

ԳԵՈՐԳ ՏԵՐ-ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ԼԱՆՋԵՐԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
(Լանջերի մակերևույթային ուղի)

Վաղուց նկատված էր, որ մի շարք լանջերում ծանրության ուժի ազդեցության տակ մակերեսային ծածկույթում կատարվում են դանդաղ տեղաշարժումներ: Այդպիսի տեղաշարժումների վրա առաջին անգամ ուշադրություն դարձրեց Դըլա-Բեշը դեռ 130 տարի սրանից առաջ: Սակայն այդ շարժումները հրկար մնացին շուտումնասիրված և նրանց գեոմորֆոլոգիական նշանակությունը պարզվեց միայն 60 տարի անց Ալբրեխտ Պենկի կողմից, իսկ մի քանի տարի ավելի ուշ Ու. Դեվիսն ուսումնասիրեց այդ շարժումները և տվեց նրանց գիտական ընդհանրացումը:

Այդ շարժումների գեոմորֆոլոգիական ուսումնասիրությունը տվեց բեղմնավոր արդյունքներ: Անցյալ և ներկա դարերի սահմանագծում կատարվեցին ընդարձակ աշխատանքներ տարբեր երկրաբանական և կլիմայական պայմաններում: Մի շարք բեվեռային երկրներում՝ Շպիցբերգենում, Մերձբեվեռային Ուրալում, Սկանդինավիայում, Իսլանդիայում, Ֆոլկլենդյան և Արջի կղզիներում ուսումնասիրվել են փխրուն նստվածքների տեղաշարժումները լանջերի վրա սեզոնային սառեցման և հալեցման ազդեցության տակ, այսպես կոչված բեվեռային սուիֆլյուկցիա:

Հետազայում այդ ուսումնասիրություններն իրականացվեցին ուրիշ կլիմայական պայմաններում—սկսած պոետիկական Վիեննական անտառից մինչև Հարավ-Աֆրիկյան տափաստանները և Հյուսիսային Սումատրայի լեռնային լանջերը, Կարպատներից մինչև Ապալաչյան բարձրավանդակը և Բրավիլիայի տրոպիկական անտառները: Այդ բոլոր վայրերում լանջերի վրա հայտնաբերված են մակերեսային փխրուն շերտի դանդաղ տեղաշարժումներ, որոնց մեխանիզմը խիստ տարբեր է:

Այդ շարժումները բևեռային երկրներում անվանելու համար Զ. Դեվիսոնը 1888 թվին օգտագործեց անգլիական տերմին «կրիպ», այսինքն սողք: Համանման շարժումների հայտնաբերումն այլ պայմաններում վերահայտ տերմինի բովանդակությունն ավելի ընդլայնեց: Ներկայումս մի շարք հեղինակների կողմից այդ անվան տակ նկարագրվում են լեռնային աուարների դանդաղ շարժումները լանջերի վրա, որոնք առհի են ունենում ծանրության ուժի և մի շարք գուգրնթաց դործոնների ազդեցության տակ՝ սևզոնային խոնավացում և չորացում, տաքացում և հովացում, սառեցում և հալեցում, բուսական արմատների աճ, կենդանիների գործունեություն և այլն:

Այդ շարժումները կատարվում են համեմատաբար բարակ մակերևույթային շերտում (մինչև 2 մետր խորությամբ), այն գոտում, որտեղ տեղի ունեն

գրունտի ֆիզիկական սեզոնային փոփոխությունները (ԱԱ շերտը, նկար 1ա)։

Կ. Տերցագին այս շարժումներն անվանում է սեզոնային սող [12]։ Փոխարինող տերմին կարող է ծառայել մակերևույթային սող, որը մեզ թվում է ավելի ճիշտ։

Դիպի խորքը մակերևույթային սողի արագությունը նվազում է. նա դառնալիս լանջերում ավելի մեծ է, քան թեթև զառիվայրերում։

Մակերևույթային սողի արտաքին առաջնային դրսևորվում են դանապան կերպով նրանցից մի քանիսը ցույց են տրված նկար 1ա-ի վրա։ Այստեղ կարելի է նշել մեծ անկում ունեցող լեռնային ապարների В շերտերի գլուխների կեռածոումը (մակերևույթային կեռածոում), С քարերի գծերը, D երիտասարդ ծառերի թեքումը, E ծեր ծառերի թրածն ծոումը, F ճիմի գլորումը շարժվող գլաքարերի ազդեցության տակ, G թեքվող սյուները, H հենապատերի սողը և քայքայումը, J ճանապարհների տողադրության խախտումը և այլն։

ՂԱՆՋԵՐԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՍՈՂԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՆԱԽԱԴՐՅԱԼՆԵՐԸ

Դանդաղ շարժումները լեռնային ապարներում տեղի են ունենում ոչ միայն արտաքին շերտում, այլև ավելի խոր հորիզոններում։ Այդ շարժումների ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս մշակել լանջերի խորքային սողի տեսությունը, որն ի վիճակի է բացատրել լանջի վրա կատարվող շատ երևույթներ։ Այս տեսությունը հիմնված է մի շարք նախադրյալների վրա, որոնց հարմար է ստորաբաժանել երկրաբանական և ռելիեֆականի։

Կան բազմաթիվ երկրաբանական տվյալներ, որոնք ապացուցում են, որ լանջեր կազմող լեռնային ապարները միշտ չէ, որ անշարժ են։ Նրանք շատ դեպքերում ենթակա են դանդաղ գրավիտացիոն շարժման առանց միասնության խախտման։ Հայտնի է, որ սողանքային երևույթները մեծ մասամբ անսպասելի չեն կատարվում, որ նրանց նախորդում է դանդաղ նախապատրաստական շարժումների փուլը, որի տևողությունը կարող է տատանվել լայն սահմաններում, սկսած մի քանի օրից մինչև տարիների։ Այդ շարժումների արագությունը ենթակա է մեծ փոփոխությունների, ապարների տեղաշարժումը լանջերում երբեմն ընդհատվում է և նորից վերսկսվում։

Բոլոր դեպքերում այդ շարժումները խիստ արագանում են լանջի փլումից առաջ։ Երբեմն այդ շարժումները շարունակվում են նաև տեղի ունեցած սողանքից հետո։ Սողանքների ուսումնասիրության հետաքրքիր արդյունքները յուսարանված են Ն. Յա. Դենիսովի, Ա. Մ. Դրանիկովի, Յի. Պ. Եմելյանովայի, Ն. Ն. Մասլովի, Ի. Վ. Պոպովի, Գ. Մ. Շախունյանցի և ուրիշների աշխատություններում։ Բազմաթիվ սողանքների զարգացման ընթացքի ուսումնասիրություններն ըստ դրականության տվյալների, գլխավորապես սկզբնաղբյուրներից ցույց են տվել, որ այդպիսի նախազգուշական շարժումներով նախորդվում են գրեթե բոլոր սողանքները սերվելով ամենազանազան երկրաբանական և կլիմայական պայմաններից։ Բացառություն են կազմում այն սողանքները, որոնք հետևանք են երկրաշարժերի և հանկարծակի ցնցումների սլատճառով ավազների հեղուկացման։

