

Երկրաբանություն

УДК 624.131

ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ԼԱՆՁԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՍՈՂԵԼՆԵՐԸ
ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՀԻՍԱՆ ՎՐԱ ԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՍԱՀՔԻ ԴԻՍԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
ՈՐՈՇՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հ. Ս. ՀԱՅՐՈՅԱՆ *

*ԵՊՀ ջրաներկրաբանության և ճարտարագիտական
երկրաբանության ամբիոն, Հայաստան*

Աշխատանքում առանձնացվել են երեք ֆիզիկաերկրաբանական մոդելներ: Ստացված փորձարարական տվյալների հիման վրա առաջարկվում է կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ պլաստիկ կոնսիստենցիայով կավային գրունտներից կազմված լանջերի կայունության գնահատման բանաձևում ընդհանուր կապակցվածությունը փոքրացնել կոշտ ցեմենտացիոն կապակցվածության չափով: Փափուկ-պլաստիկ, հոսուն-պլաստիկ կոնսիստենցիայով կավային գրունտները ընդունակ են մածուցիկ-պլաստիկ, պլաստիկ դեֆորմացիաների և նրանցից կազմված լանջերում սողանքային երևույթները ըստ մեխանիզմի պլաստիկ կամ սողանք հոսքեր են, հաշվի առնելով, սահքի մակերևույթի գոտում կոշտ կառուցվածքային կապերի բացակայությունը, լանջի կայունության գնահատման բանաձևում սահքի դիմադրությունը վերցնել՝ $\tau_f = \sigma \operatorname{tg} \varphi$:

Keywords: clays, landslide, slopes, stability, shear strength, colloid, cohesion.

Սողանքային երևույթների ուսումնասիրությունների ժամանակ ճարտարագետ երկրաբանների առջև դրված կարևորագույն խնդիրներից են լանջերի կայունության գնահատումը, լանջի տեղաշարժման վարքի կանխատեսումը և դրանց հիման վրա հակասողանքային միջոցառումների մշակումը: Նշված խնդիրների լուծումը հնարավոր չէ առանց սողանքային երևույթների մեխանիզմի բացահայտման, լանջի ֆիզիկաերկրաբանական մոդելի կազմման (համակարգ՝ ժամանակի և տարածության մեջ արտաքին ազդեցություններին ինքնուրույնաբար հակազդեցություն ունեցող, որի զարգացման մեխանիզմը նման է սողանքային երևույթի մեխանիզմին), ինչպես նաև լանջը կազմող գրունտների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների հաշվարկային ցուցանիշների որոշման:

Գրունտային զանգվածների սողանքային տեղաշարժերի բնույթը և ժամանակի ընթացքում զարգացումը չափազանց բարդ և բազմազործոն է, քանի որ, հաճախ ի հայտ են գալիս գրունտների շարժման մեխանիզմի բազմակի փոփոխություններ. անցում պլաստիկ դեֆորմացիաներից սահեցման,

* E-mail: hayroyan21@gmail.com

սահեցումից սողանք-հոսքի և այլն [1–3]: Այստեղ սողանքային դեֆորմացիաները մեծապես պայմանավորված են գրունտում սահքի էֆեկտիվ լարումներով, սահքի դիմադրությամբ և ապարների դեֆորմացիոն հատկություններով:

Սողանքային երևույթի զարգացման ընթացքը բնութագրվում է գրունտների սահքի դիմադրության և ռելոլոգիական (սահքային սողքի) հատկությունների ցուցանիշներով: Սողանքային երևույթների մեխանիզմի մեջ որոշակի դեր ունի նաև լանջը կազմող գրունտների ջրահագեցման բնույթը:

Առանձնացվում են սողանքային երևույթների հետևյալ հիմնական ֆիզիկատերևաբանական մոդելները [4]:

Մոդել 1: Սողանքային երևույթները պայմանավորված են լանջը կազմող կավային գրունտների խոնավության բարձրացմամբ, որի արդյունքում լանջի մերձնակերևութային զանգվածի ամբողջ ծավալով, կամ կայուն հիմքի նույն կոնտակտային զոտու սահմաններում (սահեցման սողանքներ) տեղի են ունենում գրունտների սահքի դիմադրության ($tg\varphi, C$) և դիմամիկական մածուցիկության գործակցի (η) նվազում: Նման պայմաններում սողանքներն ըստ տեղաշարժի մեխանիզմի բնույթի սողանք-հոսքեր և պլաստիկ-սողանքներ են: Սողանքների տեղաշարժման մեխանիզմները որոշվում են կավային գրունտների սահքի դիմադրությամբ և սողքով [5]: Բացի նշվածից՝ սողանքային լանջի կայունությունը որոշվում է գրունտի խտությամբ և լանջի երկրաչափական ցուցանիշներով (թեքությամբ, բարձրությամբ) որոշվող ծանրության ուժի սահքի բաղադրիչով:

