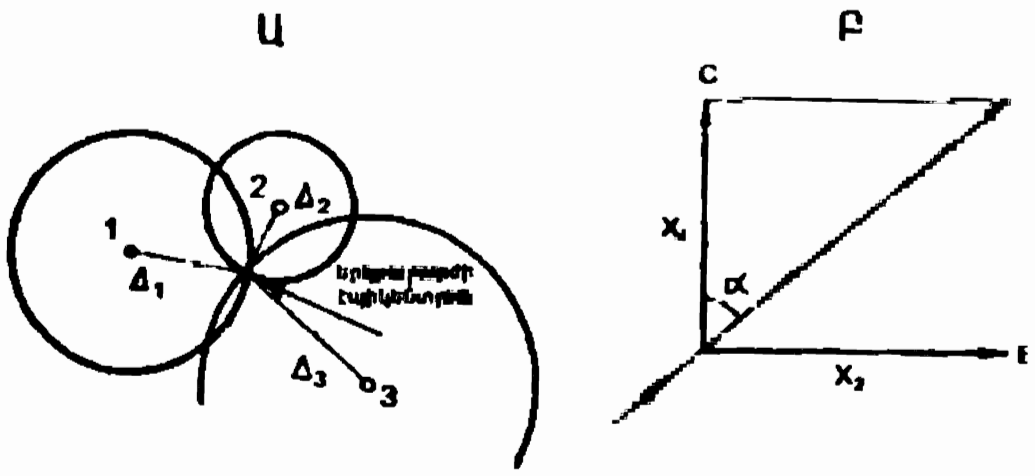
1) Մակերևութային (մակերևույթից մինչև 10*կմ* խորություններով օջախներ:
2) Նորմալ (10-60 *կմ* խորությամբ):
3) Միջանկյալ կամ խորը (60-30 *կմ* խորությամբ):
4) Առավել խորը կամ խորը ֆոկուսային (300-700 *կմ* խորություններով):

Երկրաշարժերը ամենից շատ կապված են առաջին երկու տիպերի հետ և ցնցումները ընդգրկում են շատ մեծ տարածքներ: Երկրակեղևը և վերին պատյանը միասին անվանվում է *լիթոսֆերա*:

Երկրաշարժերի ուսումնասիրությունները կատարվում են հատուկ սեյսմիկ կայաններում, որոնք սարքավորված են տարբեր սեյսմոգրաֆներով: Այս սարքերը գրանցում են Երկրի մակերևույթի ցնցումները, որոնք առաջանում են երկրաշարժերից:

Յուրաքանչյուր կայանում առնվազն երեք սեյսմոգրաֆ պետք է լինի, որից երկուսը կախված տեղադրումից գրանցում է իրար փոխուղղահայաց ուղղությունների ցնցումները, իսկ երրորդը գրանցում է միայն ուղղահայաց ցնցումները (*նկ. 109*): Սեյսմոգրաֆի գրանցած երկրաշարժը

անվանվում է *սեյսմոգրամմա*, որն ունի ալիքավոր գծերի տեսք: Յուրաքանչյուր ուժեղ երկրաշարժ առաջացնում է երկրի խորքերում տեկտոնական խզման երկայնքով ապարների ակնթարթային տեղաշարժման արդյունքում:



Նկար 109. Ա) երեք սեյսմիկ կայաններով երկրաշարժի էպիկենտրոնի որոշումը, Բ) սեյսմիկ ալիքի ուղղվածությունը դեպի էպիկենտրոն (ըստ Բ. Ֆ. Բոնչկովսկու)

Մակերևույթի վրա սեյսմոգենն խզումների երկարություններն արտահայտվում են մի քանի *սմ*-ից մինչև հարյուրավոր *կմ*-ներ: 1966 թ. Տաշքենտի երկրաշարժի ժամանակ 8 *կմ*, Աշխաբադի 1948 թ. երկրաշարժի ժամանակ տասնյակ կիլոմետրեր, 1960 թ. Չիլիի երկրաշարժի ժամանակ հարյուրավոր կիլոմետրեր, 1957 թ Գոբիական Ալթայում առաջացել է խզումների մի ամբողջ շարք 700*կմ* ընդհանուր երկայնքով: Նշված վերջին երկրաշարժի ժամանակ խզումների տեղաշարժը ըստ ուղղաձիգի կազմել է 9,2 *մ*, իսկ հորիզոնական ուղղությամբ՝ 8,85 *մ*:

Յուրաքանչյուր ուժեղ երկրաշարժ գլխավոր հարվածից հետո ուղեկցվում է բազմաթիվ կրկնական ցնցումներով՝ աֆտեր շոկերով: Սրանց քանակը և ինտենսիվությունը ժամանակի ընթացքում նվազում է, սակայն կարող է շարունակվել ամիսներ և տարիներ:

Աֆտերշոկերի առկայությունը օջախում մնացորդային լարվածության առկայության վկայությունն է: Սակայն երբեմն առաջին հարվածին (բավականին ուծգին) հետևում է էլ ավելի ուժեղ ցնցումներ (օր. 1948 թ. Տաջիկստանի երկրաշարժը):

Երկրաշարժի էներգիան և մագնիտուդան

Ցանկացած երկրաշարժի ընթացքում անջատվում է այս կամ այն քանակի էներգիա, որը առավել մեծ է աղետալի երկրաշարժի ժամանակ: Սակայն դժվար է անմիջապես որոշել անջատված էներգիայի քանակը: Ամերիկյան հայտնի սեյսմոլոգներ Չ. Ռիխտերր և Բ. Գուտենբերգը առաջարկել են օջախի էներգիայի փոխարեն որոշել նրա պայմանական համարժեքը այն անվանելով *մագնիտուդա* : Մագնիտուդայի որոշման հիմքում ընկած է հողի մասնիկների տեղաշարժի ամպլիտուդայի չափումները: Որոշման համար էպիկենտրոնից որոշակի հեռավորության վրա սեյսմոգրամմայի վրա գնահատվում է հողային մասնիկների տեղաշարժի առավելագույն ամպլիտուդան (A, միկրոններով) տվյալ երկրաշարժի հա-

մար և համեմատվում է շատ թույլ երկրաշարժի ամպլիտուդայի հետ (A_0), որը վերցվում է որպես էտալոն կամ ստանդարտ (հնարավոր է գրանցվի սովորական սեյսմոգրաֆով 100 *կմ* էպիկենտրոնից հեռավորության վրա 1 միկրոն ամպլիտուդայով): A և A_0 հարաբերությունը թույլ է տալիս համեմատել այդ երկրաշարժերը իրար հետ: Պրակտիկայում կիրառվում է այդ հարաբերության լոգարիթմը $M=lgA/A_0$: Բնական պայմաններում մագնիտուդան փոփոխվում է ամենափոքր երկրաշարժի դեպքում 0-ից մինչև 8,7-8,8 ամենաուժեղ կործանարար երկրաշարժերի դեպքում: Երկրաշարժերի այս մագնիտուդայի սանդղակը անվանվում է *Ռիխտերի սանդղակ*, որի շնորհիվ հնարավոր է կատարել անցում օջախի սեյսմիկ էներգիայի գնահատմանը: Երկրաշարժերի ինտենսիվությունը (բալերով) J, մագնիտուդայի և էներգիայի փոխհարաբերությունն են և արտահայտվում են. Տաշքենտի երկրաշարժ՝ 1966 թ. J=8 բալ, M=5,3, $E=3\,10^{13}$ ջոուլ (10 մլն. կվտ/ժ էներգիա), Աշխաբադի երկրաշարժ՝ 1948թ.՝ J=10 բալ, E=1000 անգամ ավելի քան Տաշքենտի երկրաշարժը: Չիլիի (1960 թ.) երկրաշարժի ժամանակ, Լիսաբոնի (1756 թ.), Ալյասկայի (1964 թ.)՝ J=11-12 բալ, M=8,5-8,6, $E=10^{17}$ ջոուլ (մոտ 30 մլրդ. կվտ/ժ էներգիա):

Յուրաքանչյուր տարի աշխարհի բազմաթիվ վայրերում տեղի են ունենում միջին հաշվով մեկ-երկու J=11-12 բալ կործանարար երկրաշարժ, 10 բալանոց 3-5 հատ, 9 բալանոց՝ 10-15, 8 բալանոց՝ 100-500, 7 բալանոց՝ 300-500 հատ: Բոլորից շատ տեղի են ունենում 4-5 բալանոց երկրաշարժեր:

Քանի որ երկրի մակերևույթի մոտավորապես $^3/_4$-ը զբաղեցնում է համաշխարհային օվկիանոսը, բնականաբար երկրաշարժեր են կատարվում նաև օվկիանոսների և ծովերի տակ: Այստեղ սեյսմիկ ալիքները լիթոսֆերայից անցնում են ջրային միջավայրին և հասնելով մակերևույթին ստեղծում են ծովաշարժի էֆեկտ (*ցունամի*):

Ցնցման և օվկիանոսի հատակի տեղամասերի հանկարծակի տեղաշարժերը բերում են հսկայական ջրային զանգվածների շարժի և առաջանում են հսկայական բարձրության ալիքներ,որոնց անվանում են *ցունամի* Սրանց շարժման արագությունը 400-800 *կմ/ժ* են և կարող են կտրել օվկիանոսը մի ծայրից մյուսը և փլվում են ափերի վրա առաջ բերելով մեծ ավերվածություններ և մարդկային զոհեր: Այդպիսի աղետալի ցունամիներ բազմաթիվ անգամներ եղել են ճապոնիայում, Կուրիլյան կղզիներում, Խաղաղ օվկիանոսի ափերին: Հսկայական ուժով ցունամին 2004 թ. դեկտեմբերի 26-ին «հարձակվեց» Ինդոնեզիայի, Ցեյլոնի, Թայլանդի, Հնդկաստանի և արևելյան Աֆրիկայի մի շարք երկրների վրա, որի արդյունքում զոհվել է ավելի քան 400000 մարդ, բազմաթիվ մարդիկ համարվում են անհետ կորած: Ցունամիները մեծ վնաս են պատճառում նաև ստորջրյա ֆաունայի և ֆլորային, իսկ վերջիններս բավականին մեղմում են ալիքի հարվածի ուժը:

Հրաբխային երկրաշարժերը ունեն տեղային բնույթ և պայմանավորված են ակտիվ հրաբխային գործունեության հետ: Երբեմն երկրաշարժը հրաբխային ժայթքման մունետիկն է:

Երկրաշարժերի աշխարհագրական տարածումը և սեյսմիկ շրջանացումը

Երկրաշարժերի տարածման մարգերը կապված են երկրակեղևի առավել շարժուն գոտիների. լեռնային համակարգերի և նրանցում խորքային բեկվածքների հետ: Երկրաշարժերի մոտ 80 % կապված է Խաղաղօվկիանոսյան շարժուն գոտու՝ երկու ափամերձ տարածքների և բուն օվկիանոսի հատակի հետ: Կամչատկա, Ալեուտյան, Կուրիլյան, Ճապոնական, Նոր Զելանդիա, Ֆիլիպինյան կղզիներ, Կորդիլերանյան, Անդերի Անտարկտիդայի և Օվկիանիայի այլ կղզիների հետ: Երկրաշարժերի մոտ 15 % բաժին է ընկնում Միջերկրածովա-Ինդոնեզիական գոտու՝ Ատլասի, Պիրենեյան, Ալպերի, Ապենինյան Բալկանյան, Կարպատների, փոքր Ասիայի լեռնային համակարգի, Մեծ Կովկասի, Ղրիմի, Կոպետդաղի, Հինդիկուշի, Հիմալայների, Բիրմայի լեռնային համակարգերի և Ինդոնեզիական կղզային աղեղների հետ: Շատ ակտիվ երկրաշարժային գործունեություն է արձանագրված Տյան-Շանում, Մոնղոլիայի, Չինաստանի, Մերձբայկալի լեռնային համակարգերում, Աֆրիկա-Արաբական ոիֆտային գոտում, ինչպես նաև միջին օվկիանոսային լեռնաշղթաներում:

Երկրաշարժերը հաճախ պատճառ են դառնում հսկայական ավերվածությունների և մարդկային զոհերի: 1923 թ. Տոկիոյի երկրաշարժի ժամանակ զոհվել է 150 հազ. մարդ, 1 մլն. մարդ վիրավորվել է, ավերվել՝ 650 հազ. շենքեր: 1973 թ. Նիկարագուայի երկրաշարժից Մանագուայում 70 հազ. շենքից 60 հազ.-ը ավերվել է ու զոհվել է 10 հազ. մարդ: 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի Սպիտակի երկրաշարժի հետևանքով 25 հազ. մարդ է զոհվել, բազմաթիվ մարդիկ վիրավորվել են, ավերվել են տասնյակ հազարավոր շենքեր, շինություններ, 58 գյուղ լրիվ ավերվել էր: Նյութական վնասները գնահատվում է տասնյակ միլիարդ դոլարներով:

Բազմաթիվ երկրներում այդ թվում նաև մեր երկրում կատարվել են տարածքների սեյսմիկ վտանգների ուսումնասիրություններ, իսկ նրանց հիման վրա էլ կազմել սեյսմիկ շրջանացման քարտեզներ:

Գլուխ XV

ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏԱՐՐԵՐԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՁԱՐԳԱՑՈՒՄՆԵՐԸ

Երկրակեղևի կառուցվածքային տարրերն երկրակեղևի առանձին հատվածներն են, որոնք միմյանցից տարբերվում են տարիքների կազմով, տեղադրման պայմաններով և կազմի զուգակցումներով

Երկրակեղևի առաջին կարգի կառուցվածքային տարրերը մայրցամաքներն ու օվկիանոսներն են. Այս կառուցվածքային տարրերն իրար առանձնացվում են երկրորդ կարգի տարրեր, որոնք առանձնանում են երկրակեղևի տարբեր տիպի կառուցվածքով, տեկտոնական ակտիվությամբ: Դրանք են՝ գնոսինկլինալային գոտիներ, տարեկան գոտիներ և պլատֆորմները

Երկրակեղևի կազմն ու կառուցվածքը

Երկրակեղևը բաղկացած է նստվածքային թարթիրային (սեդիմենտային) և մետամորֆային ապարներից և միջին պատկերով բաժանվում է Մոխորովիչիչի (Մոհոյի) սահմանով

Երկրակեղևի կազմում առկա են երեք շերտեր *նստվածքային, գրանիտային, բազալտային* Ընդհանրի այս տարանջատումները տարածքն ըն ապայմանական են և առանձնացված են ընդհանուր տարբերի տարածքի տարածքների տարածքների տարածքների

Շան և այլն երկրակեղևի հզորությունը կազմում է 50-60 մինչև 70 *կմ* Ծովերի, օվկիանոսների ծանծաղ գոնաններում, շելֆային գոտիներում զարգացած է մայրցամաքային երկրակեղևի տիպը:

Օվկիանոսային տիպի կեղևը բնորոշ է բոլոր օվկիանոսների մահիճներին և կտրուկ տարբերվում է զամաքային երկրակեղևի տիպից, ինչպես հզորությամբ, այնպես էլ կազմով: Այստեղ կեղևն ունի 5-10 մինչև 12 *կմ* հզորություն և բաղկացած է նստվածքային և բազալտային շերտերից: Օվկիանոսների մայրցամաքային լանջի սահմաններում գրանիտային շերտը սեպաձև վերջանում է:

Բացի մայրցամաքային և օվկիանոսային երկրակեղևի տիպերից առանձնացվում են նաև ենթամայրցամաքային և ենթաօվկիանոսային կեղևներ:

Ենթաօվկիանոսային կեղևը կառուցվածքով շատ մոտ է օվկիանոսային կեղևին և տարբերվում է ավելի մեծ հզորությամբ, նստվածքային շերտի նշանակալից հաստությամբ: Այս տիպի տարածման մարզերն են խոշոր եզրամասային և ներ մայրցամաքային ծովերի հատակները (2000 *մ*-ից խորը, Սև, Միջերկրական, Ճապոնական, Օխոտի, Կարիբյան և այլն):

Երկրակեղևի այս տիպի ընդհանուր հզորությունը կազմում է ավելի քան 20 *կմ* տեղ-տեղ 25 *կմ* : Երկրակեղևն այսպիսի կառուցվածք ունի նաև ցամաքում: Օրինակ՝ Մերձկասպյան իջվածքում նստվածքային շերտի հաստությունը գերազանցում է 20 *կմ*-ը:

Ենթամայրցամաքային երկրակեղևը զարգացած է մայրցամաքների եզրամասերում կղզադեղներում (Ալեուտյան, Կուրիլյան, Ճապոնական և այլն): Ըստ կառուցվածքի այս տիպը համապատասխանում է մայրցամաքայինին, սակայն նրա հզորությունը պակաս է (20-30 *կմ*): Երկրակեղևի ենթամայրցամաքային կեղևի առանձնահատկությունը կայանում է գրանիտային և բազալտային շերտերի անջատման ոչ հստակ լինելը, մեկ շերտից մյուսին աստիճանաբար անցումը և Մոխոյի գծից ցած երկայնական սեյսմիկ ալիքների տարածման արագության նվազումը:

Համեմատելով Ատլանտյան և Խաղաղ օվկիանոսյան երկրակեղևի տիպերը անցողիկ գոտիներում նկատվում է, որ Ատլանտյան օվկիանոսի դեպքում երկրակեղևի մայրցամաքային տիպը շարունակվում է մայրցամաքների ստորջրյա եզրամասերում (շելֆի և մայրցամաքային լանջի սահմաններում): Հենց այստեղ էլ գրանիտա-գնեյսային շերտը հզորությամբ պակասում է և սեպվում ու նկատվում է Մոխոյի սահմանի բարձրացում:

Այլ է պատկերը երկրակեղևի Խաղաղ օվկիանոսյան անցումային գոտիներում, որոնք աչքի են ընկնում ակտիվ տեկտոնական ակտիվությամբ: Այս գոտուն բնորոշ են . 1) ուղղաձիգ շարժումների մեծ ամպլիտուդան, որն ստեղծում է կտրատված ռելիեֆ, 2) ժամանակակից ինտենսիվ

երկրաշարժերը, 3) հզոր հրաբխային արտավիժումները, 4) գրավիտացիոն դաշտի ուժգին խոտորումները:

Երկրակեղևի յուրահատուկ կառուցվածք ունեն միջին օվկիանոսային լեռնաշղթաները,որոնք ձգվում են 60000 *կմ* ընդհանուր երկարությամբ, որից 15000 *կմ* Միջին-Ատլանտյան լեռնաշղթան է: Դեպի միջին-օվկիանոսային լեռնաշղթայի առանցք խիստ պակասում է օվկիանոսային կեղևի երրորդ շերտը, այն նույնիսկ սեպվում է: Առանցքային գոտույի սահմաններում երկրորդ օվկիանոսային շերտի տակ ընկած է երկայնական ալիքների 7,4-7,7 *կմ*/վրկ տարածման արագությամբ մի շերտ և ենթադրվում է, որ դա վերին պատյանի մի հատվածի խտացված մասն է: Վերին պատյանին բնորոշ նորմալ արագություններ 8,0-8,2 *կմ*/վրկ են, իսկ Մոխոյի սահմանը այստեղ արձանագրվում է 25 *կմ* խորության վրա:

Երկրակեղևի քիմիական կազմի մի քանի ընդհանուր օրինաչափություններ

Միներալների քանակությունը ու բազմազանությունը կախված է երկրակեղևում քիմիական տարրերի տարբեր պարունակություններից:

Այստեղ կարևոր են այն պրոցեսները, որոնց ընթացքում առաջանում են միներալները: Այդպիսի հաշվարկներ է կատարել հայտնի միներալոգ Ե. Կ. Լազարենկոն:

Համաձայն այդ ուսումնասիրությունների ամենից շատ՝ 40% միներալներ առաջանում են հիպերգենեզիսի պրոցեսի արդյունքում, հետմագմատիկ պնևմատոլիտային-հիդրոթերմալ պրոցեսների հետ են կապված 30% միներալառաջացումները: Բուն մագմատիկ, պնեգմատիտային պրոցեսների, մետամորֆիզմի և լիթոգենեզի ժամանակ առաջանում են թվով ավելի քիչ միներալներ: Այս տվյալները ցույց են տալիս,որ հիպերգենեզի և պնևմատոլիտո-հիդրոթերմալ պրոցեսները կատարվում են խիստ փոփոխական պայմաններում և բնորոշվում են միներալառաջացման տարաբնույթ միջավայրով: Հաշվարկված է նաև երկրակեղևում միներալների տարածման օրինաչափությունները ըստ կարգերի:

Չնայած հաշվարկված թվերի որոշակի տարբերություններին ակնհայտ է, որ առավելագույն քանակի միներալներով են ներկայացված սիլիկատները: Միներալների բազմաքանակությունը պայման չէ, որ այդ միներալները կազմեն երկրակեղևի զգալի մասը, չնայած որ սիլիկատների պարագայում դա այդպես է: Աղյ. 4-ից պարզորոշ երևում է, որ սիլիկատները, օքսիդների և հիդրօքսիդների հետ կազմում են երկրակեղևի զգալի մասը: Ըստ Ե. Կ. Լազարենկոյի տվյալների սուլֆիդային կարգի միներալների զգալի մասը առաջանում են պնևմատոլիտային-հիդրոթերմալ պրոցեսների արդյունքում:

Բուն երկրակեղևի առաջացումը բավականին բարդ ու երկարատև պրոցեսների արդյունք է և փորձարարական հետազոտություններով փոր-

ձեր են արվել բացահայտելու երկրակեղևի կազմավորման մասին պատկերացումները: Այդ աշխատանքների արդյունքում մշակվել է պատյանից երկրակեղևի նյութի գոտային հալման մասին տեսությունը:

Աղյուսակ 4. Միներալների առանձին կարգերի միջև փոխհարաբերությունները և նրանց պարունակությունները երկրակեղևում

Միներալների կարգը	ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐ				Պարունակությունները երկրակեղևում, %	
	Քանակը		Ընդհանուր միներալների նկատմամբ, %			
	I*	II**	I	II	I	II
Բնածին տարրեր	50	90	3,3	4,2	0,10	0,10
Սուլֆիդներ և նմանատիպ միացություններ	195	200	13,00	9,4	1,15	0,25
Հալոգեններ	86	100	5,70	4,7	0,50	աննշան
Օքսիդներ և հիդրոքսիդներ	187	200	12,5	9,4	17,00	17,00
Սիլիկատներ	375	800	25,00	37,4	75,00	80,00
Սուլֆատներ	135	260	9,00	12,2	0,50	0,10
Ֆոսֆատներ, արսենատներ, վանադատներ	266	350	17,7	16,4	0,70	0,70
Կարբոնատներ	67	80	4,50	3,7	1,70	1,70
Բորատներ	42	40	2,8	1,9		աննշան
Վոլֆրամատներ և մոլիբդատներ	14	15	1,00	0,7	1,7	»»
Քրոմատներ	5		0,30		3,35	»»
Նիտրատներ	8	չի հաշվ.	0,5	չի հաշվ.		»»
Օրգանական միացություններ	70		4,7			

I* ըստ Ե. Կ. Լազարենկոյի, 1971 թ.,
II** ըստ Ն. Ի. Սաֆրոնովի և Բ. Ա. Գավրուսևիչի, 1968 թ..