Խոշորագույն սողանքներից կարելի է հիշել 1806 թվին Շվեյցարիայում, Դուդաու գյուղի մոտ գտնվող Ռոսսերիդ սարի լանջում տեղի ունեցած սողանք-

բր: Վերջինս նախապատրաստվում էր 30 տարվա ընթացքում: Սողանքից մի քանի ամիս առաջ գոյանում էին խոշոր ճեղքվածներ, իսկ մի քանի ժամ առաջ ընկնում էին ժայռերն ու ծառերը: Մի ուրիշ խոշոր սողանք տեղի ունեցավ 1903 թվին Տերտլ սարի լանջում, Ֆրենկի մոտ Կանադայում: Այստեղ սողանքից 7 ամիս առաջ հանքերում զգացվել էին ուժեղ ցնցումներ և առաջացել էին փլումներ: Իրենց երկարատև ընթացքի պատճառով շատ հայտնի դարձան Պանամա ջրանցքի սողանքները, Կուկարաչայի մոտ: Նրանք շատ դանդաղեցրին ջրանցքի աշխատանքները: միլիոնավոր խորանարդ մետր ծավալ ունեցող լեռնային ապարներն ամիսներով գտնվում էին դանդաղ շարժման մեջ:

Մեր երկրում հայտնի են խոշոր սողանքներ, որոնք մեծ վնասներ են պատճառում Վոլգայի աջափնյա քաղաքներին՝ Գորկի, Ուլյանովսկ, Վոլսկ, Սարատով, Վոլգոգրադ և այլն: Վերջ նշված բոլոր խոշոր սողանքները նախապատրաստվում էին տարիների ընթացքում:

Դանդաղ տեղաշարժումների կլասիկ օրինակ է ծառայում Չորագետի սողանքը, որտեղ տարիների ընթացքում Ղաչաղանի ձորակով քայքայված պեղիտային տուֆերի մակերևույթով դանդաղ իջնում է անդեզիտա-բազալտային զանգվածը: Գրունտի դանդաղ և երկարատև շարժումների մի ուրիշ հայտնի օրինակ է հանդիսանում Դիլիջանի սողանքը, որն ընդգրկում է քաղաքի կենտրոնական մասը և տարիների ընթացքում մեծ վնասներ է պատճառում տրևտեսությանը:

ՀԱՆՋԵՐԻ ԽՈՐԹԱՅԻՆ ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՌԵՈՂՈԳԻԱԿԱՆ ՆԱԽԱԴՐՅԱԼՆԵՐԸ

Հայտնի է, որ լանջի փլումը կատարվում է, երբ գրունտի դիմադրությունը սահքի պոտենցիալ մակերևույթով անբավականաչափ է:

Գրունտի սահքի դիմադրության հատկությունները շատ բարդ են և թերի ուսումնասիրված: Հանջում կատարվող երևույթների մաթեմատիկական լուսաբանության համար հնարավոր է կիրառել մոտարկումներ, որոնք հիմնված են փորձնական տվյալների վրա և իրենց հիմքում ունեն էֆեկտիվ լարումների տեսությունը:

Սահքի ձևափոխման տեսակը և ինտենսիվությունը որոշվում են սահքի մոբիլիզացված դիմադրության $\text{tg}\theta$ գործակցի արժեքով: Դա իրենից ներկայացնում է ձևափոխման հարթակի վրա ազդող τ շոշափող լարումների հարաբերությունը նույն հարթակի վրա ազդող $H + \sigma'$ բերված էֆեկտիվ լարումների մեծությանը

$$\text{tg}\theta = \frac{\tau}{H + \sigma'} = \frac{\tau}{H + \sigma - u}, \quad (1)$$

որտեղ

$$H = c' \text{ctg}\varphi', \quad (2)$$

c' և φ' — էֆեկտիվ լարումների միջոցով արտահայտված սահքի τ , դիմադրության պարամետրերն են

$$\tau_f = c' + \sigma' \text{tg}\varphi', \quad (3)$$

ձ—ձևափոխման հարթակի վրա ազդող նորմալ լարումներն են և

Ա—ծակոտկենային ջրի ճնշումը:

Գրունտների տեսական և փորձնական ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս ընդունել, որ շոշափող լարումների կիրառումից որոշ ժամանակ Պետր սահքի մորիլիզացված $\text{tg}\theta$ գործակցի և հարաբերական դեֆորմացիայի և արագության մեջ կապն արտահայտվում է առաջադրված կորով՝

$$\varepsilon = \lambda (\text{tg}\theta - \text{tg}\theta_0)^n, \quad (4)$$

որտեղ λ հոսունության գործակիցն է

$$\lambda = \frac{H + \sigma'}{\eta} \quad (5)$$

և η — մածուցիկության գործակիցն է, որը կախված է ժամանակից և լարված վիճակից,

$\text{tg}\theta_0$ — սահքի մորիլիզացված դիմադրության այն սահմանային մեծությունն է, երբ դեռ չեն կատարվում երկարատև ձևափոխություններ (սողքի շեմը)

$$\text{tg}\theta_0 = \frac{\tau_0}{H + \sigma'}$$

Երբ $n = 1$ և $\eta = \text{const}$, հավասարում (4)-ը համապատասխանում է Բինգհմի բանաձևին:

Գրունտը՝ սահքի մորիլիզացված դիմադրության մեծությունից կախված, կարող է գտնվել հետևյալ երեք փուլերից որևէ մեկում.

1. Կոշտության փուլ, երբ $0 < \text{tg}\theta < \text{tg}\theta_0$. այստեղ $\varepsilon = 0$ և հետևաբար երկարատև ձևափոխություններ չեն կատարվում.