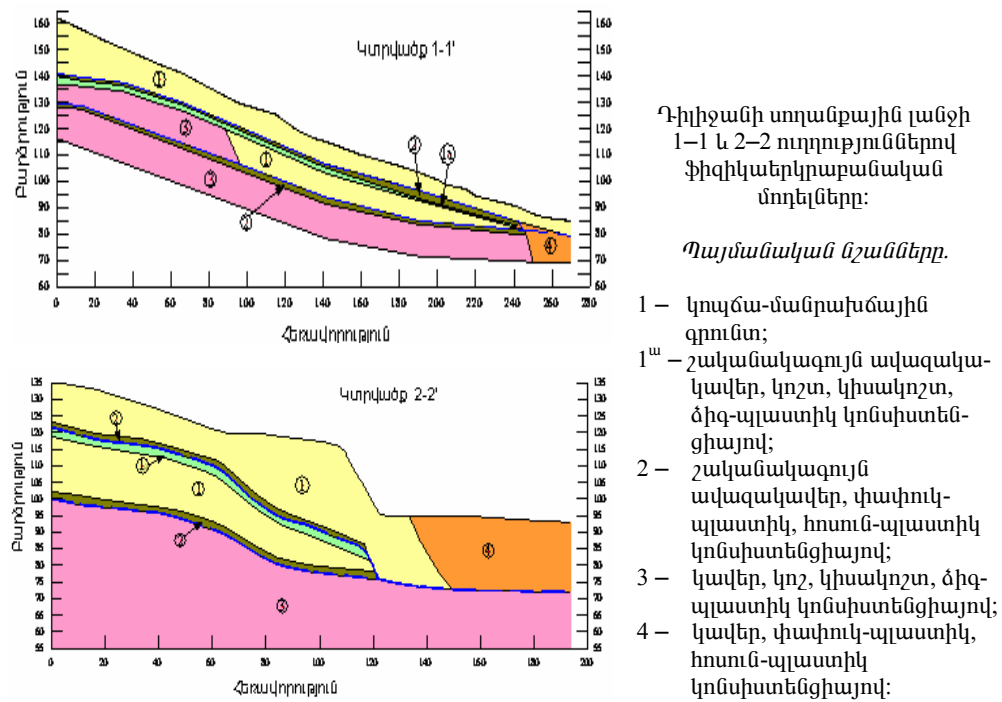
Մոդել 2: Սողանքային երևույթների մի մեծ խումբ՝ արտաճզման սողանքներ և արմատական ապարների ընդգրկմամբ սահեցման սողանքներ, որոնք առաջ են գալիս հաստատուն սահքի դիմադրության և սողքի հատկությունների պայմաններում լանջի լարվածային վիճակի փոփոխության հետևանքով: Հնագույն սողանքի տեղաշարժման հարթության, թեք կամ հորիզոնական թույլ ամրության կավային շերտի թուլացման գոտիների առկայությամբ պայմանավորված լանջի կառուցվածքով, դիսլոկացված ապարների զանգվածի կողմնորոշման ուղղությամբ առաջանում են տարաբնույթ սողանքային դեֆորմացիաներ՝ բեկուն քայքայում և սահք (սահեցում), արտաճզմում, ճզմում կամ նրանց համակցում:

Մոդել 3: Սեյսմոգեն սողանք-փլվածքներ, որոնք ի հայտ են գալիս խոշոր մեծաքարերի և ժայռային ապարների տեղաշարժման տեսքով: Բնութագրվում են շարժման մեջ ընգրկված ապարների զանգվածի հաստվածքով, տեղաշարժման մակերևութի ռելիեֆի երկրաչափական բնութագրերով, տեղաշարժվող և ծածկվող ապարների շփման դիմադրությամբ:

Ֆիզիկատերևաբանական մոդելներին համապատասխան, սահքի դիմադրության ցուցանիշների որոշման փորձարկումների եղանակների մշակման նպատակով, ուսումնասիրվել է Տավուշի մարզի Դիլիջան քաղաքում կառուցված Միջազգային դպրոցի հարակից սողանքային լանջը: Այստեղից վերցված կավային գրունտները բնական կազմվածքով են, գտնվում են տարբեր ֆիզիկական վիճակներում, կոնսիստենցիաները տատանվում են կոշտից՝ $IL < 0$ մինչև հոսուն պլաստիկ վիճակ՝ $0,75 < IL < 1$:

Ուսումնասիրվող տարածքը երկրաբանա-կառուցվածքային տեսանկյունից հանդիսանում է Դիլիջանի գրաբենի հյուսիսային լանջը, որն ունենալով դեպի հարավ նշանակալի թեքություն, սահմանափակվում է Աղստև գետով:

Երկրաբանական զարգացման ժամանակակից փուլում տարածքը բնութագրվում է բարձր տեկտոնական ակտիվությամբ: Տարածքում վերին օլիգոցեն–ստորին միոցեն ժամանակաշրջանում տեղի են ունեցել ակտիվ տեկտոնական գործընթացներ, որոնք հանգեցրել են զգալի ծալքաձևախախտումներ և հզոր հրաբխային ժայթքումներ [6]: Տեկտոնական շարժումները նպաստել են լանջերի բարձրության աճին և դրանով պայմանավորված էրոզիոն երևույթների զարգացմանը: Տեղանքի ժամանակակից ռելիեֆի միջին թեքությունը կազմում է 15–25°:



Սողանքային երևույթների զարգացման վրա էական ազդեցություն ունեն ստորերկրյա ջրերը, որոնց մակարդակի փոփոխման ռեժիմը սերտորեն կապված է մթնոլորտային տեղումների հետ: Տեղանքի ջրատերկրաբանական պայմանները որոշվում են նրա երկրաբանական կառուցվածքով, տեկտոնական խախտումներով և նեոտեկտոնական շարժումներով, որոնք բնութագրվում են ջրատար հորիզոնների հարկայնությամբ: Ստորերկրյա ջրերի առկայությունը նպաստում է լանջի գրունտային զանգվածի ջրակալմանը, թուլացված գոտիների առաջացմանը, ինչպես նաև լանջի կայունության վրա հիդրոդինամիկական, հիդրոստատիկ ազդեցությանը: Նկարում բերված են երկրաֆիզիկական, հորատման և գրունտների գեոտեխնիկական հատկությունների ուսումնասիրությունների հիման վրա, կայունության գնահատման նպատակով կառուցված, սողանքային լանջի տեղամասի ֆիզիկատերկրաբանական մոդելները:

Սողանքային առաջացումներում հանդիպում են ճեղքերի երկու հիմնական համակարգեր՝ շերտավորության հետ կապված լիթոլոգիական ճեղքեր և հին սողանքային սահքի մակերևույթներ, որոնք թուլացված գոտիներ են, սողանքային տեղաշարժերի համար պոտենցիալ սահքի մակերևույթներ: Նշված գոտիները սողանքային երևույթների առաջացման տեսանկյունից առավել վտանգավոր

են, ճարտարագիտակրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ հորատանցքերից նշված ջրահագեցած թույլ գոտիներից նմուշարկումը կապված է լուրջ դժվարությունների հետ: Նշած թուլացված գոտիներով սողանքային լանջերի ուսումնասիրություններն իրականացնելու նպատակով առաջարկվում է նոր մեթոդիկա՝ բավարարող հետևյալ պահանջներին.

- ապահովել գրունտների կազմի և հատկությունների համալիր ցուցանիշների ստացումը, միաժամանակ իրականացնելով սողանքառաջացման գործոնների մեջ առավել մեծ դեր ունեցող գետտեխնիկական հատկությունների առանձին ցուցանիշների առավել խորը ուսումնասիրություններ;

- հաշվի առնել լանջի երկրաբանական, ջրաերկրաբանական, կլիմայական պայմանները, ապարների անհամասեռությունը, լանջում գրունտների ճեղքավորվածության, թուլացված գոտիների առկայությունը: Նմուշների փորձարկման սխեմաները և եղանակները պետք է մոդելավորի գրունտային զանգվածում գրունտի դեֆորմացիայի բնույթը;

- ներառել այնպիսի համալիր մոտեցումներ, որոնք հնարավորություն կընձեռեն գրունտների հատկությունները որոշել ոչ միայն փորձարկման պահին, այլև բնութագրել բնական և տեխնածին գործոնների ազդեցության հետևանքով ժամանակի ընթացքում նրանց փոփոխությունները:

Հաշվի առնելով սողանքային տեղամասերի երկրաբանական կառուցվածքը, ջրաերկրաբանական պայմանները և լիթոլոգիական առանձնահատկությունները առաջարկվում են գրունտների ըստ սահքի դիմադրության փորձարկումների հետևյալ սխեմաները՝

1-ին սխեմա՝ բնական կազմվածքով և խոնավության պայմաններում գրունտի նմուշների ստանդարտ եղանակով փորձարկում: Նշված սխեմայով փորձարկումները կիրառվում են արմատական չտեղաշարժված կամ բլրկային սողանքների համար, այդ դեպքում կայունության գործակիցը հաշվարկվում է Տերցագիի շրջանազլանային սահքի մակերևույթի եղանակով;

2-րդ սխեմա՝ սահքի դիմադրության փորձարկում կրկնակի կտրման մակերևույթով: Այն մոդելավորում է փաստացի խոնավությամբ հին սողանքային սահքի մակերևույթով կամ տեկտոնական ճեղքերով սողանքային տեղաշարժերը: Նման տիպի սողանքային երևույթներ կարող են զարգանալ լանջի կտրման և սեյսմիկ ուժերի ազդեցության հետևանքով;