Վերին պատյանի նյութի մասին կարելի է դատել ռիֆտային գոտիների մերկացումների ուսումնասիրություններից, քսենոլիտներից, բազալտային հոսքերից և ալմաստաբեր կիմբերլիտային խողովակների ապարների կազմից:

Համաձայն ուսումնասիրությունների, վերին պատյանը բաղկացած է գերհիմքային ապարներից: Երկրի թիկնոցի կազմը մոտ է քարային երկնաքարերի կազմին (խոնդրիտներ): Խոնդրիտների ուսումնասիրությունից պարզվել է, որ նրանցում պարունակվում են որոշ քիմիական տարրեր, որոնք առաջացնում են դյուրահալ միացություններ նաև տարրեր, որոնք մտնում են գազերի և ջրի կազմի մեջ (*աղյ. 5*):

Մանթիայի նյութը համասեռ է, հոմոգեն և գտնվում է կարծր վիճակում հավասարակշռության մեջ, բարձր ջերմաստիճանի և ճնշման պայմաններում: Հավասարակշռությունը կարող է խախտվել, եթե փոխվեն արտաքին պայմանները, օրինակ՝ ճնշումը:

Աղյուսակ 5. Քիմիական տարրերի միջին պարունակությունները [illegible] ապարներում, քարային երկնաքարերում, %

Տար-րեր	Քարային մետեո-րիտներ (խոնդրիտներ)	Վերին պատյանի ապարներ ([illegible])	[illegible]	
			[illegible]	[illegible]
O	35,0	42,5	43,3	[illegible]
Si	18,0	19,0	24,0	[illegible]
Al	1,3	0,45	8,76	[illegible]
Ca	1,4	0,7	6,72	1,58
K	0,085	0,03	0,83	3,34
Na	0,7	0,57	1,94	2,77
F	0,0028	0,01	0,037	0,08
Cl	0,07	0,005	0,005	0,024
Mg	14,0	25,9	4,5	0,56
Fe	25,0	9,85	8,56	[illegible]
S	2,0	0,02	0,01	0,04

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Աղյուսակ 6. Որոշ հազվագյուտ և ցրված տարրերի վերաբաշխումը երկրակեղևի առաջացման պրոցեսում ($1x10^{-3}$ %)

Տարրեր	Քարային երկնաքարեր	Վերին մանթիայի ապարներ դունիտ-ներ, պերիդոտիտներ	Երկրակեղևի ապարները	
			բազալտներ	գրանիտոիդներ
Գրանիտների մեջ խտացած տարրեր				
Ba	0,6	0,1	30	83
Zn	3	3	10	20
Pb	0,02	0,01	0,8	2
U	0,0015	0.007	0,05	0,35
Բազալտների մեջ խտացած տարրեր				
Ti	50	30	900	230
V	7	4	20	4
Cu	10	2	20	2
Zn	5	3	13	6
Տարրեր, որոնց պարունակությունները երկրակեղևում պակասում են				
Ni	1350	200	160	0,8
Co	80	20	4,5	0,5
Cr	250	200	90	2,5
Hg	0,3	0,001	0,009	0,008
Pt	0,2	0,02	0,01	-

Գլուխ XVI

ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԷՎՈԼՅՈՒՑԻԱՆ

ԳԵՈՍԻՆԿԼԻՆԱԼՆԵՐ, ՕՐՈԳԵՆՆԵՐ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄԸ

Երկրակեղևի և նրա առանձին մասերի գարգացման մեջ նկատվում են որոշակի կրկնություններ կամ շրջափուլեր, կապված ծալքավոր մարգերի ձևավորման, ծովերի տրանսգրեսիաների, ռեգրեսիաների, նստվածքակուտակման և այլ պրոցեսների հետ:

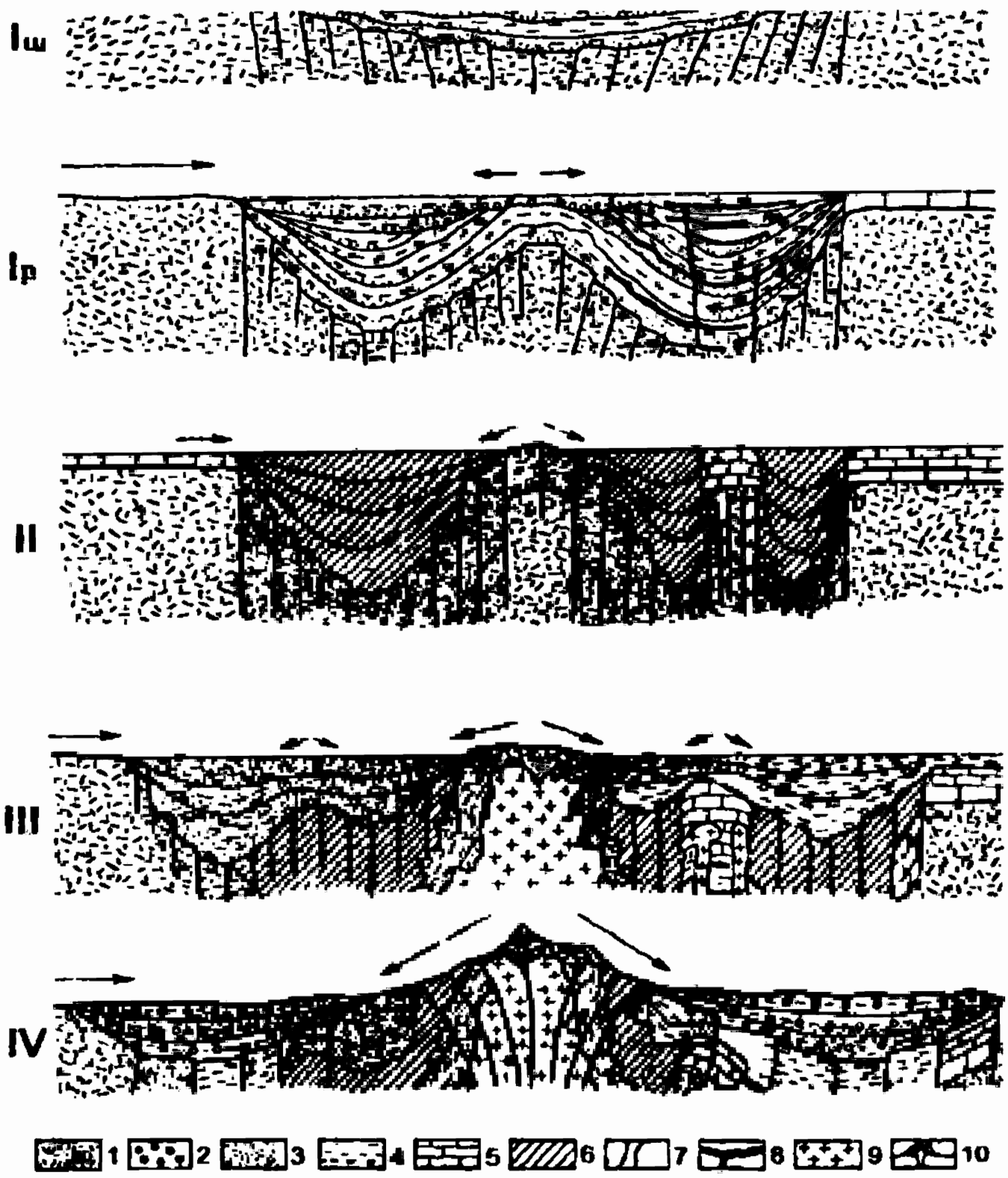
Սակայն այս շրջափուլայնությունը պայմանական է, քանի որ երևույթները կատարյալ կրկնություններ չունեն:

Գեոսինկլինալները և գեոսինկլինալային գոտիները երկրակեղևի կարևորագույն կառուցվածքային տարրերից են, որոնք հիմքն են և, որի վրա առաջանում են մյուս կառուցվածքները՝ օրոգենները, պլատֆորմները: Գեոսինկլինալների գարգացումը սերտորեն կապված է խորքային բեկվածքների հետ: Երկրի երկրաբանական գարգացման պատմության ընթացքում գեոսինկլինալները առաջացել են, գարգացել, տարբեր էպոխաներում ավարտել իրենց գարգացումը: Նրանց տեղերում առաջացել են լեռնային համակարգեր, իսկ այնուհետև՝ պլատֆորմներ: Գեոսինկլինալները երկրակեղևի առավել շարժուն տարաբնույթ տեկտոնական շարժումներով, ինտենսիվությամբ, ուղղվածությամբ, կոնտրաստայնությամբ տեղամասեր են: Գեոսինկլինալները բնորոշվում են հետևյալ կանխանշաններով.

1) Ուղղահայաց շարժումների մեծ ամպլիտուդայով: Ընդ որում մի հատվածում կատարվում են իջեցումներ, մի մասում բարձրացման շարժումներ:
2) Նստվածքային ապարների մեծ հզորություններով 10-15 կմ, մարգիմում 20-25 կմ երկարատև ճկման գոնաներում:
3) Մագմատիկ պրոցեսների լայն զարգացմամբ, ներկայացված ինչպես էֆուզիվ, այնպես էլ ինտրուզիվ մագմատիզմով:
4) Ապարների խիստ մետամորֆիզմով: Այստեղ հանդիպում են գրեթե մետամորֆիզմի բոլոր տիպերը:
5) Մագմայի և նրա ածանցյալ գազերի ներդրման շնորհիվ հանքային նյութերի առաջացմամբ:
6) Ինտենսիվ երկրաշարժերով:
7) Բարձր գեոթերմիկ գրադիենտով (գեոթերմիկ աստիճանը 30 մ-ից իջնում է 15-ի):
8) Ինտենսիվ լիթոսֆերա ծալքագոյացմամբ և նրա հետ կապված խզումնային խզվածքների համակարգերի առաջացմամբ:
9) Հրաբուխների բուռն գործունեությամբ:

10)Գեոսինկլինալի ավարտուն փուլում նրա նշանակալից բարձրացումներով (օրոգենեզ):

Գեոսինկլինալների զարգացումը ընթանում է մի քանի փուլերով (*նկ. 110*):



Նկար 110. Մեկ տեկտոնական ցիկլում գեոսինկլինալի զարգացման սկզբունքային սխեման (ըստ Վ. Ե. Խայնի) . 1) հիմք, 2) կոնգլոմերատ, 3) ավազաքարեր և ալևրիտներ, 4) կավեր, 5) կրաքարեր, 6) ֆլիշ, 7) պոկումնային խախտումներ, 8) հիմքային ապարների հոսքեր և շերտային ինտրուզիաներ, 9) գրանիտներ և պլագիոգրանիտներ, 10) հրաբխային առաջացումներ: Սլաքները ցույց են տալիս հոսատարման հարաբերական ինտենսիվությունը և ուղղությունը:

Նախնական փուլում այն ծովային խորը և լայն ճկվածք է, որում կուտակվում են գետերով բերվող հզոր տերիգեն կավային, ավազա-կավային նստվածքներ: Նստվածքակուտակման ընթացքում դարձյալ գերակշռում են երկրակեղևի ճկման պրոցեսները և բավականին խորը հորի-

գոնաներում հայտնված նստվածքները ենթարկվում են մետամորֆիզմի, վերածվելով կարծր կավային թերթաքարերի:

Գեոսինկլինալների ձևավորման նախնական փուլի հետ է կապված գերհիմքային, հիմքային, ինտրուզիվ զանգվածների ներդրումը և վերջինիս հզոր հրաբխային արտավիժումները: Գերհիմքային ապարները առաջացնում են օֆիոլիտային ֆորմացիան:

Երկրորդ հատուն փուլում շարունակվում են ճկման պրոցեսները երկրակեղևի դիֆերենցված տեկտոնական հետագա շարժումներով: Գեոսինկլինալային գոտին բաժանվում է բարձրացումների և իջվածքների գոնաների, որոնք միմյանցից բաժանվում են խոշոր բեկվածքներով: Իջվածքներում կուտակվում են յուրօրինակ հզոր նստվածքներ՝ *ֆլիշեր*, որոնք մի քանի իրար անընդհատ հերթափոխող նստվածքային ապարների դարսաշերտեր են:

Այս փուլում գեոսինկլինալային գոտիներն որոշ չափով ընդհարձակվում են պլատֆորմների եզրամասերի հաշվին: Հրաբխային գործունեությունում նկատվում է ավելի թթվային կազմի՝ անդեզիտային, անդեզիտաբազալտային լավաների արտահոսք:

Սկսվում է ձևավորվել ցամաքային տիպի երկրակեղև: Այս փուլում լայն տարածում են ստանում կարբոնատային ապարները, որը կապված է ծովի տրանսգրեսիայով հարակից պլատֆորմների վրա: Երկրորդ փուլը անվանվում է *վաղ օրոգեն* և փոխվում է գեոսինկլինալային մարզի զարգացման ուղղությունը:

Եթե առաջին երկու փուլերում տիրապետում էին ճկման պրոցեսները, ապա այս փուլում գերակշռում են տարածքների բարձրացման պրոցեսները, որն առաջին հերթին ընդգրկում է գեոսինկլինալի կենտրոնական մասը: Այնուհետև բարձրացման միտումները ընդգրկում են ամբողջ գեոսինկլինալային գոտին և միայն փոքրիկ տեղամասեր են մնում դեռևս ջրով ծածկված: Հենց այս տիպի մակուսացված ծովածոցակներում էլ սկսվում է ածխաբեր ֆորմացիաների ձևավորումը:

Ներդրվում են խոշոր ինտրուզիվ զանգվածները՝ բաթոլիտները: Այս փուլում սկզբնական գեոսինկլինալային ճկվածքի տեղում առաջանում են բարդ ծալքավոր բարձրացումներ, այսինքն տեղի է ունենում ոլիենֆի տեկտոնական ինվերսիա (ըստ Վ. Վ. Բելոուսովի):

Չորրորդ (ուշ օրոգեն) փուլում ամենուր գերակշռում են բարձրացման գործընթացները, որոնք բերում են խոշոր կամարաձև բարձրացումների, լեռնաշղթաների առաջացմանը, միջլեռնային ճկվածքների արագացված խորասուզումներով: Վերջիններս լցվում են հզոր նստվածքներով: Լեռնաշղթաների բարձրացման ժամանակ վերակենդանանում են կամ առաջանում նոր խորքային բեկվածքներ: Հրաբխային արտավիժումները ավելի շատ անդեզիտաթոլիտային կազմի են:

Գեոսինկլինալն ավարտում է իր զարգացման երկարատև ցիկլը և վերափոխվում բարդ լեռնածալքավոր մարզի՝ էպիգեոսինկլինալային օրոգեն գոտու:

Այսպիսով, խոշոր ճկվածքների և օվկիանոսային կեղևի տեղերում առաջանում է մայրցամաքային տիպի 50-70 *կմ* հզորությամբ երկրակեղև: Այսպիսի տիպի գեոսինկլինալային օրոգեն գոտիներից են Մեծ Կովկասը, Ուրալը, Ալպերը, Կարպատները, Անդերը, Կորդիլերանյան լեռնաշղթաները և այլն, որոնց ենվանում են *մեգաանտիկլինորիումներ* (հուն. *մեգա*՝ խոշոր), քանի որ սրանք իրենց մեջ պարունակում են անտիկլինորիումներից և սինկլինորիումներից բաղկացած հսկայական լեռնային բարձրացումներ և իջեցումներ:

Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմության ընթացքում երկրակեղևի տարբեր մասերում առաջացել են բազմաթիվ գեոսինկլինալներ, որոնց ձևավորման տարբեր փուլերի հետ են կապված բազմաթիվ օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացումը: Առաջին փուլերի մագմատիզմի հետ են կապված քրոմիտների, պլատինոիդների, տիտանոմագնետիտների, բազմամետաղների և այլ օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացումը: Ինվերսիոն օրոգեն էտապում՝ կոնտակտ-մետասոմատիկ, պնեմատոլիտոհիդրոթերմալ և այլ տիպերի պղնձի, մոլիբդենի, վոլֆրամի, անագի, ոսկու, ուրանի, ծարիրի և այլ տարրերի հանքավայրեր:

Ծալքավորման և լեռնակազմական երկրաբանական փուլեր ու էտապներ

Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմությանը բնորոշ են մի շարք ինտենսիվ ծալքավորման և լեռնակազմական էտապներ: Ծալքավորումները կատարվել են նաև միևչքեմբրիում, որն և բերել է արխեյի և պրոտերոզոյի ապարների մետամորֆիզմին և ամբողջական փոփոխությունների: Միևչքեմբրիի վերջին հայտնի ծալքավորման փուլը բայկալյան ծալքավորություն է, որը սկսվել է պրոտերոզոյի վերջում ու քեմբրիում ավարտվել: Այս էտապում են ձևավորվել Ենիսեյան բլրաշարքը, Արևելյան Սայանները և Բայկալ-Պատոմյան լեռնաշխարհը և այլն:

Վաղ պալեոզոյում արտահայտվել է կալեդոնյան ծալքավորությունը, իր մի քանի փուլերով [1]: Ուշ պալեոզոյում տեղի է ունեցել հերցինյան ծալքավորությունը, որն ընդգրկել է Եվրոպայի, Ղազախստանի արևվելքը, Միջին Ասիան [2]: Մեզոզոյան էրայում տեղի է ունեցել կիմերյան

---

[1] Այդ ժամանակ ձևավորվել են Մկանդինավյան, Արևելյան Գրենլանդիայի, Շոտլանդիայի, Ռենսի, Կուզնեցկի Ալատաուի, Արևմտյան Սայանների, Տյան-Շանի հյուսիսային աղեղների լեռնաշղթաները:

[2] Հերցինյան ծալքավորության հետ են կապված Ուրալյան, Ջունգարյան Ալատաուի, Ալթայի, Տյան-Շանի հատակային աղեղների և այլ ծանքավոր կառույցները:

ծալքավորման էտապը [3]: Կայնոզոյան էտապում տեղի է ունեցել Ալպյան տեկտոնական էտապը [4]:

Գեոսինկլինալների ավարտման փուլից հետո նրանց գրաված տարածքները էպոխայից էպոխա անընդհատ փոքրացել է:

Ժամանակակից գեոսինկլինալային գոտիներ են համարվում Խաղաղ Օվկիանոսի ափամերձ գոնաները, որոնք իրենց մեջ ընդգրկում են բոլոր եզրային ծովերն ու խորջրյա փողրակները: Տպավորությունն այնպիսին է, որ ինվերսիա են ապրում Կամչատկա-Կուրիլյան կղզիները, Ճապոնական կղզաղեղներն, իսկ խորջրյա փողրակները ճկված գոնաներ են: Այստեղ շատ ակտիվ հրաբխականության և երկրաշարժերի գոտի է, այսինքն տարածքը տեկտոնապես ակտիվ է: Նմանատիպ պատկեր է նաև գոտու այլ շրջաններում:

Պլատֆորմներն և դրանց զարգացումը

Պլատֆորմներն երկրակեղևի հիմնական կառուցվածքային տարրերից մեկն են: Դրանք ընդհարձակ, մեծ մասամբ երկրակեղևի հարթ տեղամասեր են և հաճախ ունեն բազմանկյան ձև, որն եզրային խոշոր բեկվածքների արդյունք է: Պլատֆորմների կառուցվածքում առանձնացվում են երկու գլխավոր կառուցվածքային հարկեր՝ ստորին և վերին: Ստորին հարկերը ձևավորվել են իրենց գեոսինկլինալային զարգացման էտապում և բաղկացած են խիստ ծալքավորված, մետամորֆացված ապարներից, որոնք պատռված են ինտրուզիաներով և խորը բեկվածքներով: Այն անվանվում է *հիմք, ծալքավոր հիմք* կամ *պլատֆորմի ցոկոլ*

Վերին հարկը պլատֆորմային ծածկոցն է բաղկացած նստվածքային ապարներից: Տեղ-տեղ ծածկոցը բացակայում է և հիմքը մերկանում է: Այդպիսի հատվածներին անվանում են *վահաններ*: Այն տարածքները, որտեղ հիմքը շատ է խորասուզված և մեծ է նստվածքային ծածկոցի հզորությունը՝ անվանում են *սալեր*:

Պլատֆորմներում, երկրակեղևի թույլ և դանդաղ փոքր ամպլիտուդաներով տատանողական ուղղահայաց շարժումներ են կատարվում: Պլատֆորմների այդպիսի տատանողական շարժումների հետ են կապված ծովերի տրանսգրեսիաներն ու ռեգրեսիաները: Մի քանի տարածքներ այժմ էլ տրանսգրեսիայով ծածկված են էպիկոնտինենտալ ծովերով՝ Բալթիկ, Բարենցի, Հյուսիսային ծովեր և այլն:

---

[3] Այս ծալքավորման էտապում ձևավորվել են Հյուսիս-Արևելյան Սիբիրի, Վերխոյանո-Չուկոտյան մարզի, Մոնղոլա-Օխոտյան գոտու, Սիխոտե-Ալինի և այլ ծալքավոր մարզերն ու լեռնաշղթաները:

[4] Այս էտապում ձևավորվել են Ալպերի, Ապենինյան, Կարպատյան, Կովկասի, Կոպետդաղի, Պամիրի, Հիմալայների, Անդերի, Կորդիլերանյան և այլ լեռնաշղթաներ:

Պլատֆորմներում նստվածքային ծածկոցի հզորությունը 2-4 *կմ* է և երկար տարածքի վրա պահպանվում է նստվածքային ապարների միօրինակությունը:

Տրանսգրեսիայի ժամանակ պլատֆորմներում առաջանում են կարբոնատա-կավային, մերձելային, ավազա-կավային նստվածքներ, իսկ ռեգրեսիայի ժամանակ՝ լճային, ալուվիալ, ճահճային, իսկ արիդային կլիմայի պայմաններում՝ էոլային և լագունային նստվածքներ:

Նստվածքային ծածկոցի շերտերի դիրքը հորիզոնական է կամ հորիզոնականին մոտ: Շատ մեղմ շերտերի անկումով իզոմետրիկ մի քանի հարյուր, նույնիսկ հազար կիլոմետր երկայնքով գոգավորություններին անվանում են *սինեկլիզներ* : Մոսկովյան սինեկլիզը հյուսիսից-հարավ ունի 1300 *կմ* երկարություն, 2-2,5 *մ/կմ* շերտերի անկումով: Խոշոր մեղմաթեք պլատֆորմային բարձրացումներին անվանում են *անտեկլիզներ* : Պլատֆորմներում հանդիպում են նաև փողրականման տեկտոնական իջվածքներ, որոնց անվանում են *ավլակոգեններ*: Խզվածքներով սահմանափակված, երբեմն 200 *կմ* երկայնքով այս տարածքներն աչքի են ընկնում բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ և նստվածքների մեծ հզորությամբ: Էֆուզիվ և ինտրուզիվ մագմատիզմը պլատֆորմներում արտահայտված է միայն խոշոր տեկտոնական ճեղքերի երկայնքով: Այդպես են առաջացել (ճեղքային արտավիժումներ) պլատֆորմների վրա հրաբխային ծածկոցներն ու պայթման խողովակները: Նստվածքային ծածկոցի մեջ շատ հաճախ են սիլերը: Պլատֆորմներում զարգացած հիմքային կազմի հրաբխային ապարներին անվանում են *տրապներ* :

Պլատֆորմների հասակը որոշվում է ծալքավոր հիմքի հասակի և նստվածքային ծածկոցի փոխհարաբերությամբ: Ըստ ծալքավոր հիմքի պլատֆորմները բաժանվում են՝ հին և երիտասարդ պլատֆորմների: Հների թվին են պատկանում Ռուսական (Արևելա-Եվրոպական), Սիբիրական, Հյուսիս-Ամերիկյան, Հարավ-Ամերիկյան, Աֆրիկյան և այլն: Այս պլատֆորմների հիմքը ձևավորվել է մինչքեմբրյան ժամանակներում: Ն. Ս. Շատսկին առաջարկել է մինչքեմբրյան պլատֆորմներին անվանել հիմքի հասակով *էպի-* (հուն. *էպի՝* հետո, վեր) նախածանցով: Այս դեպքում պլատֆորմն կոչվում է *էպիպրոտերոզոյան* :

Երիտասարդ պլատֆորմներին են վերագրվում Բայկալյան, Վերցինյան կամ Կալեդոնյան ծալքավոր հիմքով պլատֆորմները: Նրանք համապատասխանաբար կոչվում են *էպիբայկալյան, էպիկալեդոնյան* և *էպիվերցինյան պլատֆորմներ* :

Գեոսինկլինալային մարզերի զարգացման ավարտից հետո, ծալքավոր մարզերում ընթանում են ինտենսիվ դենուդացիոն պրոցեսներ, որոնք աստիճանաբար բերում են պենեպլենի համահարթեցմանը:

Բուն պլատֆորմի զարգացումը ընթանում է յուրաքանչյուր տեկտոնական շրջափուլում պլատֆորմի ճկմամբ, որը բերում է ծովային

տրանսգրեսիայի և բնականաբար նստվածքների կուտակմանը: Հիմքը տրոհվում է առանձին բլոկների, առաջանում են սինեկլիզները: Այնուհետև փոխվում է տեկտոնական շարժումների ուղղվածությունը, տարածքը ազատվում է ջրից (ռեգրեսիա), առաջանում են խորշեր, ծոցեր, որոնցում կուտակվում են ածխաբեր նստվածքներ (խոնավ կլիմայի պայմաններում), աղային կուտակումներ (չոր կլիմայի պայմաններում): Յուրաքանչյուր տեկտոնական շրջափուլում պլատֆորմը ենթարկվում է ընդհանուր բարձրացման, որն էլ բերում է նրա լրիվ չորացմանը:

Արևելա-Եվրոպական կամ Ռուսական պլատֆորմի վրա ընդհանուր բարձրացումը տեղի է ունեցել դևոնի սկզբում (կալեդոնյան ցիկլից հետո), տրիասում (հերցինյան ցիկլից հետո), նեոգենում (ալպյան ցիկլում):

Երկրի երկրաբանական զարգացման պատմության ընթացքում բազմաթիվ անգամներ փոխվել են պլատֆորմների և գեոսինկլինալների դիրքերը: կարծիք կա, որ արխեյում պլատֆորմներ չեն եղել և ներկայիս մայրցամաքների ամբողջ մակերևույթը անսովոր շարժուն գեոսինկլինալներով է ծածկված եղել, որտեղ ընթացել են ակտիվ տեկտոնական շարժումներ, ուժեղ մետամորֆիզմ (լայն մագմատիկ գործունեություն): Գեոսինկլինալներն աստիճանաբար վերափոխվել են ցամաքի ծալքալեռնավոր գոտիների, ու կորցնելով իրենց ակտիվությունը, ենթարկվել են ինտենսիվ լվացումների՝ հարթեցվել և վերածվել են պլատֆորմների: Այս ճանապարհով են մինչքեմբրյան ժամանակներում առաջացել պլատֆորմները: Այնուհետև նրանք խոշորացել են ի հաշիվ նոր գեոսինկլինալների փակման:

Օգտակար հանածոներից տարածված են՝ երկաթի, մանգանի, ֆոսֆորիտների, բոքսիտների հանքավայրերը:

Երկրակեղևի ակտիվացված գոտիները

Հետպլատֆորմային տեկտոնական զարգացման առանձնահատուկ տիպ է մի շարք լեռնային համակարգերի առաջացումը: Կենտրոնական Ասիայում գտնվող Տյան-Շանի, Ալթայի, Սայանների բարձր լեռնաշղթաների ձևավորումը կապված է ոչ թե սովորական գեոսինկլինալային զարգացման ու փակման, այլ պլատֆորմի ակտիվացման հետ: Ներկայիս լեռնաշղթաների վայրերում պալեոզոյի վերջում տարածքը զարգացել է որպես պլատֆորմ և հետագայում դենուդացիայով ռելիեֆը համահարթեցվել է: Սակայն նեոգենի և չորրորդական պերիոդներում այս երիտասարդ պլատֆորմի զբաղեցրած տարածքում սկսվել և ընթացել են շատ ակտիվ տեկտոնական ակտիվացման շարժումներ, որոնք մակերևույթում արտահայտվել են երկրակեղևի բարձրացումներով և ճկումներով: Այս ճանապարհներով են առաջացել Տյան-Շանի բարձրաբերձ ռելիեֆը, որտեղ լեռնաշղթաները հերթափոխվում են խորը միջլեռնային իջվածքնե-

րով կամ դեպրեսիաններով: Ուղղաձիգ տեկտոնական շարժումների լայնույթը կազմում է մոտավորապես 9-10 *կմ* : Լեռնակատարներին պահպանվել են հարթեցված տեղամասեր, որոնք առաջացել են գարգացման պլատֆորմային էտապում: Այդ մակերևույթները կամարաձև ծռված են լեռների բարձրացման ժամանակ և միաժամանակ միջլեռնային իջվածքներում ծռված են հակառակ ուղղությամբ՝ սինկլինալանման են:

Խորքային բեկվածքների համակարգը, հատկապես լեռնաշղթաների իջվածքների սահմաններում գտնվող բեկվածքները, երկրակեղևը բաժանում են առանձին մեծաբեկորների, որոնք տարբեր արագություններով շարժվում են կամ միևնույն կամ տարբեր ուղղություններով: Ալիքավոր ճկվածքների զուգակցումը բեկորային շարժումների հետ առաջացնում են Տյան-Շանի յուրահատուկ կառուցվածքը, որին անվանում են նաև *բեկորա-ալիքավոր կառույց* Ի տարբերություն Տյան-Շանի, Ալթայի լեռնային մարզում գերակշռում են մեծաբեկորային կառուցվածքները:

Այսպիսով լեռնային կառուցվածքները ըստ իրենց ստրուկտուրաների կարող են լինել ծալքավոր, մեծաբեկոր-ալիքային և մեծաբեկորային:

Քանի որ վերը թվարկված լեռնային կառույցները առաջացել են ոչ թե գեոսինկլինալներից այլ պլատֆորմներից, ուսումնասիրողները առաջարկում են (Վ. Ա. Օբրուչև) անվանել վերածնված, իսկ Վ. Վ. Բելոուսովի կողմից առաջարկվել է՝ *ակտիվացված պլատֆորմներ* : Ներկայումս լայն կիրառում ունի նաև *էպիպլատֆորմային* անվանումը:

Օվկիանոսների հատակի ստրուկտուրաները

Առավել դժվար է օվկիանոսների ստրուկտուրաների ուսումնասիրությունները, քանի որ դյուրին չէ նրանց մասին երկրաբանական տվյալների հայթայթումը: Ռելիեֆի և երկրաֆիզիկական տվյալների ուսումնասիրություններից առանձնացվում են երկու հիմնական կառուցվածքային տիպեր.

1) օվկիանոսային պլատֆորմներ՝ *թալասոկրատոններ* (հուն. *թալյատ*՝ ծով),
2) ներօվկիանոսային շարժուն գոնաներ:

Թալասոկրատոները զբաղեցնում են օվկիանոսային հատակի զգալի մասը և միմյանցից բաժանվում են արգելաթմբերով: Գոգավորությունները ու արգելաթմբերն ինչ որ մի աստիճանի կարող են համադրելի լինել մայրցամաքների անտիկլիզներին և սինէկլիզներին:

Ներօվկիանոսային շարժուն գոտիները արտահայտված են միջադիր օվկիանոսային լեռնաշղթաներով, որոնք կտրում են բոլոր օվկիանոսները: Համեմատաբար լավ է ուսումնասիրված Միջին Atlանտյան լեռնաշղթան, որի լանջերը բարդեցված են վերնեոտքային խախտումներով: Սրանք էլ իրենց հերթին առաջացնում են սանդուղքաձև ռելիեֆ, իսկ կենտրոնում 2 *կմ* խորությամբ իջվածք է (*գրաբեն*) առաջացած խորքային բեկվածքներով:

Միջադիր օվկիանոսային թոլոր լեռնաշղթաների գումարային երկարությունը ավելի քան 60 հազ. *կմ* է, իսկ լայնությունները տատանվում են 2000–3000 *կմ* սահմաններում: Լեռնաշղթաների առանձին գագաթները ջրից դուրս են գալիս կղզիների տեսքով:

Միջադիր օվկիանոսային լեռնաշղթաներն ունեն հետևյալ առանձնահատկությունները.

1) Տեկտոնական շարժումների բարձր հաճախականություն:
2) Բարձր ջերմային հոսքը:
3) Ինտենսիվ մագմատիզմը:
4) Հաճախակի երկրաշարժերը:

Օվկիանոսների առաջացման և զարգացման մասին [illegible] կարծիքներ կան: Հորատանցքերի կեռնոզ գոյց է տալիս, որ Հնդկական և Աղեղանման օվկիանոսների հատակն ունի ոչ յուրայի հասակ, որտեղ միջադին օվկիանոսյան լեռնաշղթան առաջացել են [illegible] ենթատարածությունում: Սրանից կարելի է եզրակացնել, որ Հնդկական և Հնդկական օվկիանոսները համեմատաբար երիտասարդ են: Նույն հետազոտությունները ցույց են նաև Խաղաղ օվկիանոսի տակ նույնպես միջին հասակի հատակի առկայություն են, սակայն որոշ այլ տվյալներով հնագույն օվկիանոսներից մեկն է:

Երկրաքաղաքական ժամանակի սանդղակը

Երկրաբանության մեջ ամենամեծ նշանակություն ունի ժամանակի չափումը, նրա վրա կյանքի կազմավորման ընթացքում երկրակեղևում իրադարձությունների ժամանակագրությունը: Պատմական [illegible] ժամանակագրական հաջորդականությունը կարգավորվում են հիմնական [illegible] ստորաբաժանումներ և նրանց միջև [illegible] ու բոլորովին այլ հասակի ապարների հանդիպման [illegible] հետևանքով [illegible] ենթատարածությունների [illegible] հատվածներից միմյանց [illegible] ստորաբաժանման հասկացությունը, որոնք հնարավոր է, որոնց հետևյալ կամ մի քանի միասին:

Ստրատոգրաֆիական (լատ. *stratum* շերտ) միասին հիմնված է հնագիտական ստորաբաժանումների [illegible] հաջորդականության հետազոտման վրա: Երբ ծանրանում և միմյանց [illegible] ստորաբաժանումների [illegible] ժամանակ նրանցում են. [illegible] ստորաբաժանում, որոնք բնութագրում [illegible] տարբեր հին են [illegible] ստորաբաժանումներ: Այսպիսով, ստրատիգրաֆիական միասով կարելի է որոշել [illegible] հնագիտական հաջորդականությունը և ստորաբաժանումների հարաբերական հասակը: Ընդհանուր ասած, որքան ստորաբաժանումը գտնվում է [illegible] ավելի հին է ստորաբաժանումների [illegible] ավելի [illegible] ստորաբաժանումների [illegible].

Երկրաբանական կտրվածքները միմյանց հետ համեմատելու համար օգտագործում են *լիթոլոգիական մեթոդը*, որը հիմնված է ապարները ըստ իրենց կազմի համեմատելու վրա: Այս մեթոդը հնարավոր է կիրառել միայն կարճ տարածքում մերկացումների համար, քանի որ նույն կազմի նստվածքային ապարներ կարող են առաջանալ տարբեր երկրաբանական պայմաններում: Այստեղ օգնության է գալիս *պալեոնտոլոգիական* (հնէաբանական) *մեթոդը*, որն ուսումնասիրում է նստվածքային շերտերի մեջ կենդանի օրգանիզմների և բույսերի մնացորդների ու հետքերի առկայությունը:

Հաստատված է, որ օրգանական աշխարհն երկրաբանական պատմության ընթացքում կրել է զգալի փոփոխություններ և շերտերի միևնույն հասակի կոմպլեքսներում նույն մարզի սահմաններում պարունակում են միևնույն հին օրգանական քարացուկ (բրածո) մնացորդներ:

Այս առանձնահատկություններն էլ կարևոր հիմք հանդիսացան նստվածքային ապարներն ըստ իրենց հարաբերական հասակի ստորաբաժանման համար:

Տարբեր երկրների երկրաբանների ջանքերով ստրատիգրաֆիական և պալեոնտոլոգիական մեթոդների հիման վրա ստեղծվել է միասնական ստրատիգրաֆիական սանդղակ, որում երկրակեղևը կազմող բոլոր ապարները ցույց են տրված որոշակի հաջորդականությամբ նրանց հարաբերական հասակին համապատասխան (*աղ. 7*): Սանդղակում առանձնացված են հետևյալ ստրատիգրաֆիական միավորները.

1) Համակարգերի խմբերը, որոնք ներառում են մի քանի համակարգեր:
2) Համակարգեր բաղկացած մի քանի բաժիններից:
3) Բաժիններ, որոնք ներառում են մի քանի հարկեր:
4) Հարկեր և ավելի մանր ստորաբաժանումներ:

Առանձնացված շերտագրական միավորներին համապատասխան մշակվել է հարաբերական երկրաժամանակագրական սանդղակը: Սանդղակում՝ ժամանակը որում ձևավորվել են համակարգերի խմբերը կոչվում է *էրա*, համակարգին համապատասխանող ժամանակը՝ *պերիոդ*, բաժնին՝ *էպոխա*, հարկին՝ *դար*: Երկրի երկրաբանական պատմության մեջ առանձնացված է 5 էրա՝ 1) Արխեյան (հուն. *արխե*՝ սկիզբ, *զոիկոս*՝ կյանք) էրա, 2) Պրոտերոզոյան (հուն. *պրոտերոս*՝ առաջին) էրա, 3) պալեոզոյան (հուն. *պալեոս*՝ հնագույն) էրա, պալեոզոյան համակարգի խումբ, 4) մեզոզոյան (հուն. *մեզոս*՝ միջին) էրա, մեզոզոյան համակարգի խումբ, 5) կայնոզոյան (հուն. *կայնոս*՝ նոր) էրա, կայնոզոյան համակարգի խումբ: Էրաների և համակարգերի խմբերի անվանումները բաղկացած հունական բառերի զուգորդումից, արտացոլում են օրգանական կյանքի ծնունդն ու զարգացումը:

Կյանքի սկիզբը կապում են առավել հին արխեյան էրայի հետ, սկզբնական կյանքի էրան պրոտերոզոյան էրան է, հնագույնը՝ պալեոզոյան, միջինը՝ մեզոզոյան և նորագույն կյանքի էրան՝ կայնոզոյանը:

Աղյուսակ 7. Գեոխրոնոլոգիական (ստրատիգրաֆիական) աղյուսակ

Էոն	Էրա, խումբ	Պերիոդ (սիստեմա)	Տևողությունը, մլն. տարի	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	Կայնոզոյ KZ	*Չորրորդական*	1,5-2	Q	հոլոցեն	ժամանակակից [illegible]
					պլեյստոցեն: ուշ, միջին, [illegible]	[illegible] [illegible] [illegible]
		Նեոգենային	26	N	[illegible] N_2 [illegible] N_1	3 [illegible] 6 [illegible]
		Պալեոգենային	41	₽	[illegible] [illegible] [illegible]	2 [illegible] 4 [illegible] 2 [illegible]
	Մեզոզոյան MZ	*Կավճի*	70	K	[illegible] [illegible]	5 [illegible] 6 [illegible]
		Յուրայի	60	J	[illegible] [illegible] [illegible]	4 [illegible] 3 [illegible] 4 [illegible]
		Տրիասի	45	T	[illegible] [illegible] [illegible]	3 [illegible] 2 [illegible] 2 [illegible]
	[illegible] PZ	*[illegible]*	45	P	[illegible] [illegible]	3 [illegible] 4 [illegible]
		[illegible]	70	C	[illegible] [illegible] [illegible]	2 [illegible] 1 [illegible] 1 [illegible]
		[illegible]	70	D	[illegible] [illegible] [illegible]	2 [illegible] 2 [illegible] 2 [illegible]
		[illegible]	30	S	[illegible] [illegible]	2 [illegible] 2 [illegible]
		[illegible]	60	O	[illegible] [illegible] [illegible]	2 [illegible] 2 [illegible] 2 [illegible]
		[illegible]	90	Є	[illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] 2 [illegible] 2 [illegible]
[illegible]	[illegible]	*[illegible]*	[illegible]		[illegible]	
		[illegible]		[illegible]		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]		
	[illegible]		>[illegible]			

[illegible]

ներ գոյատևել են երկար երկրաբանական ժամանակահատվածում և փոփոխվել են շատ դանդաղ: Նստվածքային ապարների ստորաբաժանման համար կարևոր նշանակություն ունեն ղեկավարող բրածոները, որոնց տեսակը և սեռը արագ են փոփոխվում և ունեն լայն հորիզոնական տարածում:

Ղեկավարող բրածո տեսակների (ֆլորա և ֆաունա) արագ փոփոխությունը բնորոշ է նրան, որ յուրաքանչյուր շերտի, կամ շերտերի խմբերին բաժին է ընկնում իրեն բնորոշ քարացած բրածոները:

Ղեկավարող ֆաունայի և ֆլորայի դիտարկմամբ զբաղվում են պալեոնտոլոգիան և պատմական երկրաբանությունը:

Վաղ և մասամբ միջին պալեոզոյան ժամանակաշրջաններում (քեմբրի, օրդովիկ, սիլուր) որպես ղեկավարող բրածո հանդես են եկել մահացած բազմաթիվ անողնաշար կենդանիների դասեր, որոնք մոտ են խեցգետնանմաններին՝ տրիլոբիտները: Միջին և ուշ պալեոզոյում տրիլոբիտներին որպես ղեկավարող բրածոններ փոխարինել են ուստրանի փափկամարմինները: Մեզոզոյան էրայի համար շերտագրական մեծ նշանակություն ունեն գլխոտանի փափկամարմինները՝ ամմոնիտներն և բելեմնիտները: Կայնոզոյան էրայի համար որպես ղեկավարող բրածո ձևեր հանդես են եկել թերթախոիկավորները, փորոտանի փափկամարմիններն և այլն: Պալեոզոյում տեղի է ունեցել ցամաքային կյանքի ծնունդ ու զարգացումը: Կարևոր իրադարձություն է Երկրի պատմության մեջ պալեոզոյի վերջում սողունների առաջացումը: Ամբողջ մեզոզոյի ընթացքում ցամաքային ողնաշարավոր կենդանիները տիրապետել են ցամաքում: Սրանք ունեցել են հսկա չափեր՝ 25-30 *մ* երկարություն. 10 *մ* բարձրություն: Մեզոզոյան էրայում Երկրի վրա հայտնվել են օդային ավազանր գրավողները՝ թռչող սողուններն (մողեսները) ու թռչունները ու ծովային առաջին սողունները՝ ձկնամողեսները (իխտիոզավրներն ու պլեզիոզավրները), որոնց նախնիները հավանաբար եղել են ցամաքային սողունները: Սրանք հարմարվել են ծովային միջավայրին: Այս նույն ժամանակ հանդես են եկել նաև առաջին կաթնասունները: Մեզոզոյան էրայի վերջում ամբողջովին մահանում են բոլոր գիգանտ սողունները թե ծովում, թե օդում, թե ցամաքում:

Կայնոզոյան էրայում ամենալայն տարածումն ու զարգացումն են ապրում կաթնասուն կենդանիները: Ըստ էության այս էրայում կենդանական աշխարհը ձեռք է բերում ժամանակակից տեսք և տեղի է ունենում մեծագույն կարևորության իրադարձություն՝ հանդես է գալիս մարդը (մոտ 2 մլն. տարի առաջ): Ակադեմիկոս Ա. Պ. Պավլովը առաջարկել է մարդու կյանքի հանդես գալը անվանել *անթրոպոգեն* (հուն. *անթրոպոս*՝ մարդ):

Բարդ էվոլյուցիա է ապրել և բուսական աշխարհը. պարզագույն սաղմնային ձևերից՝ մինչպալեոզոյան էրաներից մինչև կայնոզոյան էրայի ժամանակակից ձևերը:

Համապատասխան դարաշրջանների համակարգերի անվանումները տրվել են կամ վայրերի անուններով, որտեղ առաջին անգամ հայտնաբերվել են համապատասխան հասակի ապարներ (օր., քեմբրիի, պերմի սիստեմները) կամ էլ նստվածքների բնորոշ առանձնահատկություններով (օր., քարածխային, կավճի սիստեմները): Առավել բարդ է Արխեյան և պրոտերոզոյան էրաների բաժանումների հարցը՝ կապված այդ հասակի ապարների խորը մետամորֆիզմի հետ: Ուշ պրոտերոզոյում առանձնացված են (ըստ Ք. Մ. Կելլերի) ռիֆեյ – վաղ (R_1), միջին (R_2), ուշ (R_3) և վենդ (V):

<u>Բացարձակ գեոխրոնոլոգիա:</u> Հարաբերական գեոխրոնոլոգիական սանդղակը արտացոլում է միայն էրաների և պերիոդների հաջորդականությունը, սակայն պատկերացում չի տալիս նրանց տևողության մասին: Այդ պատճառով էլ անհրաժեշտություն է ծագել պարզելու բացարձակ գեոխրոնոլոգիան, այսինքն էրաների և պերիոդների տևողության որոշումը:

Միներալների և ապարների բացարձակ հասակի ուսումնասիրման առավել հուսալի մեթոդները հիմնված են քիմիական տարրերի ատոմների ռադիոակտիվ տրոհման ուսումնասիրության կամ ռադիոլոգիական մեթոդների վրա: Տարբեր ապարներում պարունակվում են ռադիոակտիվ տարրերի որոշակի քանակներ՝ U^{238}, U^{235}, Th^{232}, K^{40}, Rb^{87}: Այս քիմիական տարրերը ինքնաբերաբար տրոհվում են վերածվելով այլ քիմիական տարրերի: Յուրաքանչյուր ռադիոակտիվ տարրի տրոհումը տևողի է ունենում անփոփոխ արագությամբ: Դրա հետևանքով յուրաքանչյուր տարրի համար բնորոշ է իր կիսատրոհման պարբերությունը, այսինքն այն ժամանակահատվածը, որի ընթացքում ռադիոակտիվ նյութի այս կամ այն քանակը կիսվում է:

Օրինակ՝ U^{238} իզոտոպը ալֆա տրոհումից վեր է ածվում Th^{232} իզոտոպի և այլն: U^{238}-ի տրոհման ժամանակ տևողի է ունենում ութնակի, U^{235}-ի տրոհման ժամանակ յոթնակի, Th^{232}-ի տրոհման ժամանակ He^4-ի վեցակի անջատում: Սովորաբար միներալներում պարունակվում են և ուրան և թորիում, որոնց տրոհման վերջնական նյութերը կապարն ու հելիումն են: Այս տարրերի ատոմային վերափոխումները ներկայացվում են հետևյալ տեսքով՝

$$U^{238} \rightarrow 8He^4 + Pb^{206},$$
$$U^{235} \rightarrow 7He^4 + Pb^{207},$$
$$Th^{232} \rightarrow 6He^4 + Pb^{208}:$$

Ապարների հասակի որոշման համար անհրաժեշտ է որոշել ուրանի, թորիումի, ռադիոգեն կապարի և նրա իզոտոպային կազմի, ինչպես

նաև Pb^{204} պարունակությունները: Pb^{204}-ի քանակի որոշումը անհրաժեշտ է տվյալ միներալի մեջ կապարի ռադիոգեն իզոտոպների հաշվման համար: Կապարի իզոտոպային կազմը որոշում են հատուկ սարքերով մաս-սպեկտրոմետրերով:

Իմանալով ռադիոակտիվ տարրի տրոհման արագությունը, նրա քանակությունը և ռադիոակտիվ կապարի իզոտոպային կազմը կարելի է որոշել միներալների և ապարների հասակը: Բոլոր դեպքերում ուրանթորիումային միներալների հասակը հաշվարկվում է ռադիոգեն (ածանցյալ) և ռադիոակտիվ (սկզբնավորող) տարրերի փոխհարաբերություններով: Օգտագործվում է երեք այդպիսի իզոտոպային փոխհարաբերություն՝

$$\frac{Pb^{206}}{U^{238}}, \frac{Pb^{207}}{U^{235}}, \frac{Pb^{208}}{Th^{232}}, \text{ ինչպես նաև } \frac{Pb^{207}}{Pb^{206}}:$$

Պրակտիկայում բացարձակ հասակի որոշման համար օգտագործում են հատուկ կազմված նոմոգրամաներ, որում ձախից տրվում են տարիները (մլն. տարի), իսկ աջից իզոտոպային փոխհարաբերության մեծությունները:

Գլուխ XVII

ԵՐԿՐԻ ԵՎ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՎԱՐԿԱԾՆԵՐ

Այժմ Երկրի և երկրակեղևի առաջացման, տեկտոնական զարգացման վերաբերյալ առաջարկված են բազմաթիվ վարկածներ: Վարկածների այսպիսի առատությունը ցույց է տալիս, որ մեր գիտելիքները Երկրի մասին խիստ սահմանափակ են: Դեռևս ստույգ պարզաբանված չէ ինչպես է տիեզերական էներգիան ազդում տեկտոնական պրոցեսների վրա, սեղմվու՞մ թե՞ ընդարձակվում է երկրագունդը, ինչպիսին են Երկրի խորը հորիզոնների ջերմաստիճանները, ապարների կազմը, մայրցամաքները հորիզոնական մեծ տեղաշարժեր կատարում են թե ոչ և բազմաթիվ այլ խնդիրներ: Այս և այլ բազմաթիվ հարցերի լուծված չլինելը թույլ չեն տալիս ներկայումս ստեղծել երկրագնդի առաջացման և զարգացման միասնական տեսություն:

Սակայն կան մի շարք վարկածներ, որոնց ուղղությամբ աշխատանքներ են կատարվում նաև այժմ:

Կոնտրակցիոն վարկածը առավել հին տեսություններից մեկն է և կապված է արեգակնային համակարգի մոլորակների շիկացած միգամածություններից առաջացման Լապլասի կոսմոգոնիական վարկածի հետ: Ըստ այս վարկածի նախնական շիկացած երկրագունդը աստիճանաբար սառչում է առաջացնելով կոշտ երկրակեղև: Ենթադրվում է, որ սառչումը ընթանում է մինչ այժմ: Եվ քանի, որ երկրակեղևը կոշտ կառույց է, այն հետ է մնում ներքին մասերի ծավալի սեղմումներին և կրճատումներին:

Հարմարվելով երկրագնդի ներքին ծավալի փոքրացմանը երկրակեղևը խորասուզվում է և դեֆորմացվում: Առաջանում են ճկվածքները և հարաբերական բարձրացումները: Մեծ լարվածությունների դեպքում տեղի են ունենում կոտրատումներ և առանձին բլոկների ինտենսիվ իջեցումներ:

Այս բլոկները գործում են սեպերի նման և առաջացնում են եզրային ճնշումներ, որոնք ապարներին ենթարկում են ծալքավորությունների, առաջացնելով լեռնային համակարգեր: Այս վարկածը ընդունվել է շատերի կողմից և տիրապետել մոտ կես դար: Միայն 1906 թ. Օ. Ամպֆերերը քննադատել է այն, որից հետո վարկածը աստիճանաբար կորցրել է հնչողությունը:

Այս վարկածի թերությունն այն է, որ չի բացատրում ծալքավորության պարբերականությունը, ուղղահայաց բարձրացումներն ու իջեցումներն, այսինքն երկրակեղևի տատանողական շարժումները:

Օ. Յու. Շմիդտի կողմից առաջարկված երկրագնդի «սառը» առաջացման վարկածը վերջնականապես դուրս մղեց կոնտրակցիոն տեսությունը: Ըստ նոր վարկածի Երկիրն առաջացել է սառը մանրագույն մաս-

նիկների իրար սոսնձվելու ճանապարհով և միայն երկրագնդի ձևավորվելուց հետո նրա ներսում սկսվում է կուտակվել ռադիոգեն ջերմությունը.