2. Սողքի փուլ, երբ $\text{tg}\theta_0 < \text{tg}\theta < \text{tg}\theta'$. այստեղ երկարատև ձևափոխություններ են կատարվում, որոնց արագությունը որոշվում է (4) հավասարումով, և

3. Պլաստիկության փուլ, երբ $\text{tg}\theta = \text{tg}\theta'$. այստեղ բավարարվում է Կուլոն-Տերցագի (3) պլաստիկության պայմանը և կատարվում է խզում:

Բանաձև (4)-ից հեշտ է տեսնել գրունտի հոսունության գործակցի ֆիզիկական բնույթը. Դա գրունտի հարաբերական սահքի արագությունն է, երբ սահքի մորիլիզացված դիմադրության $\text{tg}\theta$ գործակցի ավելցուկը սողքի $\text{tg}\theta_0$ շեմի վերաբերմամբ հավասար է միավորի: Հասկանալի է, որ գործնականորեն այդ ավելցուկը չի կարող հասնել նման մեծության: Սակայն այս որոշման մեջ պարագոկսալ ոչինչ չկա: Դրա համար օրինակ կարող է ծառայել լավ հայտնի երկայնական առաձգականության մոդուլի (Յունգի մոդուլի) սահմանումը: Այդ մոդուլը ֆիզիկորեն իրենից ներկայացնում է այն ձգող լարումը, որի ազդեցության տակ ձողի երկարությունը կրկնապատկվում է: Այդ սահմանումին չի հակասում այն հանգամանքը, որ ոչ շատ տեսակի նյութեր կարող են տալ նման երկարացում:

ԼԱՆՋԻ ԽՈՐՐԱՅԻՆ ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ

Լանջի խորքային սողքի տեսությունը համառոտ կարելի է արտահայտել հետևյալ կերպ. Լանջ կազմող գրունտային զանգվածի տարբեր կետերում սահքի դիմադրությունը մորիլիզացվում է ոչ հավասարաչափ, կախված ստա-

տիկակա՛ն պայմաններից, գրունտի հատկություններից, երկրաբանական և գետնաշրաքանական հանգամանքներից: Գրունտի զանգվածի այն բոլոր կետերում, որտեղ սահքի մոբիլիզացված դիմադրության գործակիցը փոքր է սողքի շեմից, պետք է լինի կոշտության փուլը, այսինքն գրունտում չպետք է լինեն երկարատև դեֆորմացիաներ: Այդ տիրույթը կոչվում է կոշտության գոտի:

Գրունտի զանգվածի այն կետերում, որտեղ սահքի դիմադրությունը մոբիլիզացված է ավելի մեծ չափով, քան սողքի շեմը, բայց փոքր, քան գրունտի սահքի լրիվ դիմադրությունը, պետք է կատարվի սողքի երկարատև ձևափոխություն: Այդ ձևափոխության արագությունն աճում է մոբիլիզացված դիմադրության գործակցի հետ միասին, համաձայն (4) բանաձևի: Այդ տիրույթը կոչվում է սողքի գոտի:

Վերջապես զանգվածի այն կետերում, որտեղ մոբիլիզացված է գրունտի սահքի ամբողջ դիմադրությունը, կատարվում է խզում: Այդ վիճակում կարող են գտնվել ոչ մեծ կղզիանման տեղամասեր, որոնք տեղադրված են լանջի պոտենցիալ քայքայման մակերևույթի վրա:

Մի շարք դեպքերում լանջերի խորքային սողքը կարելի է դիտել իբրև լանջերի ձևափոխման ինքնուրույն ձև: Այդ տիպի սողանքները երբեմն անվանվում են պլաստիկական: Օրինակ կարող են ծառայել Վոլսկ քաղաքի սողանքները Վոլգայի աջ ափին կամ Չորագետի սողանքը:

Սակայն մեծ մասամբ այդպիսի դանդաղ շարժումներն իրենցից ներկայացնում են աղետների նախապատրաստական փուլ: Սողանք առաջացնող գործոնների ինտենսիվության տատանումների հետևանքով փոխվում է ձևափոխման արագությունը: Ստատիկական պայմանների վատացման դեպքում մեծանում է մոբիլիզացված դիմադրության աստիճանը. պլաստիկ կղզիանման տեղամասերը տարածվում են ամբողջ պոտենցիալ քայքայման մակերևույթի վրա և ընթացքն անցնում է հաջորդ փուլին՝ սողանքին:

Հեղինակի կողմից առաջարկված խորքային սողքի տեսության մանրամասն շարադրությունը տրված է պրոֆ. Ի. Վ. Պոպովի դասագրքում [3]:

Կարևորագույն նշանակություն ունի սողքի և պլաստիկության (խզման) փուլերում ձևափոխության բնույթների տարբերությունը: Սողքի փուլում տեղի ունի գրունտի ծռում: Այդպիսի ձևափոխությունը կարելի է պատկերացնել հիմն դիտել սեղանի վրա դրված մի հաստ գիրք, որի կազմի վերևից կիրառված է հորիզոնական ուժ: Այդ ուժի ազդեցության տակ գրքի բոլոր էջերը տեղաշարժվում են մեկը մյուսի նկատմամբ մնալով գուգահեռ, գրքի կոնակը ուղղաձիգից դառնում է թեք: Նմանապես սողքի գոտում գտնվող ցանկացած ուղղաձիգը աստիճանաբար թեքվում է խորքային սողքի հետևանքով: Դրան հակառակ պլաստիկության փուլում կատարվում է խզում և մեծ տեղաշարժում սահման նեղ մակերևույթով:

Սովորական պայմաններում խորքային սողքի գոտում կատարվում են տեղաշարժումներ, որոնց արագության մեծությունը կազմում է տարեկան ոչ ավելի քան 10 սմ.: Պլաստիկության փուլում այդ համեմատաբար դանդաղ ձևափոխություններին ավելանում են զգալի արագ սահքի դեֆորմացիաները լանջի սահքի մակերևույթով: Այդ վերջին դեֆորմացիաների արագությունը կարող է հասնել ժամում մեկ մետրի, այսինքն լինել մոտ 100000 անգամ ավելի արագ: Լանջի ձևափոխության լրիվ արագությունը հավասար է այդ երկու մե-

ծուխյունների գումարին: Հասկանալի է, որ խզման արագության համեմատ սողքի արագությունն արհամարելի փոքր է և այդ պատճառով պլաստիկության փուլում դիտվող սողանքային տեղաշարժումը պետք է ամբողջապես վերագրել խզմանը: Միայն այդ իմաստով պետք է հասկանալ անցումը՝ ձևափոխման դոտիններից սողքի փուլում դեպի սահքի մակերևույթները պլաստիկության փուլում:

Սողանքային երևույթի ընթացքը կախված է մի շարք դործոններից՝ լանջի երկրաչափական ձևից, նրա չափերից, երկրաբանական և փետնաջրաբանական պայմաններից, դրոնտների հատկություններից, սողանքի պատճառներից, զարգացման առանձնահատկություններից և այլն: Դրա հետևանքով, յուրաքանչյուր սողանք խիստ անհատական է և իրավացի են նրանք, ովքեր համարում են, թե չկան երկու իրար նման սողանքներ:

Գոյություն ունի երկու տիպի սողանք, որոնք համեմատաբար ավելի տարածված են: Նրանցից մեկը զարգանում է երկար, հարթ լանջերում, որտեղ լեռնային ապարներն ունեն շերտավոր տեղադրում, զուգահեռ լանջին, կամ ընդհատված են նույն կողմնորոշում ունեցող հզոր տեկտոնիկ ճեղքերով, կամ, վերջապես, զարգանում են փխրուն լանջանստվածքների և արմատական ապարների կոնտակտով (նկ. 1ա): Այս դեպքերում սահման մակերևույթի դիրքը բխում է երկրաբանական պայմաններից: Լանջի փլման այս դեպքը կոչվում է ճաքային սողանք. նա կատարվում է ուղղադժային հետադժով և ուղղրված է լանջին զուգահեռ:

Երկրորդ տիպի սողանքները զարգանում են այն լանջերում, որոնք կազմված են մեծ կարողություն ունեցող համասեռ կապակցված դրոնտներից: Այս տիպի բազմաթիվ սողանքների վերլուծումը ցույց է տալիս, որ լանջի փլումը պատահում է մի ինչ-որ AB կորածև մակերևույթով (նկար 2): Այդ լանջի փլման դեպքը կոչվում է սլոտալային սողանք: Նա կատարվում է ինչ որ C պլոտման կենտրոնի շուրջ:

Դիտենք հետևողականորեն լանջի փլման երկու դեպքերը:

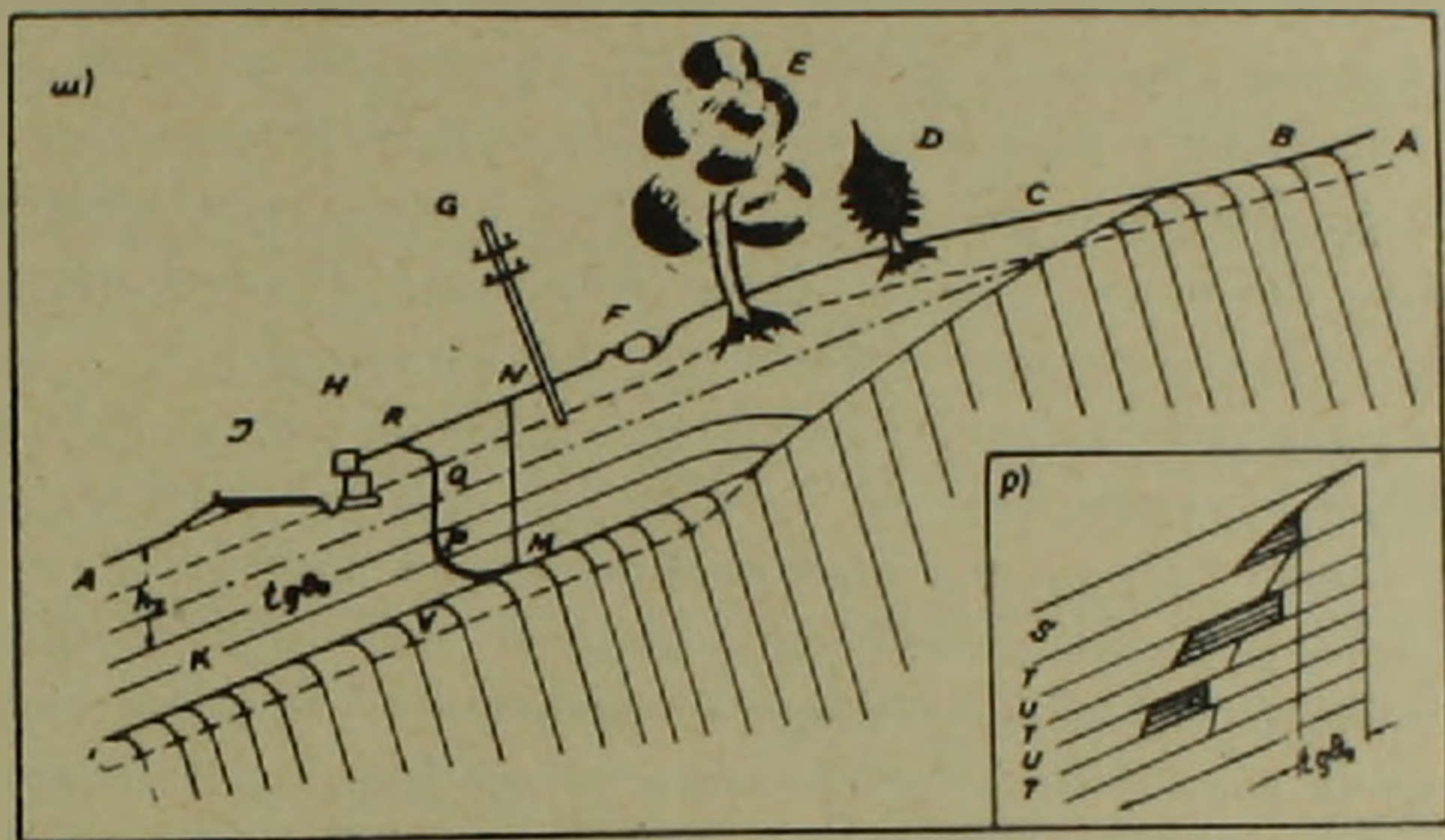
ԼԱՆՋԻ ՀԱՐԹԱՅԻՆ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՍՈՂՔ

Երկար ու հարթ լանջի դեպքում կարելի է անտեսել ծայրային տեղամասերի ազդեցությունը և դիտել այն որպես անվերջ երկար լանջ (նկ. 1): Կարումների բաշխման խնդիրը լանջի զանգվածում այս դեպքի համար անալիտիկ ձևով լուծված է [7]: Անվերջ երկար լանջում սահքի մոբիլիզացված դիմադրության գործակցի հավասար արժեքների K գծերը զուգահեռ են լանջի մակերեսին (նկ. 1ա): Այդ գործակիցների արժեքների էսյուրան աճում է դեպի ներքև (նկ. 1բ, վերնաշերտ S):

Գրունտի մակերեսից մի որոշ h , խորության վրա սահքի մոբիլիզացված դիմադրության τ_{gh} գործակցի արժեքը հավասարվում է սողքի τ_{g0} շեմին: Այդ սահմանից բարձր գտնվող դրոնտը՝ կոշտության փուլումն է, իսկ ցածրը՝ խորքային սողքի փուլում: Քանի որ τ_{gh} — τ_{g0} տարբերությունն աճում է խորության հետ միասին, ապա խորքային սողքի ամենաբարձր արագությունը ցուցաբերում են փխրուն դրոնտի ամենաուստորին շերտերը, որոնք գտնվում են ստորադիր արմատական ապարների L կոնտակտի վրա:

Երբ լանջի ստատիկական պայմանները վատթարանում են, ապա կոշտության գոտու սահմանը բարձրանում է: Սահքի մոթիլիզացված դիմադրության գործակցի մեծությունը L կոնտակտային հարթությունում կարող է հասնել գրունտի դիմադրության $\text{tg}\varphi'$ սահմանային արժեքին: Այդ դեպքում տեղի է ունենում սողանքը: Այդ խնդիրը մաթեմատիկորեն մինչև վերջ է հասցված և մի շարք հաշվարկային բանձեր են ստացված, որոնք թույլ են տալիս որոշել հետևյալ մեծությունները՝

1. Կոշտության գոտու h_r սահմանի դիրքը.
2. Կրիտիկական չեղոք ճնշումը, որն ընդունակ է առաջացնել սողանք. երբ փոխվում են գետնաջրաբանական պայմանները և գետնաջրերի մակերև-վույթի h_p խորությունը նվազում է.