3-րդ սխեմա՝ խոնավացված մակերևույթով սահքի դիմադրության կրկնակի կտրման փորձարկում: Այն մոդելավորում է սահքի հին մակերևույթով ջրակալված, խոնավացված սողանքային լանջը, ուր կարելի է սպասել սողանքային տեղաշարժեր:

Աշխատանքում, սահքի դիմադրության կատարված փորձարկումները իրականացվել են «Հիդրոնախագիծ» ինստիտուտի ГГП-30 տիպի սահքի միահարթակ կտրման փորձասարքով: Փորձարկման ռեժիմը ընտրվել է հաշվի առնելով գրունտների կոնսիստենցիան: Ընդ որում կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ-պլաստիկ կոնսիստենցիայով կավային գրունտների նմուշները փորձարկվել են կոնսոլիդացված-դանդաղ ռեժիմով, իսկ փափուկ-պլաստիկ, հոսուն-պլաստիկ նմուշները՝ չկոնսոլիդացված-արագ ռեժիմով [7]:

Գրունտների ջրաֆիզիկական հատկությունների և սահքի դիմադրության նշված երեք սխեմաներով փորձարկման արդյունքները բերված է աղյ. 1 և 2-ում: Ստորև բերված են նաև չխոնավացված, խոնավացված

մակերևույթով կրկնակի կտրման սխեմայով որոշված և փորձարկման ստանդարտ եղանակով որոշված սահքի դիմադրության ցուցանիշների հարաբերությունները՝ $tg\phi_{կրկն}/tg\phi_{ստ}$; $C_{կրկն}/C_{ստ}$; $tg\phi_{կլխ}/tg\phi_{ստ}$; $C_{կլխ}/C_{ստ}$:

Աղյուսակ 1

Գրունտների ջրաֆիզիկական հատկությունները

	Նմուշարկման խոնավություն	Խտությունը $q/սմ^3$			Բնական խոնավություն, W	Ծակակցության գործակից, e	Պլաստիկություն			Կոմպակտացիայի ցուցիչ, I_L	Ջրահագեցման աստիճան, S_r
		գրունտի, ρ	միներալային մասնիկների, ρ_s	կանխքի, ρ_d			վերին սահմանը, W_L	ստորին սահմանը, W_P	պլաստիկության ցուցիչ, I_P		
Տեղամաս 1. շագանակագույն, մուգ շագանակագույն ավազակավեր, կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ պլաստիկ կոնսիստենցիա											
Հա-2	6,50–6,75	2,045	2,70	1,660	0,228	0,627	0,316	0,209	0,107	0,178	0,983
Հա-5	20,20–20,40	2,090	2,72	1,805	0,158	0,507	0,298	0,208	0,090	<0	0,850
Հա-6	21,80–22,10	2,070	2,73	1,735	0,193	0,574	0,298	0,206	0,092	<0	0,919
Հա-8	27,70–28,00	2,135	2,76	1,770	0,205	0,559	0,280	0,164	0,116	0,353	1,000
Հա-9	4,20–4,50	1,190	2,70	1,490	0,283	0,812	0,346	0,261	0,085	0,259	0,940
Տեղամաս 2. ավազակավեր, ավազակավեր շագանակագույն, կոշտ, կիսակոշտ կոնսիստենցիա											
Հա-5	18,0–18,2	1,99	2,70	1,63	0,221	0,656	0,302	0,230	0,072	<0	0,909
Հա-6	30,2–30,5	1,90	2,71	1,48	0,281	0,831	0,388	0,241	0,147	0,272	0,915
Հա-14	16,5–16,7	2,02	2,67	1,64	0,230	0,628	0,299	0,200	0,099	0,303	0,979
Հա-1	26,0–26,3	2,03	2,70	1,72	0,181	0,570	0,303	0,208	0,095	<0	0,858
Տեղամաս 3. ավազակավեր, ավազակավեր շականակագույն, կոշտ, կիսակոշտ կոնսիստենցիա կոնսիստենցիա											
Հա-3	3,7–4,0	1,88	2,68	1,49	0,265	0,799	0,326	0,256	0,070	0,129	0,889
Հա-3	9,3–9,6	1,79	2,69	1,52	0,259	0,770	0,465	0,276	0,189	<0	0,905
Հա-1	16,1–16,3	1,99	2,72	1,66	0,198	0,639	0,327	0,215	0,112	<0	0,843
Հա-6	4,3–4,5	1,84	2,76	1,49	0,237	0,852	0,312	0,200	0,112	0,330	0,768
Հա-7	18,0–18,3	1,96	2,68	1,66	0,179	0,614	0,267	0,151	0,116	0,241	0,782
Հա-9	17,0–17,3	1,89	2,71	1,55	0,214	0,748	0,328	0,154	0,174	0,345	0,775
Տեղամաս 1. շագանակագույն, մուգ շագանակագույն ավազակավեր, փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիա											
Հա-7	19,80–20,00	2,110	2,760	1,737	0,215	0,589	0,227	0,158	0,069	0,826	1,000
Հա-11	7,60–7,80	1,970	2,725	1,560	0,278	0,747	0,318	0,201	0,117	0,658	1,000
Հա-11	12,20–12,45	1,885	2,730	1,390	0,352	0,964	0,399	0,291	0,108	0,565	0,997
Տեղամաս 2. ավազակավեր, ավազակավեր շագանակագույն, փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիա											
Հա-9	23,3–23,5	2,05	2,68	1,700	0,207	0,576	0,226	0,158	0,068	0,721	0,963
Հա-10	16,4–16,6	1,53	2,26	1,059	0,445	1,134	0,457	0,345	0,112	0,893	0,887
Հա-13	22,1–22,3	1,91	2,64	1,600	0,191	0,650	0,256	0,142	0,114	0,675	0,850
Հա-2	36,0–36,2	1,90	2,74	1,390	0,368	0,986	0,395	0,201	0,194	0,861	1,000
Տեղամաս 3. ավազակավեր, ավազակավեր շագանակագույն, փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիա											
Հա-6	26,2–26,5	1,95	2,73	1,50	0,301	0,820	0,342	0,221	0,121	0,661	1,00
Հա-6	23,8–24,0	1,94	2,70	1,51	0,283	0,788	0,313	0,182	0,131	0,771	0,970
Հա-7	9,0–9,3	2,01	2,69	1,66	0,210	0,620	0,271	0,165	0,106	0,425	0,911