Անցյալ դարի 70-ական թվականներից կոնտրակցիոն տեսության միտքը նոր վերածնունդ է ապրել: Երկրագնդի սեղմումը կապում էին նրա ծավալի փոքրացման հետ՝ կապված գրավիտացիոն խտացումների և մասնավորապես ենթակեղևային նյութի պոլիմորֆ վերափոխումների հետ: Այդպիսի օրինակ է ծառայում օլիվինի անցումը շպինելի, որի ընթացքում տեղի է ունենում միներալի ծավալի փոքրացում 10-15%: Երկրի շառավղի փոքրացման պատճառ է նշվում պատյանի նյութի դիֆերենցումը: Կոնտրակցիոն նոր տարբերակի տեսության կողմնակիցներից են Ա. Տ. Ասլանյանը, Գ. Դ. Աժգիրին և ուրիշներ:

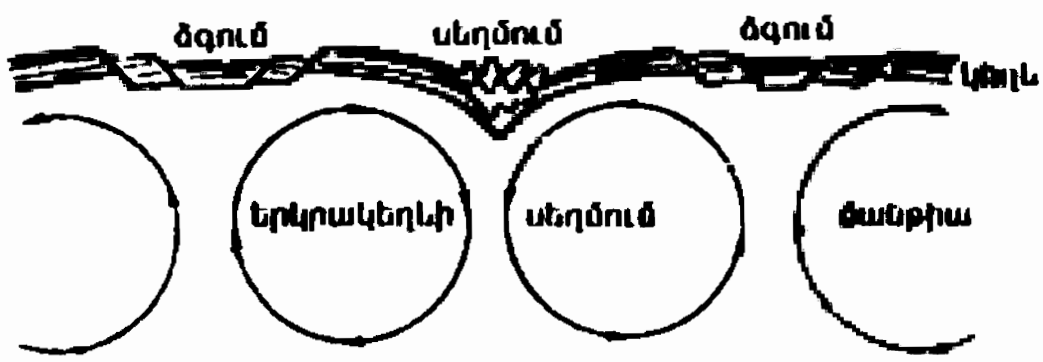
Սակայն տեսության նոր տարբերակն էլ ուներ մի շարք բացթողումներ և թերություններ, մասնավորապես դժվար կամ թերի է բացատրվում վերին թիկնոցի ու երկրակեղևի սերտ կապն ու զարգացումը, չի բացատրում մագմատիկ օջախների առաջացումը և մագմատիկ բարդ պրոցեսները, օվկիանոսային և մայրցամաքային կեղևների կառուցվածքների տարբերությունները: Հաշվի չի առնում երկրագնդի տաքացումը, չի ընգրկում տիեզերական էներգիայի աղբյուրները և այլն:

Պուլսացիոն վարկածը 1920 թ. առաջարկվել է Վ. Բուխերը: Այս տեսությունն ընդունում է կոնտրակցիոն տեսության հիմնական դրույթները կապված երկրագնդի սեղմման հետ: Հեղինակը փորձում է ապացուցել որ երկրակեղևի սեղմման դարաշրջանները հերթափոխվում են լայնացման դարաշրջաններով: Երկրակեղևի ճգման դեպքում կեղևը բարակում է և ճկվում առաջացնելով գեոսինկլինալներ և օվկիանոսային գոգավորություններ, իսկ սեղմման դեպքում նստվածքներով լցված ճկվածքներում ձևավորվում են ծալքերը, մայրցամաքների և օվկիանոսների խոշոր մեծաբեկորները մեկը մյուսի նկատմամբ տեղաշարժվում են և հարմարվում կրճատված երկրակեղևի մակերևույթին: Բուխերի վարկածը չի բացատրում սեղմման հաճընդհանուր ձևերը, որոնք հերթափոխում են ճգման փուլերին: Ծալքաառաջացման մեխանիզմը նման է կոնտրակցիոն վարկածի առաջարկած մեխանիզմին: Պուլսացիոն տեսության նկատմամբ անվստահությունն ամենայն հավանականությամբ նրա ելման դրույթների հնացած լինելն է, մասնավորապես երկրագնդի նախնական շիկացած վիճակում լինելը:

Նկարագրված այս երկու տեսությունները հենվում են երկրակեղևի զարգացման գործում Երկրի ներքին էներգիայի առաջատար դերի վրա: Այս վարկածները վերաբերում են ֆիքսիզմի վարկածների խմբին, այսինքն չեն կապում տեկտոնական շարժումները մայրցամաքների հորիզոնական զգալի տեղաշարժերի հետ:

Ենթաերկրակեղևային կոնվեկցիոն հոսանքների վարկածը որոշ չափով մոտ է կոնտրակցիոն վարկածին, սակայն ընդունում է, որ ման-

թիայում գոյություն ունեն դանդաղ հորիզոնական և ուղղահայաց կոնվենկցիոն հոսանքներ (*նկ. 111*)։ Այդ հոսանքների տարեկան միջին արագությունը 3 *սմ* է (Ա. Խոլմս, Է. Կլաուս, Դ. Գրիգս և այլն), որը ներկրակենովում առաջ է բերում տեկտոնական շարժումներ՝ բարձրացումների, իջվածքների կամ սահքի ձևերով, մայրցամաքների կամ նրանց առանձին հատվածների տեղաշարժեր։ Կոնվենկցիոն հոսանքներն ներկրակենովի և օվկիանոսների տակ մանթիան տաքացնում են ոչ միատեսակ, որը գնիդի մակերևույթից միևնույն մակարդակի վրա ջերմաստիճանների տարբեր լինելն է։ Շատ տաքացած տեղամասերում առաջանում են վերընթաց հոսանքներ, որոնք ներկրակենովի տակ ճյուղավորվում են և սկիզբ դնում վերընթաց հոսանքներին։ Նյութի տեղաշարժ տեղի է ունենում փակ շրջագծերի համակարգի տեսքով։ Դեոսինկլինալները ծագում են վերընթաց հոսանքների երկու ճյուղերի կցման գոտիներում, իսկ բարձրացումները՝ վերընթաց հոսանքների տարանջատման տեղերում։ Ճկումը առնկցվում է սեդիմումով, իսկ բարձրացումները՝ ճգումով խզվածքների և բլոկների տեղաշարժումով դեպի տարբեր կողմեր։ Այս ձևով է բացատրվում միջադիր օվկիանոսային լեռնաշղթաների առաջացումը։

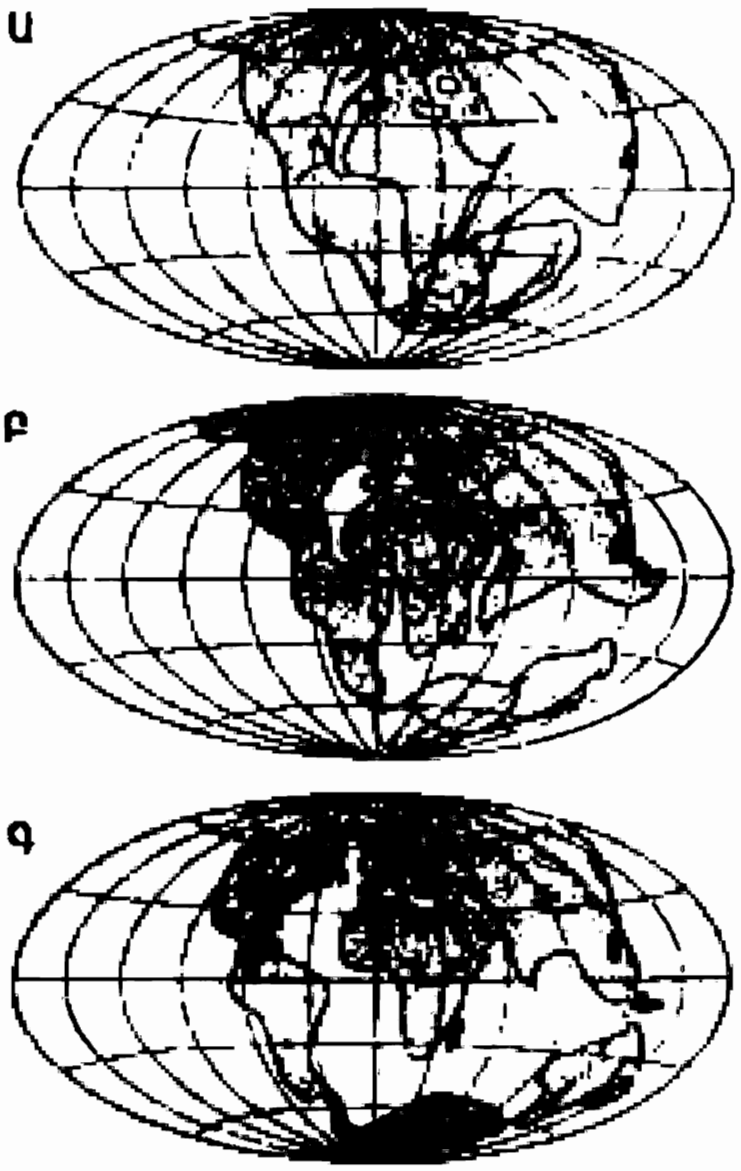


Նկար 111. Կոնվենկցիոն հոսանքների վարկածը մանթիայում։
Հոսքերը նկարագրված են շրջագծերով։

Կոնվենկցիոն հոսանքների վարկածը ունի մի շարք առավելություններ կոնտրակցիոն տեսության նկատմամբ։ Այս վարկածը ևս չի բացատրում տեկտոնական բարդ համակարգերի շարժումների տարբեր նշանները և ամպլիտուդան ու մագմատիզմի երևույթի, տեկտոնական շարժումների հաջորդականությունը։ Երկրակեղևի ստորին մասերում ծագող կոնվենկցիոն հոսանքները ինքնին չեն կարող տեկտոնական շարժումների պատճառ հանդիսանալ։ Մշտական կամ երկարաժամկետ ենթակենովային կոնվենկցիոն հոսանքների գոյությունը լիովին ապացուցված չէ։

Մայրցամաքների հորիզոնական տեղաշարժումների վարկածը ժամանակակից տեսքով որոշ չափով տարբերվում է Ա. Վեգենների և Ֆ. Թեյլորի սկզբնական տարբերակներից։ Վեգենները 1912 թ. ենթադրում էր, որ երկրագունդը սկզբնապես ծածկված է եղել սիալիկ կեղևի բարակ շերտով։ Ենթակեղևային պլաստիկ գոտում ծագող մակերևութային ուժերը ընդգրկում են երկրագնդի մակերևույթի վրա արևելքից արևմուտք պտտվող բազալտե տարրերը և ճնշում առաջացնող կենտրոնախույս ուժերն ուղղվել են

բևեռներից դեպի հասարակած և ստիպել են բարակ կեղևին պալեոզոյում հավաքվել մեկ մեծ բլոկի մեջ՝ Պանգեա միասնական մայրցամաքի մեջ (*նկ. 112*): Մեզոզոյում մակընթացային ուժերը այս մայրցամաքը բաժանեցին առանձին մասերի և Ամերիկան տեղափոխվել է Եվրոպայից և Աֆրիկայից դեպի արևմուտք ու նրա տեղում առաջացել է Ատլանտյան օվկիանոսը: Աֆրիկան, Անտարկտիդան և Ավստրալիան պոկվել են Ասիայից և տեղաշարժվել տարբեր ուղղություններով: Արևմուտք շարժման ժամանակ Ամերիկյան երկրակեղևը հանդիպել է ատլանտյան դիմադրությանը, ճմլվել ծալքերի՝ Անդերի և Կորդիլիերաննների առաջացումով. Որպես ապացույց բերվել են գեոդեզիական տվյալները (մեր ժամանակներում իբրև Գրենլանդիայի հորիզոնական տեղաշարժման) կենդանիների աշխարհագրության (մինչ մեզոզոյան ֆլորայի և ֆաունայի նմանությունը հարավային մայրցամաքներում), հնակլիմայագիտությունը ինչպես նաև Ամերիկայի արևելյան ափագծերի և երկրաբանական ստրուկտուրաների նմանությունը Եվրոպայի արևմուտքի և Աֆրիկայի ստրուկտուրաներին և ափագծերին: Որոշ ժամանակ այս վարկածը համընդհանուր ընդունվելուց հետո նոր փաստերի ճնշման տակ ամբողջովին կրախի ենթարկվեց: Ամենա աչքի ընկնող առարկություններից են՝ 1) մայրցամաքի կեղևը չի կարող լողալ մանթիայի վրայով, 2) դժվար են բացատրվում տատանողական շարժումները և խորը ֆոկուսային երկրաշարժերը երկրակեղևի տակից մինչև 700 *կմ* խորությունները, 3) երկրակեղևի ճնշման և ծալքերի առաջացման անհավանականությունը, քանի որ վարկածը ենթադրում է, որ հիմքը ավելի պլաստիկ է, քան երկրակեղևը, 4) հաշվի չի առնվում մայրցամաքների մագմատիզմի գարգացումը, ինչպես նաև բազում այլ գործոններ:



Նկար 112. Մայրցամաքների շարժումը ըստ Վեգեների հիպոթեզի. Ա) դիրքը 300 մլն. տարի առաջ (վերին կարբոն), Բ) դիրքը 50 մլն. տարի առաջ (էոցեն), Գ) դիրքը 1 մլն. տարի առաջ (վաղ չորրորդական)

Յուրաքանչյուր վարկած ժամանակի ընթացքում որոշակի վերափոխումների է ենթարկվում և կրկին նետվում ասպարեզ: Այդպիսի ընթացք է

ստացել նաև մոբիլիզմի վարկածը: Այս վարկածի գլխավոր փաստարկը մայրցամաքների հակադիր ափագծերի նմանությունն է: Լավ բացատրվում է նաև Հարավային Ամերիկայի, Հարավային Աֆրիկայի, Հնդկաստանի և Անտարկտիդայի ուշ պալեոզոյան սառցապատումները, որոնց կենտրոնը գտնվել է այս մայրցամաքների կցվածքի վայրում: Ըստ Վ. Վ. Բելոուսովի և Ն. Մ. Ստրախովի սառցապատումները կարող էին կրել լեռնային բնույթ, իսկ պալեոմագնիսական տվյալները հավաստի լինել չեն կարող:

Մոբիլիզմի ժամանակակից տեսության կողմնակիցները (Է. Արգան, Ռ. Մասկ, Ս. Ռինկորն) մայրցամաքների մասնատման ու տեղաշարժման պատճառները են համարում ենթակեղևային հոսանքներն կամ երկրագնդի ընդհանուր ընդարձակվելը:

Ռոտացիոն վարկածի գլխավոր ուղղությունը երկրակեղևի զարգացման մեջ տրվում էր Լուսնի, Արեգակի ազդեցություններից Երկրի պտտման արագության և նրա ձևի փոփոխության հաշվով: Այս վարկածի հեղինակը՝ Չ. Դարվինն է: Այնուհետև ինչպես մյուս վարկածները այնպես էլ այս վարկածը ստացել է զարգացումներ տարբեր տարբերակներով:

Ըստ ռուս գիտնական Մ.Վ. Ստովասի՝

1) Երկրի իր առանցքի շուրջ պտույտը դանդաղում է մակընթացությունների ժամանակ կապված Արևի ու Լուսնի մոտեցումների հետ,
2) Պտույտի անկյունային արագության փոփոխությունը ազդում է Երկրի ձևի փոփոխության վրա,
3) Ներկայումս պտույտի 1,6-2,4 վրկ դանդաղեցման ընթացքում 100 հազ. տարվա մեջ պետք է մեծանա բևեռային շառավիղը, մերձինս պետք է ուղեկցվի բևեռային մարզերում երկրակեղևի բարձրացմամբ և միաժամանակ հասարակածային մարզերում՝ երկրակեղևի իջեցմամբ: Երկու գոտիների բաժանման սահմանը հյուսիսային և հարավային լայնության 35° զուգահեռականներն են, որոնց անվանում են *կրիտիկական զուգահեռականներ*:
4) Երկրագնդի ձևի փոփոխման ժամանակ երկրակեղևում առաջանում են ոչ միայն ուղղահայաց, այլ նաև հորիզոնական լարվածություններ, որոնք բերում են նրա սեղմմանը կամ ընդարձակմանը: 2-2,5 մլրդ. տարվա ընթացքում հասարակածի երկարությունը պակասել է 19 *կմ*, իսկ միջօրեականի երկարությունը բևեռներից հյուսիսային լայնության և հարավային լայնության 62° միջև ավելացել է 9,2 *կմ*-ով: Կրիտիկական լայնություններում լարվածության ուղղությունը փոխվում է: Երկրակեղևի ավելի հաստացած նյութի ծավալը և առաջանում են ալյուվացիաներ կապված Երկրի առանցքի դիրքի տատանումների հետ: Այս ամենը պատճառ է դառնում խորքային բեկվածքների, բարձր սեյսմիկության և ակտիվ հրաբխային ծալքավորությունների առաջացմանը:

5) Տեկտոնական շարժումների պարբերականությունը կապված է երկրակեղևի ջարդոտման ակտիվ և համեմատաբար հանդարտ դարաշրջանների հերթափոխմամբ:

Այս վարկածը փորձում է բացատրել երկրագնդի և երկրակեղևի զարգացման բոլոր հիմնական օրինաչափությունները: Ըստ Խայնի (1964 թ.) այս վարկածը լիովին չի բացատրում երկրակեղևի շարժուն գոտիների պատմության ողջ բարդությունները, հատկապես մագմատիկ գործունեությունը: Այդ պատճառով ռոտացիոն տեսությունը չի կարելի համարել համակողմանի:

Խորքային գրավիտացիոն դիֆերենցման վարկածը համարվում է առավել առաջադեմ և ժամանակակից: Այն անցյալ դարի երկրորդ կեսին ամբողջովին և հիմնավորված առաջ է քաշվել Վ. Վ. Բելոուսովի կողմից: Ընդունելով սկզբնական սառը երկրագնդի կոնցեպցիան (Օ. Շմիդտ, Վ. Ֆեսենկով) Բելոուսովը երկրի խորը հորիզոնների բարձր ջերմաստիճանները կապում է ռադիոակտիվ տարրերի տրոհման հետևանքով անջատված ջերմության հետ: Տաքացումը նպաստել է սկզբնական համասեռ երկրագնդի գրավիտացիոն շերտավորմանը արտաքին և ներքին միջուկների, պատյանի ու երկրակեղևի առաջացմանը, այսինքն հաջորդաբար ավելի թեթև արտաքին թաղանթներից դեպի և առավել ծանր միջուկը: Շերտավորման հիմնական պատճառ է համարվում տաքացումը, գոտիական հալումը, գրավիտացիան և երկրի պտույտը իր առանցքի շուրջը: Դիֆերենցման արդյունքում սկզբնական համասեռ երկրագունդը, որի կազմը մոտ էր քարային երկնաքարերի կազմին, բաժանվել են երկաթնիկելային միջուկի, երկաթ-նիկել-մագնեզիումային արտաքին միջուկի, երկաթ-մագնեզիում-սիլիցիումային մանթիայի և ալյումոսիլիկատային երկրակեղևի:

Հետազոտողների մեծ մասը գտնում է, որ երկրակեղևը հալվել է վերին պատյանից երկրի երկրաբանական զարգացման ողջ պատմության ընթացքում: Դա է պատճառն, որ պատյանի ուսումնասիրությանը մեծ տեղ է հատկացվում: Պատյանը կազմված է B, C, D գոտիներից, որոնք միմյանցից տարբերվում են խտությամբ, ջերմաստիճանով, մածուցիկությամբ, սեյսմիկ ալիքների տարածման արագությամբ, նյութական կազմով, հզորությամբ, ազրեգատային ու ֆազային իրավիճակով:

Երկրակեղևի տակից (Մոխոյի սահման) մինչև 400*կմ* խորությունները և C գոտին (Գոլիցինի շերտ) 400-900*կմ* կազմում են վերին պատյանը: Կան բազմաթիվ փաստեր վերին պատյանի նռնաքարային պերիդոտիտից բաղկացած լինելու մասին: B գոտում տեղադրված է ալիքատարը կամ աստենոսֆերան: Օվկիանոսների տակ այն գտնվում է 50-400*կմ* խորությունների, մայրցամաքներում՝ 100-200 *կմ* խորությունների վրա: Պատյանի նյութը հալչում է ներքևից վերև տաքացման կարգով ու կատարվել է դժվարահալ ու դյուրահալ բաժանմամբ: Հալոցքը դառնում է անկայուն, սկսվում է կոնվենկցիոն ավելի դյուրահալ, հեշտ ցնդող բաղադ-

րամասների դեպի վեր տեղաշարժով (Si, Al, K, Ca, U, Th և այլն), որոնք հալեցնում են աստենոսֆերայի առաստաղի ապարները: Ավելի դժվարահալ բաղադրամասերը (Fe, Ni, Cr, Co, Mg և այլն) նստում են գոտու ստորին մասերում ու բյուրեղանում ըստ սառեցման. վարկածի հեղինակը կտրականապես հերքում է մայրցամաքների հորիզոնական տեղաշարժերի հնարավորությունը:

Ըստ Վ. Վ. Բելոուսովի, Յու. Մ. Շեյնմանի և այլոց երկրակեղևը առաջացել է վերին պատյանի հալման հաշվին և երկար ժամանակ հանդիսացել է ցամաքային տիպի: Այս պատկերացումներով մինչև պալեոզոյի վերջը օվկիանոս չի եղել: նրանց տեղում եղել են ծանծաղ ծովային ավազաններ, որոնց հետևանքով առաջացել են ծանծաղ ջրային միջավայրին բնորոշ նստվածքային ապարներ:

Սկսած մեզոզոյան էրայից մայրցամաքային տիպի երկրակեղևի վերամշակումից օվկիանոսային տիպի կեղևի առաջացմամբ ձևավորվում են օվկիանոսները, այսինքն տեղի է ունեցել օվկիանոսացման պրոցես՝ օվկիանոսների տարածքների աճումը մայրցամաքների հաշվին: Այստեղից էլ՝ օվկիանոսները համեմատաբար երիտասարդ առաջացումներ են:

Ըստ Վ. Ա. Մագնիցկու և այլոց օվկիանոսային տիպի երկրակեղևը առաջնային առաջացման է և ընհակառակը՝ մայրցամաքային տիպի երկրակեղևն է առաջացել օվկիանոսային երկրակեղևից: Ըստ այս վարկածի մայրցամաքներն աճում են օվկիանոսների հաշվին:

Այստեղից հետևում է, որ տեկտոգենեզի բարդ պրոցեսները և երկրակեղևի զարգացման օրինաչափությունները ըստ վարկածների մոտեցումների խիստ տարբեր են: Նույնիսկ այնպիսի գլոբալ հարցեր ինչպիսին օվկիանոսների, նրանց կամ մայրցամաքների երկրակեղևների տիպերի մասին խիստ տարբեր են ու հակասական: Շատ վարկածներ պարունակում են իրենց մեջ բազմաթիվ ռացիոնալ դրույթներ, սակայն չեն կարողանում բացատրել երկրակեղևի առաջացման ու զարգացման ամբողջ բարդությունը: Դրա պատճառն ամենայն հավանականությամբ երկրակեղևի ստորին շերտերի և վերին մանթիայի ապարների մասին անբավարար գիտելիքներն են: Սակայն մանթիայի նյութի դիֆերենցման մասին պատկերացումները որպես խորքային պրոցեսների գլխավոր գործոնի, որն առաջացնում է տեկտոնական շարժումներ և մագմատիզմ (Վ. Վ. Բելոուսով, Ա. Պ. Վինոգրադով, Վ. Ա Մագնիցկի և այլոք) առավել հավաստի են:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Հիմնական

1. ***Батюшкова И. В.*** Внутреннее строение Земли (эволюция представлений). Ин-т истории естествознания и техники. – М.: Наука, 1966.
2. ***Бетехтин А. Г.*** Курс минералогии. – М.: Госгеолиздат, 1951
3. ***Богословский В. В.*** Озероведение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960.
4. ***Бондарев В. П.*** Минералогия с начальными сведениями по кристаллографии. – М.: Высш. шк., 1978.
5. ***Брэдшоу М. Дж.*** Современная геология. – Л.: Недра, 1977.
6. ***Виленский Д. Г.*** Почвоведение. -- М.: Учпедиздат, 1954.
7. ***Влодавец В. И.*** Вулканы Земли. – М.: Наука, 1973.
8. ***Войлошников В. Д.*** Геология. Методы реконструкции прошлого Земли. Геологическая история Земли. – М.: Просвещение, 1979.
9. ***Гвоздецкий Н. А.*** Проблемы изучения карста и практика. – М.: Мысль. 1972.
10. **Геологический словарь.** Изд. 2-е. Т. 1-2. – М.: Недра, 1978.
11. ***Гир Дж., Шах Х.*** Зыбкая твердь. – М.: Мир, 1988.
12. ***Горбачёв А. М.*** Общая геология. Изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 1981.
13. ***Горшков Г. П., Якушова А. Ф.*** Общая геология. – М. Изд-во Моск. ун-та, 1973.
14. ***Гурский Б. И., Гурский Г. В.*** Общая геология. – Минск: Высш. шк., 1976.
15. ***Гутенберг Б., Рихтер К.*** Сейсмичность Земли. – М.: ГИИЛ, 1948.
16. ***Добровольский В. В.*** Минералогия с элементами петрографии. - М.. Просвещение, 1971.
17. ***Добровольский В. В., Якушова А. Ф.*** Геология. – М.. Просвещение, 1979.
18. ***Иванова М. Ф.*** Общая геология с основами исторической геологии. Изд. 4-е. – М.: Высш. шк., 1980.
19. ***Конюхов А. И.*** Геология океана. Загадки, гипотезы. открытия. М.: Недра, 1989.
20. ***Пейве А. В.*** Океаническая кора геологического прошлого. – Геотектоника, 1969, № 4.
21. ***Петров М. В.*** Пустыни земного шара. – Л.: Наука, 1973.
22. ***Саваренский Е. Ф.*** Землетрясения с глубокими очагами. – Тр. Сейсмологич. ин-та, № 96, 1940. – М.: Изд-во АН СССР.
23. ***Семёненко Н. П.*** Континентальная кора. – Киев: Наукова думка, 1975.
24. ***Судовиков Н. Г.*** Региональный метаморфизм и некоторые проблемы петрологии.– Л.: Изд-во ЛГУ, 1964.
25. ***Ферхуген Дж. и др.*** Земля. Введение в общую геологию. -- М.: Мир, 1974.
26. ***Фурмарье П.*** Проблема дрейфа континентов. – М.: Мир, 1971.
27. ***Хаин В. Е.*** Общая геотектоника. – М.: Наука, 1973.
28. ***Шанцер Е. В.*** Очерки-учение о генетических типах континентальных осадочных образований. – М.. Наука. 1966.
29. ***Шебалин Н. В.*** Сейсмология – наука о землетрясениях. – М.: Знание, 1974.
30. ***Шепард Ф. П.*** Морская геология. Изд. 3-е. – М.. Недра, 1976.
31. ***Якушова А. Ф.*** Карст и его практическое значение. – М.: Недра, 1976.
32. ***Якушова А. Ф.*** Динамическая геология. - М.: Просвещение, 1970.
33. ***Якушова А. Ф.*** Геология с элементами геоморфологии. – М.: Изд-во Моск ун-та, 1978.

Օժանդակ

1. *Բալասանյան Ս. Խ.*, Հանքաբանություն: – Եր., ԵՊՀ-ի հրատ., 1981:
2. *Վարդապետյան Բ. Ս.*, Օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնում և հետախուզություն: – Եր., ԵՊՀ-ի հրատ., 1987:
3. *Բոլարյան Ա. Ե.*, Ինչպես են առաջացել Հայկական ԼՍՀ միներալային հանքավայրերը: – Եր., Հայկական ՍՍՀՄ ԳԱ հրատ., 1977:
4. *Մաթեսյան Է. Գ.*, Հայաստանը հանգած հրաբուխների երկիր: – Եր., 1970:
5. *Թադևոսյան Թ. Ե.*, Հրային ապարների պետրոգրաֆիա: – Եր., ԵՊՀ-ի հրատ., 1971:
6. *Սարգսյան Հ. Հ.*, Երկրաբանական տերմինների բաց-հայերեն բառարան. – Եր., ԵՊՀ-ի հրատ., 1984.
7. *Батышкова И. В.* История проблемы происхождения материков и океанов. – М.. Наука, 1975.
8. *Белоусов В. В.* Основы геотектоники. – М.: Недра, 1975.
9. *Короткевич Г. В.* Соляной карст. – Л.: Недра, 1970.
10. *Костов И.* Минералогия. Пер. с англ. / Под ред. канд. В. И. Смирнова. М.. Мир, 1971.
11. *Кэлдер Н.* Беспокойная Земля. – М.: Мир, 1975.
12. *Лазаренко Е. К.* Курс минералогии. Изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 1971
13. *Ланге П. К.* Гидрогеология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969.
14. *Леонтьев О. К., Сафьянов Г. А.* Каньоны под морем. – М.: Мысль, 1971.
15. *Магницкий В. А.* Внутреннее строение и физика Земли. – М.. Недра, 1965.
16. Новая глобальная тектоника (тектоника плит). Пер. с англ / Под ред Л. П. Зоненшайна и А. А. Ковалёва. – М.: Мир, 1974.
17. Основы гидрологии суши. Реки, озёра, водохранилища. Минск, 1974.
18. *Павлинов В. Н. и др.* Пособие к лабораторным занятиям по курсу общей геологии. – М.; Недра, 1974.
19. *Петров В. П.* Магма и генезис магматических горных пород. М. Недра, 1972.
20. *Соколов Д. С.* Основные условия развития карста. – М.: Госэнергоиздат, 1962.
21. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. / А. П. Соловов, А. Я. Архипов, В. А. Бутров и др. – М.. Недра, 1990, 335 с.
22. Спутник полевого геолога-нефтяника. Изд. 2-е. Т. 1-2 / Под общ. ред Н. Б. Вассоевича. – Л., 1954.
23. *Федорович Б. А.* Лик пустыни. – М.: Молодая гвардия, 1954.
24. *Ферсман А. Е.* Занимательная минералогия. – М.: Гос. изд-во детской лит., 1953.

ՀԱՎԵԼՎԱԾ

Աղյուսակ 1. Ազիմուտներ և ռումբեր
(Спутник полевого геолога-нефтяника, 1954)

Լրիվ անվանումը	Կրճատ անվանումը	Միջազգային նշանակումը	Միջազգային անվանումը	Ազիմուտներ
Հյուսիսային	Հս.	N	Նորդ	0 կամ 360°
Հյուսիս-հյուսիս-արևելյան	Հս. հս.-արլ.	NNE	Նորդ-նորդ-օստ	1-29°
Հյուսիս-արևելյան	Հս.-արլ.	NE	Նորդ-օստ	30-59°
Արևելյան-հյուսիս-արևելյան	Արլ.-հս -արլ.	ENE	Օստ-նորդ-օստ	60-89°
Արևելյան	Արլ.	E	Օստ	90°
Արևելյան-հարավ-արևելյան	Արլ.-հվ.-արլ.	ESE	Օստ-զյույդ-օստ	90-119°
Հարավ-Արևելյան	Հվ.-արլ.	SE	Զյույդ-օստ	120-149°
Հարավ-հարավ-արևելյան	Հվ.-հվ.-արլ.	SSE	Զյույդ-զյույդ-օստ	150-179°
Հարավային	Հվ.	S	Զյույդ	180°
Հարավ-հարավ-արևմտյան	Հվ.-հվ.-արմ,	SSW	Զյույդ-զյույդ-վեստ	181-209°
Հարավ-արևմտյան	Հվ.-արմ.	SW	Զյույդ-վեստ	210-239°
Արևմուտք-հարավ-արևմուտք	Արմ.-հվ.-արմ.	WSW	Վեստ-զյույդ-վեստ	240-269°
Արևմտյան	Արմ.	W	Վեստ	270°
Արևմուտք-հյուսիս-արևմուտք	Արմ.-հս.-արմ.	WNW	Վեստ-նորդ-վեստ	271-299°
Հյուսիս-արևմտյան	Հս.-արմ.	NW	Նորդ-վեստ	300-329°
Հյուսիս-հյուսիս-արևմտյան	Հս.-հս.-արմ.	NNW	Նորդ-նորդ-վեստ	330-359°

Աղյուսակ 2. Զրոյական միջօրեականների միջև տարբերությունները
(Спутник полевого геолога-нефтяника, 1954)

	Ֆերրո	Գրինվիչ	Փարիզ	Պուլկովո
Ֆերրո	0	+17°39'46"	+20°	+47°59'25"
Գրինվիչ	-17°39'46"	0	+2°20'14"	+30°19'39"
Փարիզ	-20°	-2°20'14"	0	+27°59'25"
Պուլկովո	-47°59'25"	-30°19'39"	-27°59'25"	0

Աղյուսակ 3. Օվկիանոսներ (БЭС, т. 17, 1953)

Անվանումները	Մակերեսը, մլն. $կմ^2$	Առավելագույն խորությունը, *մ*
Խաղաղ	179,679	11022
Ատլանտյան	93,363	9219
Հնդկական	74,917	7450
Հյուսիսային Սառուցյալ	13,100	4975
Ընդամենը	361,000	

Աղյուսակ 4 Երկրագնդի մասին կարևորագույն տեղեկություններ
(Спутник полевого геолога-нефтяника, 1954)

	Միջազգային ֆերոիդ	Բեսելի ֆերոիդ
Մակերեսը	510100914 կմ^2	509950714 կմ^2
Երկրագնդի ծավալը	1083319,7•10^6 մ^3	1082841,3•10^6 մ^3
Միջօրեականի 1/4 երկարությունը	10002288 մ	10000856 մ
Հասարակածի շրջագծի 1/4 երկարությունը	10019148 մ	10017592 մ
0^0 լայնությունում 1^0 միջօրեականի երկարությունը	110575 մ	110564 մ
45^0 լայնությունում 1^0 միջօրեականի երկարությունը	111135 մ	111119 մ
90^0 լայնությունում 1^0 միջօրեականի երկարությունը	111700 մ	111680 մ

Մեծ շառավիղ (R հասարակած) ... 6378,388 կմ
Փոքր շառավիղ (R միջօրեական) ... 6356,911 կմ
Սեղմումը ... 1 : 297
Խտությունը ... 5,52

Լատինական և հունական այբուբենները
(Спутник полевого геолога-нефтяника, 1954)

Լատինական տառեր

Տպագիր տառեր	Տառի անվանումը	Տպագիր տառեր	Տառի անվանումը
A a	ա	N n	էն
B b	բե	O o	օ
C c	ցե	P p	պե
D d	դե	Q q	քյու
E e	ե, է	R r	էր
F f	էֆ	S s	էս
G g	գե, ջե	T t	տե
H h	խա (հա)	U u	ու
I i	ի	V v	վե
J j	յոտ (ժի)	W w	դուբլ վե
K k	կա	X x	իքս
L l	էլ	Y y	իգրեկ
M m	էմ	Z z	զետ (զեդ)

Հունական տառեր

Տպագիր տառեր	Տառի անվանումը	Տպագիր տառեր	Տառի անվանումը
Α α	ալֆա	Ν ν	նի, նյու
Β β	բետա	Ξ ξ	քսի
Γ γ	գամա	Ο ο	օմիկրոն
Δ δ	դելտա	Π π	պի
Ε ε	էպսիլոն	Ρ ρ	պո
Ζ ζ	զետա	Σ σ	սիգմա
Η η	էտա	Τ τ	տաու
Θ θ	տետա	Υ υ	իպսիլոն
Ι ι	յոտա	Φ φ	ֆի
Κ κ	կապա	Χ χ	խի
Λ λ	լամբդա	Ψ ψ	փսի
Μ μ	մի	Ω ω	օմեգա

Քիմիական տարրերի Դ. Ի. Մենդելեևի

Պերիոդներ	ՏԱՐՐԵՐԻ ԽՄԲԵՐԸ				
	I	II	III	IV	V
I	H 1 1,00795 Ջրածին				
II	Li 3 6,9412 Լիթիում	Be 4 9,01218 Բերիլիում	B 5 10,812 Բոր	C 6 12,0108 Ածխածին	N 7 14,0067 Ազոտ
III	Na 11 22,98977 Նատրիում	Mg 12 24,305 Մագնեզիում	Al 13 26,98154 Ալյումին	Si 14 28,086 Սիլիցիում	P 15 30,97376 Ֆոսֆոր
IV	K 19 39,0983 Կալիում	Ca 20 40,08 Կալցիում	Sc 21 44,9559 Սկանդիում	Ti 22 47,90 Տիտան	V 23 50,9415 Վանադիում
	Cu 29 63,546 Պղինձ	Zn 30 65,38 Ցինկ	Ga 31 69,72 Գալիում	Ge 32 72,59 Գերմանիում	As 33 74,9216 Մկնդեղ
V	Rb 37 85,4678 Ռուբիդիում	Sr 38 87,62 Ստրոնցիում	Y 39 88,9059 Իտրիում	Zr 40 91,22 Ցիրկոնիում	Nb 41 92,9064 Նիոբիում
	Ag 47 107,868 Արծաթ	Cd 48 112,41 Կադմիում	In 49 114,82 Ինդիում	Sn 50 118,69 Անագ	Sb 51 121,75 Ծարիր
VI	Cs 55 132,9054 Ցեզիում	Ba 56 137,33 Բարիում	La 57 138,9 Լանթան	Hf 72 178,49 Հաֆնիում	Ta 73 180,9479 Տանտալ
	Au 79 196,9665 Ոսկի	Hg 80 200,59 Սնդիկ	Tl 81 204,37 Թալիում	Pb 82 207,2 Կապար	Bi 83 208,9 Բիսմուտ
VII	Fr 87 223 Ֆրանսիում	Ra 88 226,0 Ռադիում	Ac 89 227 Ակտինիում	Rf 104 261 Ռեզերֆորդիում	Db 105 262 Դուբնիում
	Rg 111 272 Ռենտգենիում	112 285		114 289	

ԼԱՆՏԱՆՈԻԴՆԵՐ

Ce 58 140,1 Ցերիում	Pr 59 140,9 Պրազեոդիմ	Nd 60 144,2 Նեոդիմ	Pm 61 145 Պրոմեթիում	Sm 62 150,4 Սամարիում	Eu 63 151,9 Եվրոպիում	Gd 64 157,3 Գադոլինիում

ԱԿՏԻՆՈԻԴՆԵՐ

Th 90 232,0 Թորիում	Pa 91 231,0 Պրոտակտինիում	U 92 238,0 Ուրան	Np 93 237 Նեպտունիում	Pu 94 244 Պլուտոնիում	Am 95 243 Ամերիցիում	Cm 96 247 Կյուրիում

պ ա ր բ ե ր ա կ ա ն   ա ղ յ ո ւ ս ա կ ը

Պերիոդներ	ՏԱՐՐԵՐԻ ԽՄԲԵՐԸ				
	VI	VII	VIII		
I			2 He 4,002602 Հելիում		
II	O 8 15,9994 Թթվածին	F 9 18,99840 Ֆտոր	10 Ne 20,179 Նեոն		
III	S 16 32,06 Ծծումբ	Cl 17 35,453 Քլոր	18 Ar 39,948 Արգոն		
IV	Cr 24 51,996 Քրոմ	Mn 25 54,9380 Մանգան	Fe 26 55,847 Երկաթ	Co 27 58,9332 Կոբալտ	Ni 28 58,70 Նիկել
	Se 34 78,96 Սելեն	Br 35 79,904 Բրոմ	36 Kr 83,80 Կրիպտոն		
V	Mo 42 95,94 Մոլիբդեն	Tc 43 98,9062 Տեխնեցիում	Ru 44 101,07 Ռութենիում	Rh 45 102,9055 Ռոդիում	Pd 46 106,4 Պալադիում
	Te 52 127,60 Թելուր	I 53 126,9045 Յոդ	54 Xe 131,30 Քսենոն		
VI	W 74 183,85 Վոլֆրամ	Re 75 186,207 Ռենիում	Os 76 190,2 Օսմիում	Ir 77 192,22 Իրիդիում	Pt 78 195,09 Պլատին
	Po 84 209 Պոլոնիում	At 85 210 Աստատ	86 Rn 222 Ռադոն		
VII	Sg 106 266 Սիբորգիում	Bh 107 269 Բորիում	Hs 108 269 Հասիում	Mt 109 268 Մայտներիում	Ds 110 271 Դարմշտատիում

ԼԱՆԹԱՆՈԻԴՆԵՐ

Tb 65 158,9 Տերբիում	Dy 66 162,5 Դիսպրոզի-ում	Ho 67 164,9 Հոլմիում	Er 68 167,3 Էրբիում	Tm 69 168,9 Թուլիում	Yb 70 173,0 Իտերբիում	Lu 71 174,9 Լուտեցիում

ԱԿՏԻՆՈԻԴՆԵՐ

Bk 97 247 Բերկլիում	Cf 98 251 Կալիֆոռ-նիում	Es 99 252 Էյնշտեյնի-ում	Fm 100 257 Ֆերմիում	Md 101 258 Մենդելեվի-ում	No 102 259 Նոբելիում	Lr 103 262 Լոուրենսի-ում

Աղյուսակ 5. Աղերի, թթուների և հիմքերի լուծելիությունը ջրում

Անիոններ	Կատիոններ														
	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Ag^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Pb^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
OH^-		Լ	Լ	Լ	-	Լ	Թ	Թ	Չ	Չ	-	Չ	Չ	Չ	Չ
NO_3^-	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ
Cl^-	Լ	Լ	Լ	Լ	Չ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Թ	Լ	Լ	Լ
S^{2-}	Լ	Լ	Լ	Լ	Չ	Լ	–	-	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	–
SO_3^{2-}	Լ	Լ	Լ	Լ	Թ	Թ	Թ	Լ	Թ	-	-	Չ	Թ		–
SO_4^{2-}	Լ	Լ	Լ	Լ	Թ	Չ	Թ	Լ	Լ	Լ	-	Թ	Լ	Լ	Լ
CO_3^{2-}	Լ	Լ	Լ	Լ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ		Չ	Չ	Չ	-	
SiO_3^{2-}	Չ	–	Լ	Լ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	-	-	Չ	Չ		–
PO_4^{3-}	Լ	Լ	Լ	Լ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ	Չ
CH_3COO^-	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ	Լ

Լ - լուծվող (>1*գ*-ը՝ 100գ ջրում), Թ թույլ լուծվող (0,001-1*գ*-ը՝ 100գ ջրում),
Հ - չլուծվող (< 0,001*գ*-ը՝ 100գ ջրում), "–" - ջրով քայքայվում է, կամ գոյություն չունի

Աղյուսակ 6. Աշխարհում սառցադաշտերի զբաղեցրած մակերեսները
(Спутник полевого геолога-нефтяника, 1954)

Երջանը	Սառցադաշտի մակերեսը, կմ²	Երջանը	Սառցադաշտի մակերեսը, կմ²
Արկտիկա			
Գրենլանդիա	1 802 600	Տյան-Շան և Պամիր	20 375
Կանադական արշիպելագ	155 000	Հինդիկուշ, Կարակորում և Հիմալայներ	57 285
Շպիցբերգեն	58 000	Տիբեթ	32 150
Յան-Մայեն	117		
Իսլանդիա	11 785		
Նոր Երկիր	23 900	Հյուսիսային Ամերիկա	113 967
Ֆրանց Իոսիֆի երկիր	14 360	Ալյասկա	52 000
Հյուսիսային երկիր	16 908	Մայրցամաքային Կանադա	15 000
Արկտիկայի այլ կղզիներ	768	ԱՄՆ և Մեքսիկա	661
	2 083 438		67 661
Եվրոպա		Հարավային Ամերիկա	25 000
Պիրենեյներ	30	Աֆրիկա	23
Ալպեր	3 600		
Սկանդինավիա	5 000	Օվկիանիա	
Այրլ	25	Նոր Գվինեա	15
	8 655	Նոր Զելանդիա	1 000
Ասիա			1 015
Կովկաս	1 800	Անտարկտիդա	
Սիբիր	477	Անտարկտիդա	13 200 000
Կամչատկա	866	Կղզիներ	4 000
Ալթայ և Սայաններ	914		13 204 000
Իրան և Փոքր Ասիա	100	Ընդամենը	15 503 759

Աղյուսակ 7. Երկրաքիմիական կազմն ու կառուցվածքը

| | | |

Աղյուսակ 8. Քիմիական տարրերի միջին պարունակությունները լիթոսֆերայում և այն կազմող ապարներում, կշռային %-ով
(Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых, 1990)