Նկ. 1.

3. Հանքի կայունության գործակիցը.
4. Գետնաջրերի մակերևույթի թույլատրելի բարձրությունը, որն անհրա-ժեշտ է ցամաքուրդի նախագծման և լանջի կայունության ապահովության համար:
5. Հանքի խորքային սողքի v արագությունը, ըստ բանաձևի՝

$$v = \lambda \cos \beta \left\{ \left(\frac{\gamma}{\gamma'} \text{tg} \beta - \text{tg} \theta_0 \right) h_r + \right. \\ \left. + \frac{\text{tg} \beta}{\gamma'} \left[\frac{\gamma}{\gamma'} (p_t - \gamma_w h_p) - q_t \right] \times \ln \left(1 - \frac{\gamma' h_r}{p_t - \gamma_w h_p} \right) \right\},$$

որտեղ

$$p_t = \frac{H}{\cos^2 \beta} + q_0 + \gamma h$$

$$q_t = q_0 + \gamma h$$

γ — գրունտի ծավալային կշիռը.

γ' — գրունտի ծավալային կշիռը սուղված վիճակում.

γ_w — ջրի ծավալային կշիռը.

h — գրունտի շերտի հզորությունը, և

β — լանջի թեքության անկյունը:

Տեղի ունեցած ձևափոխման հետևանքով համայական MN ուղղագիծը, որն անց է կացվում փխրուն ապարների շերտում, ընդունում է բարդ ձև և վեր է ածվում հետևյալ երեք հատվածների՝ MP կորագծային հատված (խորքային սողքի գոտում), PQ ուղղագծային հատված (վերադրված գրունտի կոշտ տեղափոխման գոտում) և QR կորագծային հատված (մակերևույթային սողքի գոտում)։

Արմատական ապարներին անցնելիս փոխվում են բոլոր այն մեծությունները, որոնք մտնում են գրունտի խորքային սողքի արագության բանաձևի մեջ։ Քրակես կանոն արագության մեծությունը հավասարվում է գերոյի և խորքային սողքի ընթացքը կանխվում է։

Սակայն հնարավոր են և այնպիսի դեպքեր, երբ արմատական և փխրուն ապարների կոնտակտից ցած կատարվում է զգալիորեն դանդաղ սողք։ Եթե սողանքը կատարվում է շերտավորության հարթությամբ, ապա արմատական ապարներում խորքային սողքի հայտնաբերման համար կպահանջվեն հատուկ հետազոտական ձևեր։ Հավանական է, որ այդ տիպի ձևափոխություն դեռ չի դիտվել, շնայած նրան, որ դա սկզբունքորեն հնարավոր է։

Եթե երկրաբանական կառուցվածքն այնպիսին է, որ լանջին զուգահեռ ընկնող շերտերը ներկայացնում են T պինդ և U փխրուն շերտերի հաջորդականությունը (նկար 1բ), ապա սահքի մոբիլիզացված դիմադրության գործակցի էպյուրը կլինի սղոցածև, մասնակի սևացրած ատսմենտով այն դեպքում, երբ այդ գործակցի մեծությունը փխրուն ապարներում կդառնա սողքի շեմից բարձր։ Այդպիսի շերտերում տեղի կունենա լանջի խորքային սողքը, թեպետև բարձրում գտնվող պինդ արմատական ապարները կլինեն կոշտության փուլում։ Այդպիսով հիմնական ապարների մի մասը դանդաղ կձևափոխվի, իսկ մյուսը՝ կոշտ կտեղափոխվի նրանց վրայով։

Գրականության մեջ նկարագրված են բազմաթիվ դեպքեր, որոնց բացատրության համար օրինակ կարող է ծառայել սողանքի նշված մեխանիզմը։ Այդպիսին են՝ ա) սողքի ձևափոխությունը դեվոնյան հասակի փափուկ կավերում, որոնք տեղադրված են անխախտ, խիտ կավերի մեջ, լենինգրադի մոտ գտնվող Սվիր-3 հիդրոկայանի տեղամասում, բ) ծալքավորությունը ստորին յուրայի կավերում, որն առաջացել է հովտի ձևավորման ժամանակ նորթհեմպտոնում (Կենտրոնական Անգլիա) [12]։