Գրունտների սահքի դիմադրության արդյունքները փորձարկված 3 տարբեր սխեմաներով

Հորատանցք (տեղանուն)	Միջին ակ.	Կոնսիստենցիայի ցուցիչ, I_L	Սահքի դիմադրության ցուցիչ						$tg\phi_{կրկ}/C_{ստ}$	$C_{կրկ}/C_{ստ}$	$tg\phi_{կրկ}/tg\phi_{ստ}$	$C_{կրկ}/C_{ստ}$
			ստանդարտ փորձ.		կրկնակի սահքի փորձ.		կրկնակի սահքի փորձ. խոնավ մակերևույթ.					
			$tg\phi$	$C, ՄՊա$	$tg\phi$	$C, ՄՊա$	$tg\phi$	$C, ՄՊա$				
5(1)	20,2–20,4	<0	0,413	0,041	0,400	0,007	0,350	0,004	0,968	0,171	0,847	0,102
6(1)	21,8–22,1	<0	0,388	0,047	0,313	0,008	0,275	0,004	0,807	0,170	0,709	0,089
5(2)	18,0–18,2	<0	0,362	0,030	0,362	0,008	0,313	0,007	1,000	0,267	0,865	0,223
1(2)	26,0–26,3	<0	0,368	0,035	0,350	0,007	0,325	0,004	0,951	0,200	0,883	0,120
3(3)	9,3–9,6	<0	0,319	0,042	0,312	0,009	0,300	0,006	0,978	0,214	0,940	0,138
1(3)	16,1–16,3	<0	0,362	0,053	0,350	0,012	0,300	0,009	0,967	0,226	0,829	0,174
Կոշտ կոնսիստենցիա, $IL < 0$												
2(1)	6,60–6,75	0,178	0,213	0,041	0,175	0,007	0,175	0,005	0,822	0,171	0,822	0,122
3(3)	3,7–4,0	0,129	0,250	0,027	0,238	0,006	0,200	0,004	0,952	0,222	0,800	0,156
7(3)	18,0–18,3	0,241	0,287	0,021	0,275	0,005	0,225	0,004	0,846	0,238	0,934	0,200
Կիսակոշտ կոնսիստենցիա, $0 < IL < 0,25$												
9(1)	4,2–4,5	0,259	0,325	0,048	0,275	0,014	0,238	0,009	0,846	0,292	0,732	0,192
6(2)	30,2–30,5	0,272	0,300	0,043	0,300	0,012	0,250	0,012	1,000	0,279	0,833	0,272
14(2)	16,5–16,7	0,303	0,243	0,024	0,238	0,009	0,237	0,007	0,979	0,375	0,975	0,279
6(3)	4,3–4,5	0,330	0,275	0,037	0,263	0,011	0,213	0,009	0,956	0,297	0,775	0,249
9(3)	17,0–17,3	0,345	0,200	0,025	0,188	0,011	0,175	0,009	0,940	0,440	0,875	0,368
ձիգ պլաստիկ կոնսիստենցիա, $0,25 < IL < 0,50$												
11(1)	7,6–7,8	0,658	0,100	0,012	0,112	0,008	–	–	1,12	0,667	–	–
11(1)	12,2–2,45	0,565	0,187	0,030	0,163	0,018	–	–	0,872	0,600	–	–
9(2)	23,3–23,5	0,721	0,279	0,015	0,263	0,012	–	–	0,943	0,800	–	–
13(2)	22,1–22,3	0,675	0,250	0,012	0,238	0,009	–	–	0,952	0,750	–	–
6(3)	26,2–26,5	0,661	0,244	0,012	0,213	0,011	–	–	0,873	0,917	–	–
6(3)	23,8–24,0	0,771	0,262	0,017	0,250	0,016	–	–	0,954	0,941	–	–
Փափուկ պլաստիկ կոնսիստենցիա, $0,50 < IL < 0,75$												
7(1)	19,8–20,0	0,826	0,175	0,0172	0,175	0,015	–	–	1,000	0,882	–	–
10(2)	16,4–16,6	0,893	0,187	0,014	0,163	0,012	–	–	0,872	0,857	–	–
2(2)	36,0–36,2	0,861	0,175	0,020	0,175	0,017	–	–	1,000	0,850	–	–