Առաջին հաստատը	Տարրերը	Սպրցանարային լիթոսֆերա (առանձ ցատկանծք. ծածկոցի)	Գրանիտային շարքեր	Գրանիտներ	Գրանոդիորիտներ	Միջին ապարներ	Հիմքային ապարներ	Ուլտրահիմքեր	Թեթևքարեր	Կավակրային սիլիցիումային կարմրագույն	Կարբոնատային ապարներ
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	H	0,10	0,10	0,06	0,09	0,11	0,12		0,4	0,25	0,09
2	He	$6 \cdot 10^{-7}$ *սմ*^{3} 1*գ* ապարում									
3	Li	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10$
4	Be	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$0,n \cdot 10^{-4}$	
5	B	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
6	C	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$				$2 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	1,2	1,3	11
7	N	$2 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$		$3,5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$54,5 \cdot 10^{-4}$	$13,5 \cdot 10^{-4}$	$0,7 \cdot 10$
8	O	4,6	48,1		48	47	44,5	43,7	49	51,2	49,2
9	F	$6 \cdot 10^{-2}$	$7,2 \cdot 10^{-2}$	$8,3 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10$
10	Ne	$7,7 \cdot 10^{-8}$ *սմ*^{3} 1*գ* ապարում									
11	Na	2,3	2,2	2,66	2,78	2,6	1,9	0,18	0,98	0,92	0,25
12	Mg	2,4	1,2	0,33	1,1	2,2	4,5	20,5	1,5	0,73	4,6
13	Al	8,1	8	7,4	8,6	8,9	8,5	2,4	8,65	2,9	0,96
14	Si	27,7	30,9	34	30,5	27,5	23	20	27,5	34,7	3,4
15	P	0,1	0,08	0,06	0,11	0,15		0,05	0,07	0,04	0,05
16	S	0,03	0,04				0,03	0,01	0,24	0,02	0,12
17	Cl	$1 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$0,6 \cdot 10^{-1}$	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$0,1 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10$
18	Ar	$2,2 \cdot 10^{-5}$ *սմ*^{3} 1*գ* ապարում									
19	K	1,8	2,7	3,5	2,52	1,5	0,7	0,05	2,7	1,32	0,28
20	Ca	4,3	2,5	1,12	2,4	4,6	7,3	3,4	2	2,67	32,5
21	Sc	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	
22	Ti	0,6	0,33	0,17	0,38	0,6	0,8	0,35	0,38	0,3	0,12
23	V	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	
24	Cr	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$0,34 \cdot 10^{-2}$	$0,1 \cdot 10^{-2}$	$0,22 \cdot 10^{-2}$	$0,55 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$16 \cdot 10^{-4}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-2}$	$0,11 \cdot 10$
25	Mn	0,09	0,07	0,04	0,07	0,12		0,1	0,08	0,04	
26	Fe	5,7	3,6	1,83	3,3	5,5	8,4	8,7	4,8	2,8	0,86
27	Cu	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$48 \cdot 10^{-4}$	$150 \cdot 10^{-4}$	$19 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$0,1 \cdot 10$
28	Ni	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$0,45 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	$200 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	
29	Cu	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10$
30	Zn	$8,7 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$10,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
31	Ga	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$		$1,7 \cdot 10^{-4}$		$0,15 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10$
32	Ge	$1,3 \cdot 10^{-4}$						$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-4}$
33	As	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$		$1 \cdot 10^{-4}$	$13 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	
34	Se	$1 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$				$1,3 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	$0,8 \cdot 10$
35	Br	$2 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10$
36	Kr	$4,2 \cdot 10^{-9}$ *սմ*^{3} 1*գ* ապարում									
37	Rb	$9 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-3}$	$21 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10$
38	Sr	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$0,1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$0,2 \cdot 10^{-2}$	$6,1 \cdot 10$
39	Y	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$
40	Zr	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$0,45 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$0,2 \cdot 10$
41	Nb	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$		$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10$

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
42	Mo	$1,3\cdot10^{-4}$			$1,2\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-4}$	$1,5\cdot10^{-4}$	$0,3\cdot10^{-3}$	$2,6\cdot10^{-4}$	$0,2\cdot10^{-4}$	$0,4\cdot10^{-4}$
43	Te										
44	Ru										
45	Rh										
46	Pd	$n\cdot10^{-7}$		$n\cdot10^{-8}$		$n\cdot10^{-7}$	$2\cdot10^{-7}$	$5\cdot10^{-7}$	տվյալներ չկան		
47	Ag	$9\cdot10^{-6}$	$4,8\cdot10^{-6}$	$3,7\cdot10^{-6}$	$5,1\cdot10^{-6}$	$7\cdot10^{-6}$	$11\cdot10^{-6}$	$6\cdot10^{-6}$	$7\cdot10^{-6}$	$n\cdot10^{-6}$	
48	Cd	$1,9\cdot10^{-5}$	$1,5\cdot10^{-5}$	$1,3\cdot10^{-5}$	$1,6\cdot10^{-5}$	$1,8\cdot10^{-6}$	$2,2\cdot10^{-5}$	$0,1\cdot10^{-5}$	$3\cdot10^{-5}$	$0,n\cdot10^{-5}$	$0,4\cdot10^{-5}$
49	In	$2,3\cdot10^{-5}$	$2,5\cdot10^{-5}$	$2,6\cdot10^{-5}$	$2,4\cdot10^{-5}$	$2,2\cdot10^{-5}$		$0,1\cdot10^{-5}$	$1\cdot10^{-6}$	$0,n\cdot10^{-5}$	
50	Sn	$1,9\cdot10^{-4}$	$2,7\cdot10^{-4}$	$3\cdot10^{-4}$	$2,5\cdot10^{-4}$	$2,6\cdot10^{-4}$	$1,5\cdot10^{-4}$	$0,5\cdot10^{-4}$	$6\cdot10^{-4}$	$0,n\cdot10^{-4}$	
51	Sb	$2\cdot10^{-4}$						$1\cdot10^{-4}$	$15\cdot10^{-5}$	$n\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-5}$
52	Te	$1\cdot10^{-7}$						$0,n\cdot10^{-7}$	$10\cdot10^{-7}$	տվյալներ չկան	
53	I	$5\cdot10^{-5}$		$5\cdot10^{-5}$					$2,2\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$
54	Xe	$3,4\cdot10^{10}$ *ատ* $1q$ *ապարում*									
55	Cs	$2\cdot10^{-4}$	$3,8\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-4}$	$1,5\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	
56	Ba	$4,5\cdot10^{-2}$	$6,8\cdot10^{-2}$	$8,4\cdot10^{-2}$	$4,5\cdot10^{-2}$	$3,8\cdot10^{-2}$	$3,3\cdot10^{-2}$	$0,4\cdot10^{-4}$	$5,8\cdot10^{-2}$	$n\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$
57	La	$2,5\cdot10^{-3}$	$4,6\cdot10^{-3}$	$5,5\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$1,5\cdot10^{-3}$	$n\cdot10^{-5}$	$9,2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$n\cdot10^{-4}$
58	Ce	$6\cdot10^{-3}$	$8,3\cdot10^{-3}$	$9,2\cdot10^{-3}$	$8\cdot10^{-3}$	$6,5\cdot10^{-3}$	$4,8\cdot10^{-3}$	$n\cdot10^{-5}$	$5,9\cdot10^{-3}$	$9,2\cdot10^{-3}$	$1,2\cdot10^{-3}$
59	Pr	$5,7\cdot10^{-4}$	$7,9\cdot10^{-4}$	$8,8\cdot10^{-4}$	$7,5\cdot10^{-4}$	$6,2\cdot10^{-4}$	$4,6\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$5,6\cdot10^{-4}$	$8,8\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-4}$
60	Nd	$2,4\cdot10^{-3}$	$3,3\cdot10^{-3}$	$3,8\cdot10^{-3}$	$3,2\cdot10^{-3}$	$2,7\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$n\cdot10^{-5}$	$2,4\cdot10^{-3}$	$3,7\cdot10^{-3}$	$4,7\cdot10^{-3}$
61	Pm	–									
62	Sm	$6,5\cdot10^{-4}$	$9\cdot10^{-4}$	$10\cdot10^{-4}$	$8,5\cdot10^{-4}$	$7,5\cdot10^{-4}$	$5,3\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$6,4\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-3}$	$1,3\cdot10^{-4}$
63	Eu	$1\cdot10^{-4}$	$1,4\cdot10^{-4}$	$1,6\cdot10^{-4}$	$1,4\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$0,8\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$1\cdot10^{-4}$	$1,6\cdot10^{-4}$	$0,2\cdot10^{-4}$
64	Gd	$6,5\cdot10^{-4}$	$9\cdot10^{-3}$	$10\cdot10^{-4}$	$8,5\cdot10^{-4}$	$7,5\cdot10^{-4}$	$5,3\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$6,4\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-3}$	$1,3\cdot10^{-4}$
65	Tb	$1\cdot10^{-4}$	$1,4\cdot10^{-4}$	$1,6\cdot10^{-4}$	$1,4\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$0,8\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$1\cdot10^{-4}$	$1,6\cdot10^{-4}$	$0,2\cdot10^{-4}$
66	Dy	$4,6\cdot10^{-4}$	$6,5\cdot10^{-4}$	$7,2\cdot10^{-4}$	$6,1\cdot10^{-4}$	$5,2\cdot10^{-4}$	$3,8\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$4,6\cdot10^{-4}$	$7,2\cdot10^{-4}$	$0,9\cdot10^{-4}$
67	Ho	$1,3\cdot10^{-4}$	$1,8\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-4}$	$1,8\cdot10^{-4}$	$1,5\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-4}$	$0,3\cdot10^{-4}$
68	Er	$2,6\cdot10^{-4}$	$3,6\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-4}$	$3,2\cdot10^{-4}$	$2,8\cdot10^{-4}$	$2,1\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$2,5\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-4}$	$0,5\cdot10^{-4}$
69	Tm	$0,2\cdot10^{-4}$		$0,3\cdot10^{-4}$		$0,2\cdot10^{-4}$		$n\cdot10^{-6}$	$0,2\cdot10^{-4}$	$0,3\cdot10^{-4}$	$0,4\cdot10^{-4}$
70	Yb	$2,6\cdot10^{-4}$	$3,6\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-4}$	$3,2\cdot10^{-4}$	$2,8\cdot10^{-4}$	$2,1\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$2,6\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-4}$	$0,5\cdot10^{-4}$
71	Lu	$0,8\cdot10^{-4}$	$1,1\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-4}$	$0,8\cdot10^{-4}$	$0,6\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-5}$	$0,7\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$
72	Hf	$2,6\cdot10^{-4}$	$3,5\cdot10^{-4}$	$3,9\cdot10^{-4}$	$3,2\cdot10^{-4}$	$2,8\cdot10^{-4}$	$2,2\cdot10^{-4}$	$0,5\cdot10^{-4}$	$2,8\cdot10^{-4}$	$3,9\cdot10^{-4}$	$0,3\cdot10^{-4}$
73	Ta	$1\cdot10^{-4}$	$2,1\cdot10^{-4}$	$2,5\cdot10^{-4}$	$1,8\cdot10^{-4}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$0,5\cdot10^{-4}$	$0,2\cdot10^{-5}$	$0,8\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-4}$	
74	W	$1,1\cdot10^{-4}$	$1,9\cdot10^{-4}$	$2,2\cdot10^{-4}$	$1,7\cdot10^{-2}$	$1,2\cdot10^{-4}$	$0,7\cdot10^{-4}$	$0,1\cdot10^{-4}$	$1,8\cdot10^{-4}$	$1,6\cdot10^{-4}$	$0,6\cdot10^{-4}$
75	Re	$7\cdot10^{-8}$		$6,7\cdot10^{-8}$	–		$7,1\cdot10^{-8}$	–	տ. չ.	–	
76	Os		տ. չ.								
77	Ir	$2\cdot10^{-8}$	$1,5\cdot10^{-8}$	$1\cdot10^{-8}$	–		$2,2\cdot10^{-8}$	–	տ. չ.	–	
78	Pt		տ. չ.		–		$1\cdot10^{-5}$	$2\cdot10^{-5}$	տ. չ.	–	
79	Au	$1,7\cdot10^{-7}$	$1,2\cdot10^{-7}$	$0,8\cdot10^{-7}$	$1,2\cdot10^{-7}$	$2,8\cdot10^{-7}$	$3,6\cdot10^{-7}$	$6\cdot10^{-7}$	$n\cdot10^{-7}$		
80	Hg	$4,6\cdot10^{-6}$	$6,6\cdot10^{-6}$	$6,7\cdot10^{-6}$		$7,5\cdot10^{-6}$	$6,5\cdot10^{-6}$	$6,4\cdot10^{-6}$	$6,6\cdot10^{-5}$	$7,4\cdot10^{-6}$	$4,6\cdot10^{-5}$
81	Tl	$0,7\cdot10^{-4}$	$1,8\cdot10^{-4}$	$2,3\cdot10^{-4}$	$1,5\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-4}$	$0,2\cdot10^{-4}$	$0,6\cdot10^{-5}$	$1,4\cdot10^{-4}$	$0,8\cdot10^{-4}$	$n\cdot10^{-6}$
82	Pb	$0,9\cdot10^{-3}$	$1,6\cdot10^{-3}$	$1,9\cdot10^{-3}$	$1,5\cdot10^{-3}$	$1,2\cdot10^{-3}$	$0,6\cdot10^{-3}$	$0,1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$0,7\cdot10^{-3}$	$0,9\cdot10^{-3}$
83	Bi	$0,8\cdot10^{-6}$		$1\cdot10^{-6}$		$0,8\cdot10^{-6}$	$0,7\cdot10^{-6}$	$0,1\cdot10^{-6}$	տ. չ.		
84	Po										
85	At										
86	Rn	տ. չ.									
87	Fr	–									
88	Ra	տ. չ.									
89	Ac										
90	Th	$7,8\cdot10^{-4}$	$1,4\cdot10^{-3}$	$1,7\cdot10^{-3}$	$1,2\cdot10^{-3}$	$8,5\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-7}$	$1,2\cdot10^{-3}$	$1,7\cdot10^{-4}$	
91	Pa	-					$1\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-7}$	$3,7\cdot10^{-4}$	$4,5\cdot10^{-5}$	$2,2\cdot10^{-4}$
92	U	$1,5\cdot10^{-4}$	$2,6\cdot10^{-4}$	$3\cdot10^{-4}$	$2,5\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-4}$					

տ. չ. – տվյալները չկան

Աղյուսակ 9. Քիմիական տարրերի միջին պարունակությունները լիթոսֆերայում (կշռային %-ով):
Ըստ Ա. Պ. Վինոգրադովի (1950), որոշ փոփոխություններով

Տարրեր	Քանակությունը, %	Տարրեր	Քանակությունը, %	Տարրեր	Քանակությունը, %
Թթվածին	47,2	Մանգան	0,09	Ազոտ	0,01
Սիլիցիում	27,0	Ֆոսֆոր	0,08	Պղինձ	0,01
Ալյումին	8,4	Բարիում	0,05	Նիկել	0,008
Երկաթ	5,1	Ծծումբ	0,05	Լիթիում	0,006
Կալցիում	3,6	Քլոր	0,05	Ցինկ	0,005
Նատրիում	2,6	Ստրոնցիում	0,04	Անագ	0,004
Կալիում	2,6	Ռուբիդիում	0,031	Կոբալտ	0,003
Մագնեզիում	2,1	Ֆտոր	0,027	Իտրիում	0,002
Տիտան	0,6	Ցիրկոնիում	0,02	Գալիում	0,001
Ջրածին	0,15	Քրոմ	0,02	Նիոբիում	0,001
Ածխածին	0,12	Վանադիում	0,015	Մնացած տարրեր	0,007

Աղյուսակ 10. Որոշ տեղեկություններ երկրաշարժերի մասին
(Гир, Шах, 1988)

Մագնիտուդան ըստ Ռիխտերի	Աշխարհում երկրաշարժերի միջին թիվը 1 տարվա ընթացքում	Կալիֆորնիայում երկրաշարժերի միջին թիվը 100 տարվա ընթացքում	Գրունտի ուժգին ցնցման տևողությունը, *վրկ*	Գրունտի ուժգին ցնցման շրջանի շառավիղը, *կմ*
8.0-8.9	1	1	30-90	80-160
7.0-7.9	15	12	20-50	50-120
6.0-6.9	140	80	10-30	20-80
5.0-5.9	900	400	2-15	5-30
4.0-4.9	8000	2000	0-5	0-15

Աղյուսակ 11. Աշխարհում տեղի ունեցած խոշորագույն երկրաշարժերը
(Гир, Шах, 1988)

Տարեթիվը	Շրջանը	Մագնիտուդան	Զոհերի թիվը	Ծանոթություն
1	2	3	4	5
≈1250թ. ք.ծ.ա.	Սինայ լեռ			Ամբողջ լեռը ուժգին ցնցվում էր, երբ Մովսեսը պատրաստվում էր լսելու 10 պատվիրանները
780թ. ք.ծ.ա.	Չինաստան, Շենսի նահանգ			Բազմաթիվ ավերվածություններ. Միանգամայից արևմուտք
373թ. ք.ծ.ա.	Հունաստան			Ավերվել է Գելիս քաղաքը, որի մեծ մասը սահել է ծովի մեջ
95թ ք.ծ.ա.	Իտալիա, Վեզուվ հրաբուխի մոտակայքում			Երկրաշարժը շարունակվել է 16 տարի և ավարտվել է 79 թ. օգոստոսի 24-ին Վեզուվի ժայթքմամբ, որը թաղել է Պոմպեյը և Հերկուլանիումը

Աղյուսակ 11-ի շարունակություն

1	2	3	4	5
70թ. ք.ծ.ա	Չինաստան, Շանդուն նահանգ		6000	
342թ.	Բյուզանդիա		40000	Ավերվել է Անտիոքը
365թ., հուլիսի 21	Միջերկրական ծովի արևելք		50000	Մեծ ավերվածություններ Կրետե կղզում: Ալեքսանդրիայում ցունամիից զոհվել է 5000 մարդ
551թ., հուլիսի 9	Լիբանան			Ավերվել է Բեյրութը
844թ., սեպտեմբերի 18	Սիրիա		50000	Ավերվել է Դամասկոսը
856թ., դեկտեմբեր	Հյուսիսային Աֆրիկա և Մերձավոր Արևելք		45000	Ավերվել են Թունիսից մինչև Իրան բազմաթիվ քաղաքներ, այդ թվում նաև Դվինը
893թ.	Հնդկաստան		180000	Բազմաթիվ ավերվածություններ
1038թ, հունվարի 9	Չինաստան, Շանսի նահանգ	7.3	32000	Թայյուանից հյուսիս բազմաթիվ ավերվածություններ
1068թ., մարտի 18	Պաղեստին		25000	Ավերվել են բազմաթիվ գյուղեր
1138թ, սեպտեմբերի 8	Սիրիա		100000	Ավերվել է Հալեպը
1202թ., մայիսի 20	Մերձավոր Արևելք		30000	Զգացվել են ցնցումներ 2 մլն. $կմ^2$ վրա: Եգիպտոս, Սիրիա, Փոքր Ասիա, Սիցիլիա, Հայաստան: Հաղորդագրություններում նշված է կամ 1201թ., կամ 1202թ. զոհերի թիվը հաշվարկվել է 1 մլն. մարդ, որը անհավանական է
1293թ., մայիսի 20	Ճապոնիա, Կանագավա մարզ		30000	Մեծ վնասվածքներ Կամակուրայում
1303թ., սեպտեմբերի 17	Չինաստան, Շանսի նահանգ	8.0	15000	Մեծ ավերվածություններ Խունդունում և մերձակայքում
1455թ., դեկտեմբերի 5	Իտալիա		40000	Խիստ ավերվել է Նեապոլը
1531թ., հունվարի 26	Պորտուգալիա, Լիսաբոն		30000	
1556թ., հունվարի 26	Չինաստան, Շենսի նահանգ	8.0	830000	Պատմության մեջ մեծագույն բնական աղետ
1626թ., հուլիսի 30	Իտալիա, Նեապոլ		70000	
1668թ., հուլիսի 25	Չինաստան, Շանդուն նահանգ	8.5	50000	Նահանգում ավերվածություններ մեծ տարածքների վրա
1668թ., հուլիսի 5	Թուրքիա		15000	Ավերվածություններ Էգեյան ծովի ափի երկայնքով
1692թ., հուլիսի 7	Ջամայկա, Պորտ-Ռոյալ		2000	Քաղաքի մեծ մասը ընկղմվել է ծովի մեջ
1693թ., հունվարը 9	Սիցիլիա		60000	Ավերվել է Կատանիան
1695թ., մայիսի 18	Չինաստան, Շանսի նահանգ	8 0	30000	

1	2	3	4	5
1703թ., դեկտեմբերի 30	Ճապոնիա, Տոկիոյի շրջան	8.2	5200	Ցունամի
1715թ.	Ալժիր		20000	Ավերվել է Ալժիր քաղաքը
1727թ., նոյեմբերի 18	Իրան, Թավրիզ		77000	
1730թ., դեկտեմբերի 30	Ճապոնիա, Հոկայդո մարզ		137000	
1737թ., հոկտեմբերի 11	Հնդկաստան, Կալկաթա		30000	
1739 թ., հունվարի 3	Չինաստան, Նինգսիա նահանգ	8.0	50000	
1746թ., հոկտեմբերի 28	Պերու	8 4	5000	Ավերվածություններ Լիմայում, ցունամի
1755թ., նոյեմբերի 1	Պորտուգալիա, Լիսաբոն	8.6	60000	Բոլոր սրբերի օրը. բազմաթիվ զոհեր ավերված եկեղեցիներում և հրդեհների հետևանքով, ինչպես նաև ցունամիով
1757 թ., օգոստոսի 6	Սիցիլիա, Սիրակուզա		10000	
1759թ., հոկտեմբերի 30	Լիբանան, Բաալբեկ		30000	Ավերվել են նշանավոր հռոմեական տաճարներ
1783թ , փետրվարի 5	Իտալիա, Կալաբրիա		50000	Առաջին անգամ փորձ է արվել գիտականորեն հետազոտել երկրաշարժը
1792թ., մայիսի 21	Ճապոնիա, Կյուսյու կղզի		15000	
1797թ., փետրվարի 4	Էկվադոր		41000	Ավերվել է Կիտոն
1811թ., դեկտեմբերի 16	ԱՄՆ, Նյու-Մադրիդ, Միսուրիի նահանգ	7.5		3 խոշոր երկրաշարժերի սերիա, որը բերել է լանդշաֆտների փոփոխության, առաջացել է լիճ, գետերը փոխել են իրենց հունը: Ցնցումները զգացվել են Բոստոնում՝ 1800 *կմ* հեռվում
1812թ., հունվարի 23		7.3		
1812թ., փետրվարի 7		7.8		
1812թ , մարտի 25	Վենեսուելա, Կարակաս		20000	Ավերվել է քաղաքը
1815թ., նոյեմբերի 27	Ինդոնեզիա, Բալի կղզի		10200	
1828 թ., դեկտեմբերի 18	Ճապոնիա, Հոնսյու կղզի	6.9	30000	Ավերվածություններ Էտիգոյի շրջանում
1835թ., փետրվարի 20	Չիլի, Կոնսեպսիոն	8.5		Նկարագրվել է Չ. Դարվինի կողմից: Գրունտի մեծ տեղաշարժեր, ցունամի
1837թ.	Սիրիա և Պաղեստին		5000	Ավերվել են Դամասկոսը և Բեյրութը
1847թ., մայիսի 8	Ճապոնիա, Հոնսյու կղզի	7.4	12000	