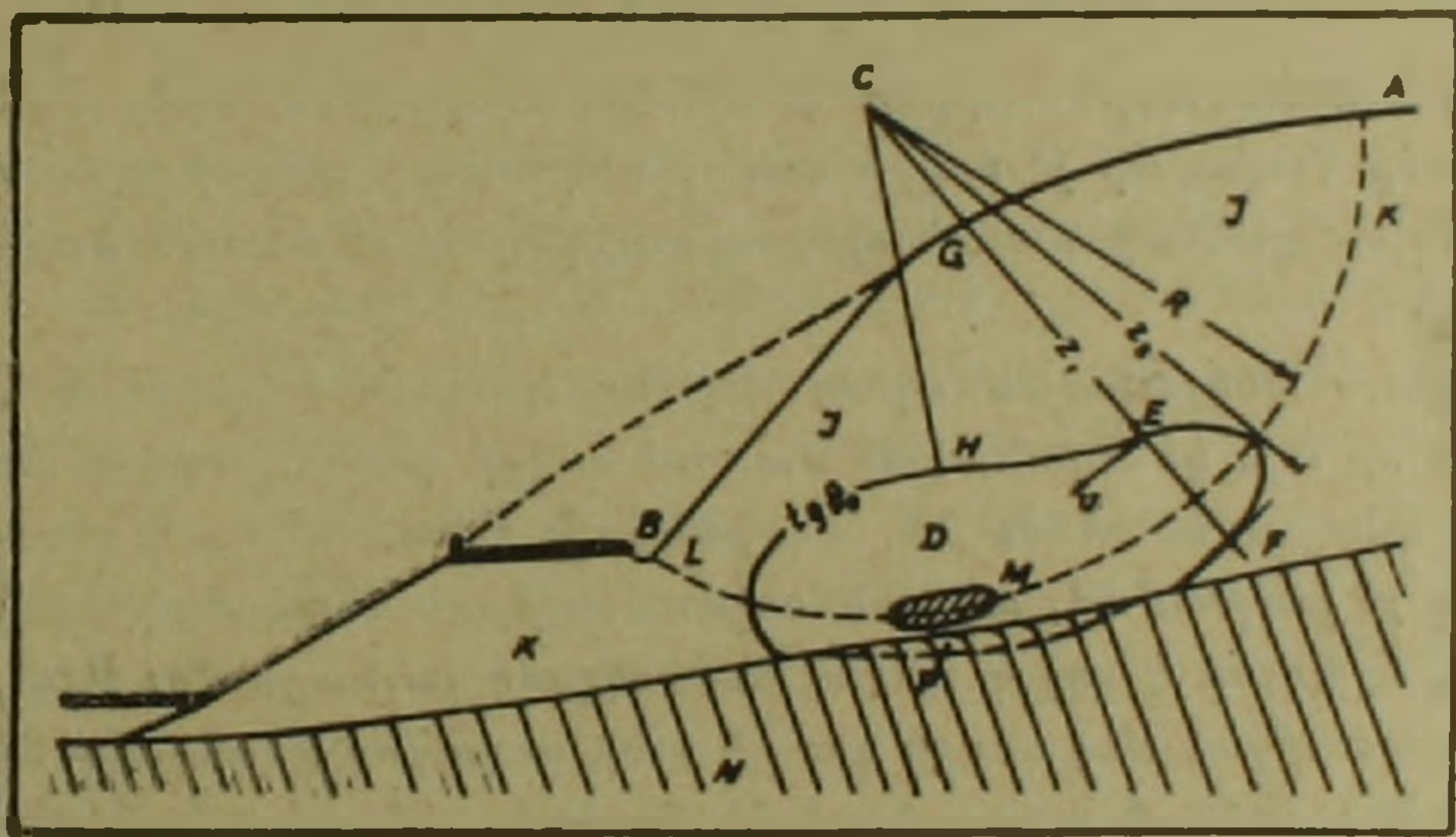
Սողանքային այդ մեխանիզմի կլասիկ օրինակ կարող է ծառայել Ռոսս-րեբգ սարը Շվեյցարիայում։ Նա կազմված է թեք, լանջին զուգահեռ «նազելֆյուլ» կրային ցեմենտ ունեցող կոնցլոմերատի շերտերից, կավերի ու մերմելների ընդմիջվող ենթաշերտով։ Միայն վերջին հազարամյակի ընթացքում այդ սարի հարավային լանջում տեղի ունեցան մոտ քսան խոշոր սողանք։ Այդ թվին է պատկանում և վերոհիշյալ 1806 թվականի խոշորագույն սողանքը՝ Գոլդաու գյուղի մոտ։ Զգալիորեն ավելի մեծ քանակով սողանքների տեղի ունեցան նույն վայրում մինչև պատմական ժամանակները, այդ թվում հսկայական սողանքներ՝ Օբերարտ և Գվանդելենֆյուլ։ Բոլոր նշված դեպքերում սկզբում կատարվում էր «նազելֆյուլ» սալի դանդաղ կոշտ տեղաշարժումը կավերի և մերմելների ենթաշերտերի վրայով, որոնք գտնվում են խորքային սողքի փուլում, իսկ հետո՝ այդ սալի սահումը, երբ սահքի մոբիլիզացված դիմադրությունը հասնում է իր սահմանային 18-ի՝ նշանակությանը։ Գոլդաու սո-

դանքի դեպքում ընադելֆյուն» սալի հզորությունը կազմում էր մոտ 20 մետր
[14]

Եթե արմատական ապարների շերտերն ունեն գառիթափ անկում դեպի լանջի ներսը (նկ. 1ա), ապա խորքային սեղի երևույթը կարելի է հեշտությամբ հայտնաբերել V շերտերի գլուխների կեռացումից (խորքային կեռացում) [10]: Այդ երևույթը նկատված է մի շարք վայրերում, ինչպես օրինակ հողմնահարված էլբոգենյան դրանիտներում Շտիրնի մոտ Զեխոսլովակիայում, կամ հորձաքարային գնելսերում Մոտտո դ'Արբինոյի մոտ Տեսսինում (Շվեյցարիա): Նույն մեխանիզմն ունեն դրավիտացիոն ստրուկտուրաները, որոնք նկարագրված են Ա. Շուլցի կողմից Շարկրատմա գետի հովտում հյուսիս-արևելյան Ֆերգանայում (Կիրգիզիա) [13]:

ՀԱՆՋԵՐԻ ՊՏՈՒՏԱԿԱՆ ԽՈՐԲԱՅԻՆ ՍՈՂՔ

Պատուական խորքային սողորդ դիտվում է այն լանջերում, որոնք մինչև մեծ խորությունները կազմված են համասեռ կավային գրունտներից: Պա սողանքների շատ տարածված տեսակն է: Նա հատկապես հաճախ հանդիպում է առափնյա լանջերում, որոնք կազմված են փխրուն ապարներից և լվացվում են գետերի, կամ ծովերի կողմից:



24. 2

Բեքանով սահմանված ոչ երկար լանջի լարված վիճակը շատ բարդ է։ Չնայած պարզ թվացող հարցի դրվածքին, այդ խնդիրը նույնիսկ հարթ թեքանի դեպքում մինչև այժմ անալիտիկորեն չի լուծված։ Շատ հավանական է, որ քնդհանուր ձևով այդ լուծումը չի ստացվի, իսկ կոնկրետ հարցերի համար կկիրառվեն թվական ձևեր էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաներ օգտագործելով։ Հենց այդ ձևով խնդիրը վերջերս լուծվել էր Շվեյցարիայի մի հոդային պատ-
նեշի համար։

Ճոտոառաձգական ձևով մոդելների վրա զուտ որակականորեն հաստատված էր, որ թեքանով սահմանափակված մարմնում գոյություն ունի մի որոշ տիրույթ, որը բնութագրվում է շոշափող լարումների բարձր կենտրոնացումով։ Օգտագործելով սահքի մոթիլիդացված դիմադրության գաղափարը լանջի մարմնում կարելի է անջատել սողքի D տիրույթը (նկ. 2)։ Այդ տիրույթը սահմանվում է էքց₀-ի գծով, որը համապատասխանում է սահքի մոթիլիդացված դիմադրության արժեքին, հավասար սողքի շեմին։ Այդ տիրույթի դրսում

սահքի մորիլիզացված դիմադրության գործակցի մեծությունը ցածր է սողքի շեմից, այդ իսկ պատճառով գրունտը գտնվում է կոշտության փուլում:

Սողքի տիրույթի ներսում կատարվում է պտուտական խորքային սողք լանջի սահմանի AB պոտենցիալ մակերևույթի C կենտրոնի շուրջը: Այդ սողքի գծային ռադիոսի կոշտության և սողքի սահմանային E կետում, դիտվող CF շառավիղի համար հավասար է՝

$$v = \lambda \int_{r_1}^{r_2} \frac{(\sigma_1 - \sigma_3) \sin 2\alpha dr}{\sigma_1 \sigma_3 + (\sigma_1 - \sigma_3) \cos 2\alpha + 2(H - u)} - \lambda (r_2 - r_1) \operatorname{tg} \vartheta_0$$