Վերլուծելով փորձարարական ուսումնասիրությունների արդյունքները, հանգում ենք հետևյալին (աղյ. 1 և 2).

– առաջին սխեմայով՝ սահքի դիմադրության փորձարկման դեպքում (ստանդարտ եղանակ), կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ-պլաստիկ կոնսիստենցիայով կավային գրունտների ներքին շփման գործակիցը ($tg\phi$), կախված գրունտի դիսպերսայնությունից, պլաստիկությունից, կոնսիստենցիայից տատանվում է՝ 0,200–0,413; կապակցվածությունը, C ՝ 0,024–0,053 $ՄՊա$ միջակայքերում: Փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիայում գտնվող գրունտների դեպքում ստացված են հետևյալ արդյունքները $tg\phi$ -ն տատանվում է՝ 0,100–0,279; C -ն՝ 0,012–0,03 $ՄՊա$ միջակայքերում;

– երկրորդ սխեմայով՝ որը մոդելավորում է առանց լրացուցիչ խոնավացման հին սողանքային սահքի մակերևույթներով սողանքային տեղաշարժերը, կախված դիսպերսայնությունից, պլաստիկությունից, կոնսիստենցիայից ստացված են հետևյալ արդյունքները $tg\phi$ -ն տատանվում է՝ 0,188–0,400; C -ն՝

0,007–0.014 ՄՊա միջակայքերում: Փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիայում գտնվող գրունտների համար՝ $\text{tg } \varphi$ -ն տատանվում է՝ 0,112–0,263; C -ն՝ 0,008–0.018 ՄՊա միջակայքերում: Կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ-պլաստիկ կոնսիստենցիայով կավային գրունտների կրկնակի կտրման փորձարկմամբ ստացված կապակցվածությունը ցածր է ստանդարտ եղանակով որոշվածից;

– $C_{կրկն}/C_{ստ}$ հարաբերությունը տատանվում է՝ 0,17–0,267; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ -ն՝ 0,807–1,0; կիսակոշտ գրունտների դեպքում $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն՝ 0,171–0,238; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ -ն՝ 0,822–0,952; ձիգ-պլաստիկի դեպքում $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն տատանվում է՝ 0,292–0,440; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ -ն՝ 0,846–1,0: Կոնսիստենցիայի $IL > 0.75$ -ի պայմաններում, փափուկ պլաստիկ գրունտների դեպքում $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն տատանվում է՝ 0,600–0,941; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ -ն՝ 0,872–1,12; հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիայի համար $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն տատանվում է՝ 0,857–0,882; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ -ն՝ 0,872–1,0, կապակցվածությունը և ներքին շփման գործակիցը փոխվում են աննշան;

– փորձարկման երրորդ սխեման՝ մոդելավորում է խիստ ջրակալված սողանքային լանջը, որտեղ լրացուցիչ խոնավացման կամ սահքի դիմադրության իջեցման հետևանքով, սպասվում է սողանքային տեղաշարժ հին սողանքային սահքի հարթությամբ: Դիլիջանի միջազգային դպրոցի հարող սողանքային տեղամասերում երկրաբանական կտրվածքներում կան ջրակալված թույլ գոտիներ, դրանով պայմանավորված երրորդ սխեմայով փորձարկմամբ ստացված տվյալները լանջի կայունության հաշվարկման համար առավել հուսալի են: Կախված՝ գրունտի դիսպերսայնությունից, պլաստիկությունից և կոնսիստենցիայից ստացվել են հետևյալ արդյունքները՝ կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ-պլաստիկ կավային գրունտների դեպքում $\text{tg } \varphi$ -ն տատանվում է՝ 0,175–0,350; C -ն՝ 0.004–0.011 ՄՊա միջակայքերում: Կոշտ կոնսիստենցիայով կավային գրունտների դեպքում $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ հարաբերությունը տատանվում է՝ 0,709–0,94; $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն տատանվում է՝ 0,089–0,223 ՄՊա; կիսակոշտ գրունտների դեպքում $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն տատանվում է՝ 0,122–0,2 ՄՊա; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ ՝ 0,8–0,934; ձիգ-պլաստիկի համար $C_{կրկն}/C_{ստ}$ -ն տատանվում է՝ 0,192–0,368 ՄՊա; $\text{tg } \varphi_{կրկն}/\text{tg } \varphi_{ստ}$ ՝ 0,732–0,975: Ինչպես երկրորդ սխեմայի դեպքում ներքին շփման գործակիցը փոխվում է փոքր չափով, սակայն նկատվում է կապակցվածության կտրուկ անկում կոշտ, կիսակոշտ, ձիգ-պլաստիկ կոնսիստենցիայով չխոնավացված, կրկնակի կտրման մակերևույթով փորձարկմամբ ստացված գրունտի կապակցվածության հետ համեմատելիս:

Փորձարկված երեք տարբեր սխեմաներով սահքի դիմադրության փոփոխությունների պարզաբանման նպատակով կիրառվել է Կուլոն–Մասլովի սահքի դիմադրության տեսությունից, համաձայն որի սահքի դիմադրությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [5, 8]՝

$$\tau_f = \sigma \text{tg } \varphi + C_c + \Sigma_W,$$

որտեղ C_c -ն՝ կոշտ ցեմենտացիոն բնույթի կապակցվածությունն է; Σ_W -ն՝ ջրակոլոիդալ բնույթի կապակցվածությունն է:

Ստանդարտ եղանակով և չխոնավացված մակերևույթով կրկնակի կտրմամբ սահքի փորձարկմամբ ստացված սահքի դիմադրության տարբերությունը պայմանավորված է փորձարկման երկրորդ սխեմայի դեպքում կոշտ ցեմենտացիոն բնույթի կապակցվածության բացակայությամբ՝ $C_c = 0$, գործում է միայն վերականգնվող ջրակոլոիդ կապակցվածությունը՝ $\Sigma_W \neq 0$: Միաժամանակ նշենք, որ կրկնակի կտրման փորձարկմամբ

որոշված ներքին շփման գործակցի՝ և ստանդարտ փորձարկմամբ ստացված արժեքների միջև տարբերությունը էական չէ:

Փորձարարական ուսումնասիրությունների արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ստանդարտ եղանակով որոշված ընդհանուր կապակցվածությունը՝ $C = C_c + \Sigma_w$, IL կոնսիստենցիայի ցուցչի աճի հետ նվազում է: Միաժամանակ ստանդարտ եղանակով որոշված և կրկնակի կտրմամբ փորձարկմամբ որոշված կապակցվածությունների հարաբերությունը՝ $C_{կտր}/C_{ստ}$ մեծ արժեքներ է ընդունում հատկապես փափուկ-պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ գրունտների դեպքում: Սահքի դիմադրության մասն իջեցումը հիմնականում պայմանավորված է IL կոնսիստենցիայի ցուցչի աճի հետ, կոշտ ցեմենտացիոն կապերի մեծության նվազմամբ: Եթե կոնսիստենցիայի ցուցչի $IL < 0,5$ -ի դեպքում ստանդարտ եղանակով որոշված կապակցվածությունը հիմնականում ունի կոշտ ցեմենտացիոն բնույթ, կրկնակի կտրման փորձարկմամբ որոշված գրունտի կապակցվածության մեջ գործում է միայն ջրակլոլիդ կապակցվածությունը:

Փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ գրունտների դեպքում սահքի դիմադրության իջեցումը $0,5 < IL < 0,75$ կոնսիստենցիայի դեպքում կապակցվածության իջեցումը կազմում է 5,9–40%, $0,75 < IL < 1,0$ -ի դեպքում աննշան 11,8–14,3%: Փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ կոնսիստենցիայով կավային գրունտները հակված են մածուծիկ-պլաստիկ, պլաստիկ դեֆորմացիաների և նրանցից կազմված լանջերում սողանքային երևույթները ըստ մեխանիզմի պլաստիկ կամ սողանք հոսքեր են:

Հայտնի է, որ հակասողանքային միջոցառումների ընտրության ժամանակ սողանքային լանջերի կայունության գնահատման բանաձևում մտցվում են հուսալիության գործակիցներ (K_{hmu}), ինչը ենթադրում է ճարտարագիտա-երկրաբանական հետազոտություններում որոշակի ճշգրտումներ: Հաճախ այն իրականացվում է ոչ հիմնավորված էապես թանկացնելով հակասողանքային միջոցառումները: Հաշվարկային կայունության գործակիցը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝ $\eta_{հաշվ} = \eta / K_{hmu}$, որտեղ η ՝ կայունության գործակիցն է; $\eta_{հաշվ}$ ՝ կայունության հաշվարկային գործակիցը, որի հաշվարկման մեջ սահքի դիմադրության ցուցանիշները որոշվել են վիճակագրական հաշվարկների հիման վրա:

Հուսալիության գործակիցը տարբեր մեթոդաբանական ցուցումներում, կախված լանջի կայունության գործակցի հաշվարկման եղանակից տատանվում է 1,15–1,25, որտեղ հաշվի է առնվում նաև գործնական փորձը: Լանջերի կայունության գնահատման ժամանակ կայունության գործակցի արժեքի հուսալիության բարձրացումը իրականացվում է լաբորատոր պայմաններում ստացված սահքի դիմադրության ցուցանիշների արժեքների իջեցման ճանապարհով, այն ունի էմպիրիկ բնույթ և նշենք նաև, որ դեռևս սահքի դիմադրության ցուցանիշների ֆիզիկական բնույթը մնում է չպարզաբանված:

Մալովի տեսության համաձայն, կայունացված սողքի (հոսունության) գործընթացը պայմանավորված է ջրակլոլիդային բնույթի կապակցվածության մոբիլիզացիայով, որի համար անհրաժեշտ է $\sigma_{tg\phi} + C_c + \Sigma_w > \tau > \sigma_{tg\phi} + C_c$ պայմանը: Հաշվի առնելով, որ սողանքային լանջերում սահքի մակերևույթի գոտում կոշտ կառուցվածքային կապերը գործնականում բացակայում են $C_c = 0$, հիմք ընդունելով աշխատանքի ընթացքում ստացված արդյունքների

վերլուծությունը, առաջարկվում է սողանքային լանջերում հակասողանքային միջոցառումների համար նախատեսվող ճարտարագիտաերկրաբանական հետախուզական ուսումնասիրությունների տեխնիկական նախագծի փուլում կայունության գործակցի հաշվարկման բանաձևում որպես սահքի դիմադրություն օգտագործել՝ $\tau_f = \sigma \operatorname{tg} \varphi$ առընչությունը, առանց լրացուցիչ հուսալիության գործակցի հաշվարկի:

Մուսղվել է՝ 25.03.2016

Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Емельянова Е.П.** Основные закономерности оползневых процессов. М.: Недра, 1972, 310 с.
2. Оползни: исследование и укрепление (под ред. Р. Шустора, Р. Кризика). М.: Мир, 1981, 368 с.
3. **Наугоян S.G.** Impact of Shrinkable Fracturing on Shear Strength in Clay Soils. 67th European Association of Geoscientists and Engineers Conference and Exhibition 2005. The Challenge of Discovery. Spain, Madrid, 2005, v. 1.
4. **Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А.** Инженерная геодинамика. М.: Изд-во КДУ, 2007, 439 с.
5. **Маслов Н.Н.** Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства. М.: Стройиздат, 1984, 176 с.
6. **Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П.** Сейсмоструктурная Армянской ССР. Ер.: Изд-во ЕГУ, 1981, 284 с.
7. **Месчян С.Р.** Экспериментальная реология глинистых грунтов. Ер.: Гитутюн НАН РА, 2005, 495 с.
8. **Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С.** Грунтоведение. М.: Изд. МГУ, 2005, 1024 с.

Г. С. АЙРОЯН

ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ ГРУНТОВ

Резюме

Работа посвящена составлению моделей оползневых склонов и методам определения сопротивления сдвигу грунтов. Выделены три вида физико-геологических моделей. На основании результатов экспериментальных работ предлагается в формуле оценки устойчивости склонов, сложенных глинистыми грунтами твердой, полутвердой и тугопластичной консистенции, величину общего сцепления уменьшить на величину твердого цементационного сцепления. Глинистые грунты мягкопластичной и текучепластичной консистенций способны к вязкопластичным и пластичным деформациям, вследствие чего на склонах, сложенных такими грунтами, оползни по механизму образования являются пластичными оползнями или оползневыми потоками. Учитывая, что в зоне поверхности скольжения отсутствуют твердые структурные связи, в формуле оценки устойчивости склонов величину сопротивления сдвигу надо принять $\tau_f = \sigma \operatorname{tg} \varphi$.

H. S. HAYROYAN

PHYSICAL AND GEOLOGICAL MODELS OF SLIDING SLOPES AND
METHODS OF DETERMINING THE SHEAR STRENGTH OF SOILS

Summary

The work is devoted to modeling of landslide slopes and methods of determining the shear strength. Three types of physical and geological models have been distinguished. Based on the results of experimental studies, changes in the formula of the slopes stability assessment have been proposed regarding to slopes composed of clayey soils of solid, semi-solid and tight plastic consistency, where the total value of the cohesion is to be reduced by the value of the hard cementation cohesion. Clay soils of soft plastic and liquid plastic consistency are capable to viscous-plastic and plastic deformations, so that on the slopes, composed of such soils, landslides on the mechanism of formation are plastic landslides or landslide flows. Taking into account that the sliding surface zone has no solid structural links in the formula of evaluating the slope stability the shear strength value should be taken as $\tau_f = \sigma \operatorname{tg} \varphi$.