Աղյուսակ 11-ի շարունակությունը

1	2	3	4	5
1850թ., սեպտեմբերի 12	Չինաստան, Սիչուան նահանգ	7 5	21000	
1855թ., նոյեմբերի 11	Ճապոնիա, Հոնսյու կղզի	6.9	7000	Մեծ հրդեհ էդո (Տոկիո) քաղաքում
1857թ., հունվարի 9	ԱՄՆ, Ֆորդ-Տեխոն, Կալիֆորնիայի նահանգ	8.3	1	Սան-Անդրեաս խզվածքի երկայնքով 9*մ* տեղաշարժ
1857թ., դեկտեմբերի 16	Իտալիա, Նեապոլ	6.5	12000	
1859թ., հուլիսի 2	Թուրքիա	6.1	15000	
1861թ., մարտի 10	Արգենտինա, Մենդոսա	7.5	8000	Ավերվել է Մենդոսան
1863թ., հուլիսի 2	Ֆիլիպիններ, Մանիլա		10000	
1868թ., օգոստոսի 13	Չիլի և Պերու	8.5	25000	Մեծ ցունամին կործանել է Արիկու քաղաքը
1868թ., օգոստոսի 16	Էկվադոր և Կոլումբիա		70000	
1872թ., մարտի 26	ԱՄՆ, Օուենս-Վալլի, Կալիֆորնիայի նահանգ	8.5	27	ԱՄՆ-ում ամենաուժգին երկրաշարժերից մեկը: Առաջացել է 6*մ* բարձրությամբ ելուստ
1875թ , մայիսի 16	Կոլումբիա		10000	Ավերվել են բազմաթիվ գյուղեր
1883թ., օգոստոսի 27	Ինդոնեզիա, Ճավա կղզի		36000	
1883թ., հոկտեմբերի 15	Հունաստան		15000	
1891թ., հոկտեմբերի 28	Ճապոնիա, Նոբի հարթավայր	7.9	7300	Հայտնի է նաև Մինո-Օվարի երկրաշարժ անունով: Ավերվել են բազմաթիվ շենքեր: Գրունտի մեծ տեղաշարժեր
1893թ., նոյեմբերի 17	Հյուսիսային Իրան, Կուչան		18000	
1896թ., հունիսի 15	Ճապոնիա, Սանրիկու ափի մոտ	7.5	27000	Մեծ ցունամին շարժվել է ափ և ջրածածկել շատ գյուղեր
1897թ., հունիսի 12	Հնդկաստան, Ասսամ	8.7	1500	Առաջացել է 11*մ* բարձրությամբ ելուստ
1905թ., ապրիլի 4	Հնդկաստան, Փենջաբ-Քաշմիրի շրջան	8.6	19000	Վերաբացվել են մեծ ճգվածությամբ խզվածքները: Ավերվածություններ Կանգրեում
1905թ., սեպտեմբերի 8	Իտալիա, Կալաբրիա	7.9	557	
1906թ , հունվարի 31	Էկվադորի ափամերձ գոտի	8 9	1000	Սարքերով գրանցված ամենաուժեղ երկրաշարժերից մեկը. Շարունակվել 3 րոպեից ավելի
1906թ., ապրիլի 18	ԱՄՆ, Սան-Ֆրանցիսկո, Կալիֆորնիայի նահանգ			Սան-Անդրեաս խզվածքը վերաբացվել է 430*կմ* երկարությամբ: Քաղաքը տուժել է հրդեհներից

Աղյուսակ 11-ի շարունակություն

1	2	3	4	5
1906թ., օգոստոսի 16	Չիլի, Վալպարաիսոյի մերձակայք	8.6	1500	Ափագծի փոփոխություններ
1907թ., հունվարի 14	Ջամայկա	6 5	1000	Ավերվել է Կինգստոնը
1907թ., հոկտեմբերի 21	Տաջիկստան	8 1	12000	
1908թ., դեկտեմբերի 28	Իտալիա, Մեսինայի խորշ	7.5	58000	Ավերվել է Մեսինան
1909թ., հունվարի 23	Իրան, Կենտրոնական մասի արևմուտք	7.3	5500	
1915թ., հունվարի 13	Իտալիա, Ավեցցանո	7.5	32600	
1917թ., հունվարի 21	Ինդոնեզիա, Բալի կղզի		15000	
1918թ., փետրվարի 13	Չինաստան, Գուանդուն նահանգ	7.3	10000	
1918թ., հոկտեմբերի 11	Պուերտո-Ռիկոյի արևմուտք	7.5	116	Ցունամին մի քանի մարդու մահվան պատճառ է դարձել
1920թ., հունվարի 3	Մեքսիկա, Վերակրուսից արևմուտք	7.8	648	
1920թ., սեպտեմբերի 7	Իտալիա, Ռեջո-դի-Կալիբրիա		1400	Խոշոր վնասներ
1920թ., դեկտեմբերի 16	Չինաստան, Նինսյա նահանգ	8.6	200000	Բազմաթիվ սողանքներ ծածկել են գյուղեր և քաղաքներ
1923թ., մարտի 24	Չինաստան, Սիչուան նահանգ	7.3	5000	
1923թ., մայիսի 26	Իրանի հյուսիս-արևելք	5.5	2200	
1923թ., սեպտեմբերի 1	Ճապոնիա, Տոկիո	8.3	99300	Հայտնի է որպես Կանտոի երկրաշարժ: Մեծ վնասներ է պատճառել Տոկիոյին և Յոկոհամային՝ հրդեհներով
1927թ., մարտի 7	Ճապոնիա, Տանգո թերակղզի	7 8	3020	Ամբողջովին ավերվել է Միներամա քաղաքը
1927թ., մայիսի 23	Չինաստան, Գանսու նահանգ	8 3	41000	
1929թ., մայիսի 1	Իրանի հյուսիս-արևելք	7.2	5800	
1930թ., մայիսի 7	Իրանի հյուսիս-արևմուտք		2510	
1930թ., հուլիսի 23	Իտալիա, Կամպանիա	6 5	1425	Մեծ վնաս է պատճառվել Արիանո-Իրպինո շրջանին
1931թ., փետրվարի 3	Նոր-Զելանդիա, Խոկ խորշ	7 8	225	Նեյպիրում վնասվել են բազմաթիվ շենքեր

1	2	3	4	5
1933թ., մարտի 3	Ճապոնիա, Սանրիկու ափամերձ շրջանում	8.9	3000	Սարքերով գրացված ամենաուժեղ երկրաշարժերից մեկը
1934թ., հունվարի 15	Հնդկաստան, Բիհար	8.4	10700	Բազմաթիվ տեղերում գրունտի շարժեր
1935թ., ապրիլի 21	Թայվան	7.1	3276	Երկրի մակերևութին երկարաձիգ ճեղքեր
1935թ., հունիսի 1	Պակիստան, Կվետա	7.6	25000	Ավերվել է քաղաքը
1939թ., հունվարի 24	Չիլի, Չիլյան	8.3	28000	Ավերվել է քաղաքը: 100000 մարդ մնացել է առանց տանիքի
1939թ., դեկտեմբերի 27	Թուրքիա. Էրզինջան	8.0	32700	Ավերվել են բազմաթիվ գյուղեր:
1940թ., նոյեմբերի 10	Ռումինիա, Վրանչա շրջան	7.4	1000	Բուխարեստի շենքերը կրել են մեծ վնասներ
1942թ., նոյեմբերի 26	Թուրքիա	7.6	4000	
1943թ., սեպտեմբերի 10	Ճապոնիա, Տոտորի և Օկայամայի մարզ	7.4	1190	Էպիկենտրոնը գտնվել է Տոտորի քաղաքի մոտ
1944թ., հունվարի 15	Արգենտինա, Սան-Խուան	7.8	5000	Քաղաքը կործանվել է
1944թ., դեկտեմբերի 7	Ճապոնիա, Վակայամայի մարզ	8.3	1000	Հայտնի է որպես Տոնանկայի երկրաշարժ: Ցունամի
1945թ., հունվարի 13	Ճապոնիա. Այթի մարզ	7.1	1960	Էպիկենտրոնը Միկավա ծոցում
1945թ., նոյեմբերի 28	Պակիստան, ափամերձ գոտի	8.3	4100	Ցունամի
1946թ., նոյեմբերի 10	Պերու, Անկաշ	7.4	1400	Մեծ սողանքներ
1946թ., դեկտեմբերի 21	Ճապոնիա, Սիկոկու կղզու մոտ	8.4	1360	Հայտնի է Նանկայան երկրաշարժ անունով: Մեծ ցունամի
1948թ , հուլիսի 28	Ճապոնիա, Ֆուկուի մարզ	7.3	5400	Միակ հայտնի դեպքն է, երբ գրունտի ճեղքի մեջ է ընկել և մահացել մարդ
1948թ., հոկտեմբերի 6	Թուրքմենիա		19800	Մեծ ավերվածություններ Աշգաբադում
1949թ., օգոստոսի 5	Էկվադոր. կենտրոն	6.8	6000	Ավերվել են բազմաթիվ գյուղեր
1950թ., օգոստոսի 15	Հնդկաստան, արևելյան Ասսամ	8.7	150	Սողանքներ և ջրհեղեղներ
1952թ., մարտի 4	Ճապոնիա, Հոկայդո կղզի	8.3	31	Հայտնի է որպես Կոկատի-Օկի երկրաշարժ: Ցունամի
1953թ., մարտի 18	Թուրքիա, հյուսիս-արևմուտք	7.5	1100	
1954թ., սեպտեմբերի 9	Ալժիր. Էլ-Ասնամ	6.8	1240	Ավերվել է Էլ-Ասնամը

Աղյուսակ 11-ի շարունակություն

1	2	3	4	5
1957թ., հուլիսի 28	Մեքսիկա, Գերրո նահանգ	7.9	68	Մեխիկո քաղաքում (300*կմ* էպիկենտրոնից հեռու վնասվել են բարձրահարկ շենքերը)
1960թ., փետրվարի 29	Մարոկո, Ագադիր	5.7	12000	Զոհվել է Ագադիրի բնակչության 1/3: Քաղաքը ամբողջովին ավերվել է
1960թ., մայիսի 22	Չիլի, Կոնսեպսիոնի ափամերձ գոտի	8.5	2230	Ցունամիից զոհվել է 61 մարդ Հավայան կղզիներում և 120 մարդ Ճապոնիայում: Չիլիից Ճապոնիա ցունամին 22 ժամում անցել է 18000*կմ*
1962թ., սեպտեմբերի 1	Իրան, Ղազվին	7.3	12200	
1963թ., հուլիսի 26	Հարաալավիա, Սկոպե	6.0	10700	Վնասվել են և քանդվել բազմաթիվ շենքեր
1964թ., մարտի 27	ԱՄՆ, Ալյասկա	8.4	131	Հայտնի է որպես Ահեղ ուրբաթի երկրաշարժ: Ծանր ավերվածություններ Անկորիջում և այլ քաղաքներում
1964թ , հուլիսի 16	Ճապոնիա, Նիիգատա	7.5	26	Ցունամին ջրածածկ է արել ափամերձ գոտին
1967թ., հուլիսի 29	Վենեսուելա, Կարակաս	6.5	266	Վնասվել են բազմաթիվ շենքեր
1967թ., դեկտեմբերի 11	Հնդկաստան, Կոյնա ամբարտակ	6.4	177	Երկրաշարժի պատճառը եղել է ջրամբարի ներմայից շատ ջրով լցվելը
1968թ., հունվարի 14	Իտալիա, Արևմտյան Սիցիլիա	6.1	740	Հունվարի 14-ից մինչև փետրվարի 6-ը տեղի է ունեցել 17 երկրաշարժ 4.1-ից մինչև 6.1 մագնիտուդայով
1968թ., մայիսի 16	Ճապոնիա, Խատինոհե	8.6	48	Հայտնի է որպես Տոկատի-Օկի երկրաշարժ: Ցունամին մեծ վնաս է պատճառել շենքերին և նավահանգստային կառույցներին
1968թ., օգոստոսի 31	Արևելյան Իրան, Խորասան	7.3	12100	60000 մարդ մնացել է առանց տանիքի
1969թ., փետրվարի 23	Ինդոնեզիա, Սուլավեսի կղզի	6.9	600	
1969թ., հուլիսի 26	Չինաստան, Գուանդուն նահանգ	5.9	3000	
1970թ., մարտի 28	Թուրքիա, Գեդիզ	7.3	1100	Ավերվել են բազմաթիվ շենքեր:
1970թ., մայիսի 31	Պերու, Չիմբոտե	7.8	67000	Արևմտյան կիսագնդի խոշորագույն սեյսմիկ աղետներից մեկը: Մոտ 800000 մարդ մնացել է առանց տանիքի: Ուսակարաճ լեռան սողանքի տակ թաղվել է 18000 մարդ
1972թ., ապրիլի 10	Իրան, կենտրոնական մաս	7.1	5400	Ավերվել է Կիր քաղաքը
1972թ., դեկտեմբերի 23	Նիկարագուա, Մանագուա	6.2	5000	Շենքերի զգալի ավերվածություններ

Աղյուսակ 11-ի շարունակություն

1	2	3	4	5
1973թ., օգոստոսի 28	Մեքսիկա, Օախակա նահանգի հյուսիս	7 2	530	Բազմաթիվ շենքերի ավերվածություններ
1974թ., մայիսի 11	Չինաստան, Յուննան նահանգ	7.1	20000	
1974թ., նոկտեմբերի 3	Պերու, Լիմա	7.6	78	Լիմայում ընդհարծակ ավերվածություններ
1974թ., դեկտեմբերի 28	Քաշմիր	6 0	700	Ավերվել են գյուղեր
1975թ., փետրվարի 4	Չինաստան, Լեաոնին և Խայչեն նահանգներ	7.3	1300	Երկրաշարժը կանխագուշակվել է, բնակչությունը էվակուացվել՝ նախորոք
1975թ., սեպտեմբերի 6	Թուրքիա, Լիջե	6.7	2370	Լիջեյում ավերվել են կառույցների 3/4-ը
1976թ., փետրվարի 4	Գվատեմալա	7.5	23000	Կավաշեն ռառույցների ընդհարծակ ավերվածություններ
1976թ , մայիսի 6	Իտալիա, Ֆրիուլի շրջան	6.5	1965	Ընդհարծակ ավերվածություններ
1976թ , հուլիսի 26	Նոր-Գվինեայի արևմուտք	7.1	6000	Ավերվել են գյուղեր. սողանքներ
1976թ., հուլիսի 14	Ինդոնեզիա, Բալի կղզի	6.5	560	
1976թ., հուլիսի 28	Չինաստան, Խեբեյ և Տանշան նահանգներ	7.8	243000	Խոշոր արդյունաբերական կենտրոնը լիովին ավերվել է
1976թ., օգոստոսի 17	Ֆիլիպիններ. Մորո ծոց	8.0	6500	Մեծ վնասներ է պատճառվել կառույցներին
1976թ., նոյեմբերի 24	Արևելյան Թուրքիա	7.3	5000	Մուրադիե և Ջալդիրան քաղաքներում փլուզվել են բազմաթիվ շենքեր
1977թ., մարտի 4	Ռումինիա, Վրանչա շրջան	7.2	1570	Բուխարեստում փլուզվել են շատ շենքեր
1977թ., նոյեմբերի 23	Արգենտինա, Սան-Խուան, Կառուսետե նահանգներ	7.4	70	Ընդհարծակ ավերվածություններ քաղաքում
1978թ., հուլիսի 12	Ճապոնիա, Սենդայ	7.5	27	Ավերվել են ժամանակակից մի քանի շենքեր
1978թ., սեպտեմբերի 16	Իրան, Թեբես	7.7	15000	Թեբեսի 13000 բնակչից զոհվել է 9000
1978թ., նոյեմբերի 29	Մեքսիկա. Օախակա	7.8	8	Վնասվել են բազմաթիվ շենքեր:
1979թ., ապրիլի 15	Հարասլավիա. Չերնոգորիայի հարավ	7.0	156	Էպիկենտրոնը գտնվել է Ադրիատիկի ափամերձ գոտում
1979թ., սեպտեմբերի 12	Նոր-Գվինեայի արևմուտքում	8.1	100	Յապեն կղզու մոտ

1	2	3	4	5
1979թ., դեկտեմբերի 12	Կոլումբիա, հարավ-արևմտյան ափամերձ գոտի	7.9	600	Էպիկենտրոնը գտնվել է ծովում: Մեծ ցունամի
1980թ., հոկտեմբերի 10	Ալժիր, Էլ-Ասնամ	7.3	5000	200000 մարդ մնացել են առանց տանիքի. Բեքվածքի երկայնքով առաջացել են խոշոր ելուստներ
1980թ., նոյեմբերի 23	Հարավային Իտալիա	7.0	3100	Մի քանի ուժգին ցնցումներ Կալաբրիտոյում
1981թ., հուլիսի 11	Իրան, Քերման	6.9	3000	Մեծ վնաս Գոլբաֆում
1981թ., հուլիսի 28		7.3	2500	Ավերվել է Սիրչ քաղաքը
1981թ., սեպտեմբերի 12	Քաշմիր	6.1	212	Վնասվել են շատ շենքեր
1982թ., հուլիսի 7	Մեքսիկա, Գերրերո նահանգ	7.2	9	Այդ օրը տեղի է ունեցել ևս մեկ երկրաշարժ 7.0 մագնիտուդայով:
1982թ., հուլիսի 19	Սալվադոր	7.0	16	Ավերվել են գյուղական բնակավայրեր
1982թ., դեկտեմբերի 13	Եմեն, Սանաից, արևելք	6.0	2800	Ավերվել են բազմաթիվ գյուղեր
1982թ., դեկտեմբերի 16	Աֆղանստան, Քաբուլից հյուսիս	6.8	510	Բագլան նահանգում ընդհարձակ ավերվածություններ
1983թ., մարտի 31	Կոլումբիա	5.5	350	Ընդհարձակ ավերվածություններ Պոպայանում
1983թ., մայիսի 25	Ճապոնիա, Հոնսյու կղզի	7.7	106	Ցունամին 105 մարդու մահվան պատճառ է դարձել
1983թ., հոկտեմբերի 30	Թուրքիա	6.9	2000	Թուրքիայի արևելքում ավերվել են շատ գյուղեր
1983թ., նոյեմբերի 7	Չինաստան, Շանդում նահանգ	5.9	30	
1983թ., դեկտեմբերի 22	Աֆրիկա, Գվինեա	6.3	200	Ավերվել է 16 գյուղ
1984թ., մարտի 19	Ուզբեկստան, Գազլի	7.2	1	Էպիկենտրոնը գտնվել է անապատում:
1985թ., մարտի 3	Չիլի, կենտրոն	7.6	177	Էպիկետրոնը գտնվել է օվկիանոսում: Վնասվել են ճանապարներ, 2500 վիրավորներ, 150000 մարդ արանձ տանիքի
1985թ., ապրիլի 18	Չինաստան, Կունմին	5.9	մի քանի մարդ	
1985թ., սեպտեմբերի 19	Մեքսիկա	8.2	4500	Էպիկենտրոնը գտնվել է Խաղաղ օվկիանոսում
1985թ., հոկտեմբերի 13	Տաջիկստան, Կայրակկում	6.0	մի քանի մարդ	Ավերվել են բնակելի և արդյունաբերական շենքեր

Աղյուսակ 12. Երևանի Մեծ շրջանում գրանցված երկրաշարժերը
(Геология Армении, т "Геофизика", 1968)

Տարեթիվը	Ընակավայր	Ինտենսիվությունը, բալերով	Ծանոթություն
1	2	3	4
851թ., գիշեր 858թ., ձմեռ 863թ., գարուն 869թ. 893թ.	Դվին	7.0	Երկրաշարժը ամենայն հավանականությամբ ունեցել է նույն օջախը
1679թ., հուլիս	Գառնի	8.0	Կրկնվող ցնցումները հուլիսի 12-ին և հոկտեմբերի 8-ին ունեցել են 7.0 բալի կարգի ինտենսիվություն
1840թ., հուլիսի 20	Արարատ (լեռ)		Կրկնվող ցնցումները հուլիսի 24-ին 7.0-8.0 բալ
1827թ., հոկտեմբեր	Ծաղկաձոր	6.0-7.0	6-8 կմ Ծաղկաձորից հս. ինտենսիվությունը մոտ 7.0 բալ
1846թ., հոկտեմբերի 29	Արարատ (լեռ)	6.0	Կրկնվող ցնցումները նոյեմբերի 30-ին 5.0 բալ
1853թ., հունվարի 6	Ծովագյուղ	7.0	Ծովագյուղի մոտ
1869թ., դեկտեմբերի 26, 19^{00}	Ջամիշլու	6.0-7.0	Ապարանից 12*կմ* հս.., Ջամիշլու գյուղի մոտ ինտենսիվությունը 6.0 բալ
1883թ., նոյեմբերի 3	Կարակույունլու	3.0-4.0	40*կմ* Երևանից հր.
1888թ., մայիսի 15, 3^{30}	Երևան	5.0	10-15*կմ* Երևանից հս-արլ.
1901թ., ապրիլի 3, 0^{57}		5.0-6.0	10-15*կմ* Երևանից հր
1904թ., դեկտեմբերի 29	Դավալու	4.0-5.0	5*կմ* Արարատից հր.
1905թ., հունիսի 30	Գավառ	5.0	Գավառ քաղաքի մոտ
1907թ., հոկտեմբերի 2, 21^{--}	Երևան	4.0	10*կմ* Երևանից հս-արմ.
1909թ., օգոստոսի 20, 13^{--}	Փաշաքենդ	6.0	2*կմ* Կոմո քաղաքից Փաշաքենդ գյուղի մոտ
1910թ., հունվարի 25, 1^{54}	Երևան	6.0-7.0	25-30*կմ* Երևանից հր-հր-արմ
1911թ., հունիսի 8	Արտաշատ	4.0	5-6*կմ* Արտաշատից հս-արլ.
1913թ., մարտի 4, 5^{--}		5.0	6-8*կմ* Արտաշատից հս.
1916թ., հոկտեմբերի 28, 20^{--}	Իգդիր	6.0	Իգդիր քաղաքի մոտ
1925թ., դեկտեմբերի 4, 9^{15}	Յուվա	5.0-6.0	Արտաշատ քաղաքից արմ., Յուվա գյուղի մոտ
1926թ., հոկտեմբերի 22, 16^{--}	Ալագյոզ	4.0-5.0	Ալագյոզ գյուղի մոտ, Թալինի շրջան
1932թ., մարտի 15, 7^{44}	Սկնաղիճ	7.0	Քարտեզի վրա անց է կացվել գործիքային տվյալներով

1	2	3	4
1935թ., մայիսի 2, 7^{01}	Ալագյոզ	5.0	Ալագյոզ գյուղի մոտ: Կրկնվող ցնցումները 1935թ. մայիսի 3-ին՝ 5.0-6.0 բալ ինտենսիվությամբ
1935թ., մարտի 14		4.0	Ալագյոզ գյուղի մոտ, Թալինի շրջան
1936թ., մարտի 2, 19^{00}		5.0-6.0	10*կմ* Ալագյոզ գյուղից հս-արլ
1936թ., սեպտեմբերի 2, 18^{20}		3.0-4.0	20*կմ* Ալագյոզ գյուղից հր-արմ.
1936թ., մայիսի 8, 7^{37}	Աշտարակ	5.0	6-8*կմ* Աշտարակից հս-արլ.
1937թ., հունվարի 7, 20^{48}	Փարաքար	7.0	Փարաքար գյուղից 10*կմ* հր.: Երևանում կրկնվող ցնցումներ ավելի քան 20 անգամ
1937թ., փետրվարի 13, 2^{20}	Ալագյոզ	5.0	Արագած լեռան գագաթային մասում
1937թ., փետրվարի 28		4.0	Ալագյոզ գյուղի մոտ, Թալինի շրջան
1938թ., մայիսի 19, 13^{29}	Թալին		Թալին ավանի մոտ
1938թ., նոյեմբերի 14	Ալագյոզ	4.0-5.0	Ալագյոզ գյուղի մոտ, Թալինի շրջան
1939թ., հունվարի 23	Վեդի		Վեդի ավանի մոտ
1944թ., փետրվարի 17	Երևան	4.0	6*կմ* Երևանից արլ.
1944թ., հուլիսի 20, 0^{37}			6-7*կմ* Երևանից հս-արմ.
1945թ., օգոստոսի 11, 9^{33}	Ծովագյուղ	6.0-7.0	3*կմ* Ծովագյուղից արմ.
1946թ., ապրիլի 26	Երևան	4.0	10-15*կմ* Երևանից արլ.
1949թ., հունիսի 3, 6^{53}	Բյուրականաճ	7.0	12*կմ* Բյուրականից հս-արլ.
1949թ., օգոստոսի 17	Երևան	3.0-4.0	15-20*կմ* Երևանից արլ-հս.-արլ.
1950թ., օգոստոսի 6	Թալին	4.0	Թալին ավանի մոտ
1951թ., նոյեմբերի 12	Երևան		20*կմ* Երևանից հր-արլ.
1953թ., հունվարի 22		3.0-4.0	18-20*կմ* Երևանից հս-հս-արմ.
1957թ., փետրվարի 14, 21^{50}		4.0	20*կմ* Երևանից հս-արլ.
1957թ., մարտի 3		3.0-4.0	15*կմ* Երևանից հր.
1959թ., սեպտեմբերի 6, 14^{56}		4.0	30*կմ* Երևանից հր-արլ.
1960թ., ապրիլի 18, 7^{55}		3.0-4.0	20-25*կմ* Երևանից արլ.
1961թ., մարտի 26, 11^{03}			15-20*կմ* Երևանից արմ.
1961թ., ապրիլի 3, 12^{47}			15-20*կմ* Երևանից հր-արմ.
1962թ., ապրիլի 14, 11^{01}			15-20*կմ* Երևանից արմ-հս.-արմ.