որտեղ σ_1 և σ_3 — գլխավոր լարումներն են,

r_1 և r_2 — սողքի գոտու սահմանային E և F կետերի շառավիղ — վեկտորներն են, և

α — անկյունը սողքի դեֆորմացիայի ուղղության և այն հարթակի միջև, որի վրա ազդում է մեծագույն գլխավոր լարումը:

Այստեղից կարելի է գտնել GE կոշտության գոտու հատվածի անկյունային արագությունը՝

$$\omega = \frac{v}{r_1}$$

Հողային զանգվածի տարբեր կետերում տեղաշարժման ω անկյունային արագությունը հավասար չէ սողքի գոտու անկանոն շափերի և նրա սահմաններում գտնվող գրունտի սահքի դիմադրությանը ոչ միանման մորիլիզացման պատճառով:

Մեծագույն անկյունային արագությունը պետք է ցուցաբերի CH շառավիղը, քանի որ այս կենտրոնական մասում սողքի գոտու շափերը և սողքի ինտենսիվությունը ամենամեծն են: Սկզբնական շրջանում, քանի դեռ գրունտի հոծությունը չի խախտված, այդ անհավասարության հետևանքներն են լարումների վերաբաշխումը և սողքի գոտու համակշռող լայնացումը: Այդ իսկ պատճառով տարածության մեջ սողքի գոտին ունի գոգավոր ոսպնյակի ձև:

Հետագա շրջանում առաջանում են խզման դեֆորմացիաներ՝ սողանքային ճեղքվածքներ: Նրանք հատկապես ուժեղ են արտահայտված գրունտի J կոշտ շարժվող գոտու և հարևան անշարժ K գրունտի մեջ, ամբողջապես եզրագծելով սողանքը: Հատկապես սողանքի վերևի մասում դիտվում են բաց խոշոր և խոր ճեղքվածքներ:

Սողանքային ճեղքվածքների վերլուծումը ղգալի տեղ է գրավում սողանքների ուսումնասիրության մեջ: Հաստատված է սողանքային ճեղքվածքների հիմնական տեսակների տեղաբաշխման օրինաչափությունը: Մշակված է սողանքային ճեղքվածքների մանրակրկիտ մորֆոգենետիկ դասակարգում, որը հիմնված է ճեղքվածքներ առաջացնող լարումների բնույթի հայտանիշի վրա [5]:

Այդ դասակարգումը հնարավորություն է տալիս սողանքային ճեղքվածքների օգտագործումը լանջերի լարված վիճակի վերլուծման նպատակով: Այն բնակավայրերում, որտեղ մակերեսային սողանքային ճեղքվածքները չեն պահպանվում, կարող է կիրառվել շենքերի և ինժեներական կառուցվածքների դե-

Ֆորմացիաների վերլուծումն ըստ հեղինակի կողմից առաջարկված դասակարգման [1]:

Խորքային D սողքի տիրույթի մեջտեղի մասում AB պոտենցիալ սահման մակերևույթին կից գտնվում է կղզիաձև M պլաստիկության դոտին, որում գրունտի սահքի դիմադրությունը լրիվ մոբիլիզացված է: Վերը նշված էր, որ աղետային փուլում M պլաստիկության գոտին տարածվում է ամբողջ AB պոտենցիալ սահման գծի երկարությամբ:

Համասեռ կավային գրունտի տակ լանջի մարմնում կարող են գտնվել N արմատական ապարները: Վերջիններիս սահմանում գրունտի մոբիլիզացված դիմադրության գործակցի արժեքը նվազում է: Եթե այդ արժեքը դառնում է արմատական ապարների սողքի շեմից փոքր, ապա խորքային սողքը դադարում է: Այն դեպքում, երբ նա մեծ է այդ շեմից, արմատական ապարներում կատարվում է դանդաղ դարավոր սուչք: Եթե լեռնային ապարներն ունեն զանոթիափ անկում, ապա նրանց D շերտերի գլուխները կեռածռվում են (խորքային կեռածռում): Այս մեխանիզմը բավարար չափով բացատրում է մեծ խորություններում գտնվող շերտերի գլուխների կեռածռումը. նման մի վառ օրինակ դիտվել է ալպիական հովիտներից մեկում [10]:

ՀԱՆՋՆՐԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ

Հանձնրի խորքային սողքը զարգանում է մի շարք սողանք առաջացնող գործոնների ազդեցության տակ: Այդ գործոնների մի մասն ազդում է անփոփոխ ինտենսիվությամբ, մյուսները միապաղաղ աճում են, իսկ երրորդները՝ ենթակա են սիստեմատիկ տատանումների, որոնք կրում են սեղոնային կամ արտադրական բնույթ: Այդ իսկ պատճառով լանջերի խորքային սողքի արագությունը մի փոփոխական մեծություն է, որը կարող է սողանք առաջացնող գործոնների ազդեցության ինտենսիվության համար չափանիշ ծառայել: Նախկին է տալիս նույն ձևով կարծիք կազմել սողանքի ընթացքի մասին, ինչպես հիվանդի ջերմաստիճանի չափումները թույլ են տալիս եզրակացնել հիվանդության ընթացքի մասին:

Սողանքային գրաֆիկները, որոնք կապ են ստեղծում ժամանակի, սողանք առաջացնող գործոնների ինտենսիվության և լանջերի խորքային սողքի արագության միջև, կարող են տալ լանջի վիճակի հարմար գնահատականը, սողանքների գույակումը, դրանով և հնարավոր կլինի հայտնաբերել հակասողանքային միջոցառումների արդյունքները [6]: Այդ կապակցությամբ հետաքրքիր է սողանքների դեմ աստիճանական պայքարի հնարավորությունը, որն, իրենից ներկայացնում է հակասողանքային միջոցառումների հաջորդական կիրառումը, սկսած ամենաարդյունավետներից: Այդ միջոցառումները ղույակցվում են մանրազննին դիտումներով, որոնք թույլ են տալիս հետեվել սողանքային պրոցեսի մարման ընթացքին [4]:

Սողանքների տեղաշարժման ճշգրիտ դիտումների վստահելի ձևերի պակասության պատճառով մեր կողմից զարգացված և լայն կիրառված է պրոֆ. Ն. Կելլի գիֆերենցիալ մեթոդը [3]:

Տարբեր երկրաբանական և կլիմայական պայմաններում զարգացող սողանքների տարատեսակների մասին տվյալներ ստանալու համար հեղինակի ղեկավարությամբ կազմակերպվեցին գործիքային դիտումներ մի շարք խոշոր