1	2	3	4
1962թ., սեպտեմբերի 4, 22^{59}	Իգդիր	7.0-8 0	8-12*կմ* Իգդիրից հր.
1935թ., մայիսի 1, 10^{24}	Դիգոր	8.0	5*կմ* Դիգորից (Թուրքիա) հր-արև.
1938թ., նոյեմբերի 14, 11^{59}	Դիգոր	6.0	10*կմ* Արաքս և Ախուրյան գետերի միացման վայրից հս-արմ.
1938թ., նոյեմբերի 14, 12^{01}	Դիգոր	6.0	10 կմ Դիգորից (Թուրքիա) արև.
1940թ., ապրիլի 17, 10^{10}	Դիգոր	5.0-6.0	6 կմ Դիգորից (Թուրքիա) հր-արմ.
1831թ., հունվարի 8	Բայազետ	6.0-7 0	20-25 կմ Արարատ լեռից հր., Բայազետ քաղաքի շրջանում (Թուրքիա)
1871թ., դեկտեմբերի 11, 16^{48}	Գյուլիջա	6.0-7 0	Գյուլիջա գյուղի մոտ (Թուրքիա)
1851թ.	Բայազետ	5.0	

Աղյուսակ 13. ՀՀ տարածքում հայտնաբերված մի քանի մետաղների հանքավայրեր (ըստ Ա. Ե. Քոչարյանի)

Մետաղ	Հանքավայր	Դարաշրջան	Մոտավոր հասակը, մլն. տարի	Նշանակություն
1	2	3	4	5
Երկաթ	Կողբի	երրորդական (պալեոգեն)	40-50	Տարիքը վիճելի է
	Հրազդանի		35-40	
	Ֆազուլի		40-45	
	Կամսաքարի			
	Հաղարծնի			
	Սվարանցի			
	Աբովյանի	երրորդական (նեոգեն)	6-7	
Մանգան	Սև-քար - Սարի-գյուղի	կավճի	100	
Քրոմ	Շորժայիլ, Ջիլի	երրորդական (պալեոգեն)	40	Տարիքը վիճելի է
Տիտան	Արզաքանի, Չքնաղի	քեմբրի	550-5[illegible]0	
Մոլիբդեն	Քաջարանի	երրորդական (նեոգեն)	15-20	
	Ագարակի			Տարիքը վիճելի է
Պղինձ	Դաստակերտի			
	Հանքավանի			
	Քաջարանի			
	Շամլուղի	երրորդական (պալեոգեն)	40-50	Տարիքը վիճելի է
	Ալավերդու			
	Դսեղի			
	Չքնաղի			
	Հանքաձորի			
	Կապանի			Տարիքը վիճելի է

Աղյուսակ 13-ի շարունակություն

1	2	3	4	5
Կապար և ցինկ	Ախթալայի	երրորդական (պալեոգեն)	40-50	
	Պրիվոլնոյե			
	Ղազմայի	երրորդական (նեոգեն)	15-20	
	Ազատեկի			
	Շահումյանի	երրորդական (պալեոգեն)	40-50	Տարկքը վիճելի է
Այլումին	Թեժլեռ		30-35	
Մագնեզիում	Արզաքանի	քեմբրի	550-560	
	Իջևանի	կավճի	100	
Ոսկի	Շորժայի	երրորդական (էոցեն-պլիոցեն)	40	
	Ջուղի	երրորդական (նեոգեն)	15-20	
	Համզաչիմանի	երրորդական (պալեոգեն)	20-30	
	Մեղրաձորի			
	Թեյ-Լիճք-Վազի	երրորդական (նեոգեն)	15-20	

Աղյուսակ 14. Աշխարհի խոշորագույն հանքավայրերը (Cu, Ni, Co, Pb, Zn, Sn, W, Mo, Sb)
(Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых, 1990)

Հանքավարը (երկիրը, հանքայնացման տիպը)	Պաշարները, մլն. տ	Մետաղների միջին պարունակությունը, %	Ուղեկցող մետաղների միջին պարունակությունները և պաշարները
1	2	3	4
Պղինձ			
Էլ-Տենիետե (Չիլի, պղինձ-պորֆիրային)	44,0*	1,16	Mo – 200 հազ. *տ*, 0,03%
Չուկիկամատա (Չիլի, պղինձ-պորֆիրային)	35,0*	1,25	Mo – 120 հազ. *տ*, 0,006%
Օլիմպիկ Դամ (Ավստրալիա, ստրատիմորֆ)	35,2	1,60	U_3O_8 – 1,32 մլն. *տ*, Au – 1320 *տ*
Զամբիայի (պղնձային ավազաքարեր)	28,0*	3,10	–
Զաիրի (պղնձային ավազաքարեր)	25,0*	3,58	–
Բյութ (ԱՄՆ, երակային)	9,0*	3,50	Ag – 30…90 *գ/տ*
Ռիո-Տինտո (Իսպանիա, կոլչեդանաբազմամետաղային)	7,0*	0,7-2,5	Pb – մինչև 1%, Zn – մինչև 2%
Նիկել (սուլֆիդային հանքանյութեր)			
Սադբերի (Կանադա)	14,3*	0,7-1,5	Cu – 0,8…1,9%, Pt – 0,4 *գ/տ*
Կամբալդա (Ավստրալիա)	3,0	3,2	-
Նիկել, կոբալտ (լատերիտներ)			
Լոնգ-Պոյնթ Բարոնգ (Ֆիլիպիններ)	2,0	1,3	Co - 0,12%

1	2	3	4
Կապար, ցինկ			
Բրոկեն-Հիլ (Ավստրալիա, կոչեդանաբազմամետաղային)	55,0* Pb+Zn	12,7 Pb 13,6 Zn	Ag – 180 *գ/տ*, Cu – 0,4%
Միսիսիպի-Միսուրի (ԱՄՆ, ստրատիֆորմ)	Pb – 12,0 Zn – 11	մինչև 25% Pb+Zn	–
Ռեդ-Դոգ (ԱՄՆ, կոչեդանաբազմամետաղային)	Pb – 3,9 Zn – 13,0	5,0 Pb 17,1 Zn	Ag – 8300 *տ*
Անագ			
Կորնուել (Մեծ Բրիտանիա, երակային)	3,3*	0,3-0,8	–
Լլայլագուա (Բոլիվիա, շտոքվերկային)	0,53*	0,86	–
Վոլֆրամ			
Մակ Տունգ (Կանադա, սկարնային)	0,60	0,96 WO_3	–
Մակ-Միլան Պաս (Կանադա, սկարնային)	0,325	0,90 WO_3	
Սանգդոնգ (Հր. Կորեա, սկարնային)	0,20*	0,78 WO_3	Mo – 0,02%, Bi – 0,046%
Մոլիբդեն			
Կլայմաքս (ԱՄՆ, շտոքվերկային)	1,8*	0,26	WO_3 – 0,03%
Գենդերսոն (ԱՄՆ, շտոքվերկային)	0,96	0,25	–
Ցեղիր			
Սոիգուաճշան (ՉԺՀ, ցեղիր-սիլիցակարբոնատային)	1,9*	3,5-4,0	
Բերիլիում (հազ. *տ* BeO)			
Կինգս-Մաունթին (ԱՄՆ, պեգմատիտային)	120,0	0,3 BeO	
Ռեդսին-Շտոք (ԱՄՆ, գրեյզենային)	50,0	1,0 BeO	–
Բուա-Վիստա (Բրազիլիա, պեգմատիտային)	40,0	0,2-0,3 BeO	
Սպեր-Մաունթին (ԱՄՆ, շերտային)	38,0	0,5-0,7 BeO	
Տանտալ, նիոբիում (հազ. *տ* $Ta_2O_5+Nb_2O_5$)			
Արաշա (Բրազիլիա, կարբոնատիտային)	5600,0 Nb_2O_5	2,0-3,5 Nb_2O_5	–
Օկա (Կանադա, կարբոնատիտային)	480,0 Nb_2O_5	0,5 Nb_2O_5	U_3O_8 – 0,02%, TR_2O_3 – 0,3%
Տոր Լեյք (Կանադա, պեգմատիտային)	19,1 Ta_2O_5 260,0 Nb_2O_5	0,03 Ta_2O_5 0,4 Nb_2O_5	–
Արծաթ (հազ. *տ*)			
Պոտոսի (Բոլիվիա, երակային)	35,0*	300,0-3000,0 *գ/տ*	Sn – 4%
Կոբալտ (Կանադա, երակային, արծաթ-արսենիդային)	20,0*	մինչև 5%	Co մինչև 8%, Ni մինչև 14%
Ոսկի (հազ. *տ*)			
Վիտվատերսրանդ հանքային դաշտ (ՀԱՀ, ոսկեբեր կոնգլոմերատներ)	75,5*	10,0-12,5 *գ/տ*	U – 90 հազ. *տ*, Ag – 1500 *տ*
Պորկյուպայն (Կանադա, երակային)	1,55*	9,7-15,0 *գ/տ*	–
Կալգուրլի (Արևմտյան Ավստրալիա, երակային)	1,3	6,0 գ/տ	–

Աղյուսակ 14-ի շարունակություն

1	2	3	4
Խոումսթեյք (ԱՄՆ, սև թերթաքարային ֆորմացիա)	1,2	10,0-20,0 *գ/տ*	
Կոլար (Հնդկաստան, երակային)	0,9	15,0 *գ/տ*	–
Քրոմիտներ (մլրդ. *տ*)			
Շվարցկոպ (ՀԱՀ, Ռյուստենբուրգ)	1,0	48,0% Cr_2O_3	
Մեծ Դայկա (Զիմբաբվե)	0,4	48,0-50,0 Cr_2O_3	
Ֆոսֆորիտներ (մլն. *տ* հանքաքար)			
Սեչուրա (Պերու, նստվածքային)	600,0	15,0 P_2O_5	–

Ծանոթություն. * Ճշված են պաշարներ, որոնց մեջ հաշվի է առնված նաև արդյունահանումները

Աղյուսակ 15. Կարևորագույն մետաղների համաշխարհային գնահատված ռեսուրսները, հաշվարկված պաշարները և տարեկան արդյունահանման քանակները (առանց նախկին սոցերկրների և ԽՍՀՄ-ի)
(Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых, 1990)

Մետաղները	Պաշարները	Արդյունահանումը	Ռեսուրսները
	մլն. *տ*		
Պղինձ	847,6	6,2	1357,5
Կապար	187,2	2,35	1580
Ցինկ	296,8	4,82	2100
Նիկել	95,0	0,125	219,5
Կոբալտ	4,2	0,017	6,24
Անագ	7,56	0,155	27,54
Վոլֆրամ (WO_3)	2,05	0,02	3,87
Մոլիբդեն	11,85	0,046	20,09
Ծարիր	1,87	0,026	2,17
Հազվագյուտ հողեր (գումարային)	8,7	0,03	44,5
Լիթիում (Li_2O)	13,4	0,0054	51,3
Նիոբիում (Ni_2O_5)	15,3	0,0352	21,02
	հազ. *տ*		
Տանտալ (Ta_2O_5)	132,0	0,535	185,4
Բերիլիում (BeO)	945,0	0,64	2907,0
Սնդիկ	117,0	3,0	367,0
Ոսկի	58,2	1,06	75,2
Արծաթ	470,0	9,76	1070,0
Պլատինի խմբի տարրեր (գումարային)	18,55	-	77,85

Օգտագործված են հետևյալ հեղինակների նկարները.

Добровольский В.В., Якушова А.Ф. նկ. 1, 2, 4-18, 50, 51, 98-110

Якушова А.Ф. – նկ. 3, 46-49, 52-54, 56-64, 67-71, 73, 76, 77բ-81, 83-88, 91-97, 111-112

Кузнецов С.С. – նկ. 19, 23, 45ա, բ, 55

Шуман В. նկ. 20-22, 24-29, 35, 36, 39, 42-44

Куликов Б.Ф., Буканов В.В. – նկ. 30-34, 37, 38, 40, 41

Հ. Կ. Գաբրիելյան նկ. 89

Լ. Ն. Զոհրաբյան նկ. 90

Հեղինակային – նկ. 65, 66, 69, 72, 74, 75, 77ա, 82

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԱԽԱԲԱՆ 5

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ 7

Երկրաբանության առարկան և խնդիրները 7

Համառոտ տեղեկություններ Երկրի նյութական կազմի մասին 9

Երկրագնդի ոլորտային կառուցվածքը և հասակը ...12

Մաս I. ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱ .16

Գլուխ I. ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԲՅՈՒՐԵՂԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԻՑ ...16

Բյուրեղային նյութը և նրա կառուցվածքը 16

Միներալների ձևաբանությունը (մորֆոլոգիան) 18

Բյուրեղների մորֆոլոգիան ...18

Անկյունների հաստատունության օրենքը 21

Բյուրեղների սիմետրիան 22

Պոլիմորֆիզմ 28

Իզոմորֆիզմ 29

Ագրեգատների ձևաբանությունը (մորֆոլոգիան) .30

Միներալների ֆիզիկական հատկությունները 34

Միներալների դասակարգումը 45

Միներալների նկարագրությունը ...47

Ա. *Բնածին տարրեր* 47

Ոսկի 47

Պլատին 49

Արծաթ 50

Պղինձ 51

Ալմաստ 52

Գրաֆիտ 54

Ծծումբ 55

Բ. *Սուլֆիդներ* 57

Պիրիտ 58

Խալկոպիրիտ 59

Մոլիբդենիտ 60

Գալենիտ 62

Սֆալերիտ 63

Արգենտիտ 63

Կինովար .64

Արսենոպիրիտ 65

Անտիմոնիտ .66

Ռեալգար 67

Աուրիպիգմենտ 67
Գ. *Օքսիդներ* ...68
Անջուր օքսիդներ 68
Մագնետիտ ..68
Հեմատիտ 70
Պիրոլյուզիտ 72
Կորունդ 73
Կասիտերիտ (անագաքար) 75
Քրոմիտ (քրոմային երկաթաքար) 76
Քվարց 77
Ջրային օքսիդներ 81
Օպալ 81
Դ. *Հալոիդներ* 83
Հալիտ (քարաղ) 83
Սիլվին 85
Ֆլյուորիտ 86
Ե. *Կարբոնատներ* 87
Անջուր կարբոնատներ 87
Կալցիտ 87
Մագնեզիտ 89
Դոլոմիտ 91
Սիդերիտ 92
Արագոնիտ 94
Ջրային կարբոնատներ 94
Մալախիտ (պղնձային կանաչ) 94
Ազուրիտ (պղնձային լազուր) 95
Զ. *Սուլֆատներ* 96
Գիպս 96
Միրաբիլիտ (գլաուբերյան աղ) ...98
Է. *Սիլիկատներ* 99
Օլիվին (պերիդոտ) 100
Տոպազ 100
Նեֆելինների խումբ ...101
Բերիլ 102
Մուսկովիտ .104
Բիոտիտ .104
Տալկ 105
Ը. *Ֆոսֆատներ* ...105
Ապատիտ 106
Ֆոսֆորիտ 107

Մաս II. ԴԻՆԱՄԻԿ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ 109

Գլուխ II. ՄԱԳՄԱՏԻԶՄ ԵՎ ՄԱԳՄԱՏԻԿ ԱՊԱՐՆԵՐ 111

էֆուզիվ մագմատիզմ .111

Հրաբուխների տիպերը և նրանց ժայթքման բնութագիրը ..114

Հետհրաբխային երևույթներ 121

Հրաբուխների աշխարհագրական տարածումը 123

Ինտրուզիվ մագմատիզմ 125

Մագմատիկ օջախներ: Հասկացողություն մագմայի դիֆերենցման մասին 129

Պեգմատիտային էտապ 132

Հետմագմատիկ էտապ. Պնևմոլիտային-հիդրոթերմալ պրոցեսներ և նրանց հետ կապված միներալային առաջացումներ 134

Գլուխ III. ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ ԲՆԱԿԱՆ ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԸ 139

Միներալների ասոցիացիաները ներծին պրոցեսներում 140

Մագմատիկ էտապի միներալային ասոցիացիաներ 140

Հրային ապարների դասակարգումը և անվանումը 141

Հրային ապարների դասակարգումը դաշտում 142

Հրային ապարների դասակարգումն ըստ քիմիական բաղադրության 143

Հրային ապարների դասակարգումն ըստ միներալային կազմության 146

Գլուխ IV. ՄԻՆԵՐԱԼԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԱՐՏԱՔԻՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ .148

Հողմահարման պրոցեսներ 148

Գլուխ V. ՍՏՈՐԳԵՏՆՅԱ ՋՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ 153

Ստորգետնյա ջրերի ծագումը 153

Ապարների ջրաթափանցիկությունը 154

Ստորգետյա ջրերի շարժումը 155

Ստորգետնյա ջրերի դասակարգումը և առանձին տիպերի բնութագիրը 156

Ստորգետնյա ջրերի քիմիական կազմը 159

Կարստային պրոցեսներ 161

Գլուխ VI. ՍԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՀՈՍՈՂ ՋՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ 166
Մակերևութային հոսքի և ժամանակավոր հունահոսքերի գործունեությունը 166
Գլուխ VII. ԳԵՏԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ .172
Գետային ալյուվիի առաջացումը և կառուցվածքը ..175
Գետահովիտների տիպերը, նրանց զարգացման ուղղվածությունն ու ցիկլայնությունը 176
Վեր ողողահունային դարավանդներն և նրանց տիպերը 177
Գետաբերաններ 179
Սողանքներ (սողանքային պրոցեսներ) .181
Գլուխ VIII. ՍԱՌՑԱԴԱՇՏԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ ...184
Սառցադաշտերի տիպերը ... 185
Չորրորդական սառցապատումներ 188
Սառցադաշտերի գործունեությունը 188
Սառցադաշտերով տեղափոխվող բեկորային նյութը 189
Սառցադաշտերի ակումուլյատիվ գործունեությունը 190
Ջրա-սառցադաշտային կամ ֆլյուվիոգլյացիալ նստվածքներ .192
Գլուխ IX. ՔԱՄՈՒ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ 196
Դեֆլյացիա 196
Տեղափոխում և կոռազիա ...198
Էոլյան ակումուլյացիա և էոլային նստվածքներ 199
Գլուխ X. ԼԵՃԵՐԻ ՈՒ ՃԱՀԻՃՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ .201
Լճերի երկրաբանական դերը 201
Ճահիճների երկրաբանական դերը .204
Գլուխ XI. ԾՈՎԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅՈՒՆԸ 207
Օվկիանոսների և ծովերի ջրերի աղիությունն ու քիմիական կազմը 208
Օվկիանոսների և ծովերի կենդանական աշխարհը .209
Ծովի քայքայիչ և տեղափոխող աշխատանքը 210
313

Ծովային նստվածքների ակումուլյացիան համաշխարհային օվկիանոսի տարբեր գոնաներում ..211
Ծովային նստվածքների դիագենեզը և հետ դիագենետիկ փոփոխությունները ..218
Նստվածքային ապարների հետ դիագենետիկ փոփոխությունները ..219
Հասկացություն ծովային ֆացիաների մասին .220
Նստվածքային ապարներ 220
Նստվածքային ապարների տիպերը 221
Նստվածքային ծագման մետաղային հանքավայրեր 224
Կառուստոբիոլիտներ ...225

Գլուխ XII. ՄԻՆԵՐԱԼԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՄԵՏԱՄՈՐՖԱՅԻՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ 229
Ռեգիոնալ մետամորֆիզմ 229
Կոնտակտային մետամորֆիզմ 230
Մետամորֆացված և մետամորֆային հանքավայրեր ...232
Ապարների մետամորֆիզմը 232
Մետամորֆիզմի տիպերը, մետամորֆային ապարներ 233

Մաս III. ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄՆԵՐ ..236

Գլուխ XIII. ՏԱՏԱՆՈՂԱԿԱՆ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՇԱՐԺՈՒՄՆԵՐ 236
Ժամանակակից շարժումներ ..236
Նորագույն շարժումներ 238
Անցյալի երկրաբանական դարաշրջանների տեկտոնական շարժումները 240
Տեկտոնական խախտումներ և ապարների տեղադրման ձևերը ...242
Ընդհանուր տեղեկություններ տեղադրման ձևերի մասին 242
Կապակցված տեկտոնական խախտումներ 243
Մոնոկլինային կամ թեք տեղադրում ...243
Ծալքերը և նրանց մորֆոլոգիական տիպերը 244
Ծալքերի դասակարգումը 245
Ծալքավորությունների տիպերը 246
Ապարների խզումնային տեկտոնական խախտումները 247
Խզումներ ապարների տեղաշարժով 248
Խորքային բեկվածքներ 249
Ապարների ներդաշնակ և աներդաշնակ տեղադրումներ ...250

Գլուխ XIV. ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐ ..251
Երկրաշարժերի ինտենսիվությունը ..251
Երկրաշարժի էներգիան և մագնիտուդան 254
Երկրաշարժերի աշխարհագրական տարածումը և սեյսմիկ շրջանացումը .256

Գլուխ XV. ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ՏԱՐՐԵՐԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՋԱՐԳԱՑՈՒՄԸ .257
Երկրակեղևի կազմն ու կառուցվածքը 257
Երկրակեղևի քիմիական կազմի մի քանի ընդհանուր օրինաչափություններ 259

Գլուխ XVI. ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ԷՎՈԼՅՈՒՑԻԱՆ
ԳԵՈՍԻՆԿԼԻՆԱԼՆԵՐ, ՕՐՈԳԵՆՆԵՐ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՋԱՐԳԱՑՈՒՄԸ ...263
Ծալքավորման և լեռնակազմական երկրաբանական փուլեր ու էտապներ 266
Պլատֆորմներն և դրանց զարգացումը ..267
Երկրակեղևի ակտիվացված զոնաները 269
Օվկիանոսների հատակի ստրուկտուրաները ..270
Երկրաբանական ժամանակի սանդղակը 271

Գլուխ XVII. ԵՐԿՐԻ ԵՎ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՋԱՐԳԱՑՄԱՆ ՎԱՐԿԱԾՆԵՐ ...277

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԻՄՆԱԿԱՆ 284
ՕԺԱՆԴԱԿ 285

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 286

Սամվել Աշոտի
ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Խմբագիր *քիմիական գիտ. թեկն.* Ա. Ա. Փաշայան

Մակետը պատրաստեց *երկրաբանական գիտ. թեկն.* Ս. Հ. Արևշատյանը

20 տպ. մամուլ, տպաքանակ 400
գինը պայմանագրային

ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի
հրատարակչություն
375025, ք. Երևան, Աբովյան փ. 68

«ՄԵԿՆԱՐԿ» ՍՊԸ
ՀՀ, ք. Երևան, Աբովյան փ. 39