սողանքների վրա: Հայկական ՍՍՌ-ում ուսումնասիրվել են Քանաքեռի և Երե-
վանի հին հիդրոկայանների բացատար ջրանցքների, Չորագէսի և Երևանի նոր
հիդրոկայանների գլխամասի կառուցվածքների, Դյումուշ և Աթարբեկյան հիդ-
րոկայանների շենքերի մոտակայքի, Դիլիջանի կենտրոնական մասի սողանք-
ները և այլն:

Հանրապետության սահմաններից դուրս սողանքների ուսումնասիրություն-
ներ են կատարված Հիսիի մոտ (Սուրամյան լեռնանցք, Վրաստան), Կարա-
Չուխուրում (նավթահանքեր Բաքվի մոտ), Ուլյանովսկում, Եգորիկ հիդրո-
կայանի հողային պատնեշին կից լանջերում (Հյուսիսային Կովկաս), Սոչիի
երկու խոշոր սողանքները սանատորիաների մոտ և այլն: Ստացված արդյունք-
ների մի մասը հրատարակված է [8]:

Սոչիի սողանքի ուսումնասիրությունն ապացուցեց տեսականորեն նախա-
տեսված բազմահարկ սողանքների առաջացման պայմանները:

Ուլյանովսկում, Դիլիջանում և Հիսիում հաստատվել է, որ սողանքային
հունի բարդ ստորերկրյա ռելյեֆի դեպքում տեղաշարժվող հողային զանգված-
ների տեղաբաշխման քարտեզները թույլ են տալիս ուսումնասիրվող տերիտո-
րիաները շրջանացնել ըստ շարժունակության հատկանիշի: Այդ տիպի աշխա-
տանքը, որը կատարվել է Ուլյանովսկում և այժմ կրկնվում է Դիլիջանում, թույլ
է տալիս տարբեր տնտեսական կարիքների համար (ծանր և թեթև շինություն-
ների, պուրակների և այլն) անջատել առանձին տեղամասեր: Կարող են մշակ-
վել նաև սողանքակայուն կառուցվածքների տեսակներ:

Սոչիում կատարվում են գրունտի ձևափոխման դիտումներ՝ խորքային
սողքի գոտում: Այդ դիտումները թույլ են տալիս դաշտային պայմաններում
որոշել գրունտի ռեոլոգիական հատկությունները [11]:

Ցույց է տրված սողանքային լանջերի արդյունավետ ամրացման հնարա-
վորությունը քարացած գրունտից պատրաստված սյուների միջոցով: Այդ հաշ-
վարկում նկատի է առնվում սողանքի մեխանիզմը՝ սյուների քանակը և շա-
փերը որոշելու համար [9]:

Լանջերի խորքային սողքի տեսության կիրառման կարևորագույն բնագա-
վառն է սողանքային երևույթների կանխագուշակման հնարավորությունը:
Որինակ, Ուլյանովսկում սողանքի կանխագուշակումն արված էր փլումից մի
քանի ամիս առաջ: Սողանքային երևույթների կարճատև կանխագուշակման
ծառայությունը կազմակերպված էր պատերազմի տարիներին Հիսիի խոշոր
սողանքում, որի վրայով անցնում էր երկաթուղային մագիստրալը, ասյա Հայ-
կական ՍՍՌ հիդրոկայանների շենքերի վրա: Վերջին տարիներում այդպիսի
աշխատանքներ տարվում են Սոչիի սանատորիայի ֆունիկուլյորի վրա:

Օգտագործելով խորքային սողքի տեսությունը և մշակելով ռեոմեխանի-
կական վերլուծման եղանակը հնարավորություն ունեցանք հայտնաբերել վերին
պլիոցենային սողանքները Երևանում, որոնք թաղված էին լավային հզոր ծած-
կոցների տակ:

Մոտ ապագայում նախատեսված է լանջերի խորքային սողքի տեսությունը
կիրառել նաև գրավիտացիոն տեկտոնիկայի վերլուծման հարցում. դա հատ-
կապես կարևոր նշանակություն կարող է ունենալ Հայաստանի նման երիտա-
սարդ ալպիական երկրում:

ՀՍՍՌ ԳԱ

Ներկայացրած գիտությունների ինստիտուտ

Ընդունված է 27.VIII.1964:

Г. И. ТЕР-СТЕПАНЯН

СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ ГЛУБИННОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ СКЛОНОВ

Р е з ю м е

В статье дается краткий обзор теории глубинной ползучести склонов — ее геологических и реологических предпосылок, описываются плоскостная и вращательная ползучести склонов и перечисляются разработанные к настоящему времени некоторые ее практические приложения. Эти вопросы подробно излагаются на русском языке в литературе, приводимой в библиографии.

ԳՐԱԾԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Емельянова Е. П. Методическое руководство по стационарному изучению оползней. М., Госгеолыздат, 1956.
2. Попов И. В. Инженерная геология, 2 изд. М. Изд. МГУ, 1959.
3. Келль Н. Г. Графический метод в действиях с погрешностями и положениями (распределениями) М.—Л. Изд. АН СССР, 1948.
4. Тер-Степанян Г. И. О стадийной борьбе с оползнями. Изв. АН Арм. ССР, геол. геогр. н. 10 (3), 1957.
5. Тер-Степанян Г. И. Классификация оползневых трещин, там же 11 (5), 1958.
6. Тер-Степанян Г. И. К вопросу о прогнозе переработки берегов водохранилищ. Труды совещания по динамике берегов морей и водохранилищ, Одесса, 1, 1959.
7. Тер-Степанян Г. И. О длительной устойчивости склонов. Ереван, Изд. АН Арм. ССР, 1961.
8. Тер-Степанян Г. И. Измерение глубинной ползучести склонов. Изв. АН Арм. ССР, геол. геогр. н. 14 (4), 1961.
9. Тер-Степанян Г. И. Применение закрепления грунтов для повышения устойчивости склонов. Материалы совещания по закреплению и уплотнению грунтов. Киев, 1962.
10. Тер-Степанян Г. И. О механизме образования загиба голов пластов. ДАН Арм. ССР, 38 (2), 1964.
11. Тер-Степанян Г. И. Полевое определение реологических характеристик грунтов на склонах. ДАН Арм. ССР, 40 (1), 1965.
12. Терцаги К. Механизм оползней. Проблемы инженерной геологии, Сб. статей, вып. 1. М. Изд. иностр. литературы, 1958.
13. Шульц С. С. О гравитационных (массовых) движениях в Тянь-Шане. Изв. Кирг. фил. АН СССР, Фрунзе, 6, 1947.
14. Heim Alb., Bergturz und Menschenleben. Beibl. z. Vierteljahrschr. d. Naturforsch. Gesellsch. in Zurich, 1932, Jg. 77, H. 3/4, № 20, Geol. Nachlese № 30.