

*Երկրաբանություն*

УДК 624.131

ԼԱՆՁԵՐԻ ՍԵՅՍՄԻԿ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Ս. Հ. ՀԱՅՐՈՅԱՆ\*, Հ. Ս. ՀԱՅՐՈՅԱՆ

*ԵՊՀ ջրատերկրաբանության և ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոն, Հայաստան*

Հոդվածը նվիրված է լանջերի կայունության վրա սեյսմիկ իներցիոն ուժերի ազդեցության խնդրին: Առաջարկվում է  $I_L < 0,5$  կոնսիստենցիայով կավային գրունտներից կազմված լանջերի կայունության հաշվարկման ժամանակ հաշվարկային սխեմայում սեյսմիկ իներցիոն ուժերի ազդեցության գնահատումը հաշվառել, տեղադրելով հաշվարկային սխեմայում սահքի դիմադրության գազաթնակետային արժեքը:  $I_L > 0,5$  կոնսիստենցիայով կավային գրունտների դեպքում հաշվարկային սխեմայում տեղադրել դինամիկական փորձարկմամբ որոշված սահքի դիմադրության ցուցանիշները, կատարելով ստատիկ հաշվարկ:

**Keywords:** consistency, shear resistance, seismic inertial force, clay soils.

ՀՀ տարածքում սողանքային երևույթները մեծամասամբ կապված են սեյսմոգեն խզվածքների հետ: Այդ մասին է վկայում այն փաստը, որ առանձին խոշոր սողանքային պրոցեսներում շարժման մեջ ներգրավված են մաս ջրբաժանային հատվածները (Ողջաբերդ, Նուբարաշեն, Տավուշի մարզ և այլն):

Հանրապետության տարածքը գտնվում է սեյսմիկ ակտիվ գոտում, այդ պատճառով լանջերի կայունության վրա սեյսմիկ ազդեցության խնդիրը արդիական է, միևնույն ժամանակ մինչև վերջ չպարզաբանված: Երկրաշարժերի հետևանքով լանջերում սողանքային պրոցեսների առաջացման պատճառներից են հանդիսանում՝

- տեղանքի ռելեֆի կտրուկ փոփոխությունների հետ կապված լանջին հարակից հատվածներում սեյսմիկ ազդեցության ինտենսիվության աճը;

- սեյսմիկ տատանման հետևանքով սողանքային մարմնի և արմատական ապառների կոնտակտում գրունտի սահքի դիմադրության իջեցումը՝ պայմանավորված սողանքային զանգվածի և արմատական ապառների տարբեր սեփական տատանման պարբերություններով;

- սեյսմիկ ազդեցության հետևանքով լանջի հարող մասում կայունության նվազումը:

Սողանքային երևույթների առաջացման վրա էական ազդեցություն ունի երկրաշարժերի կրկնվելու պարբերականությունը: Վ.Ն. Գալսկու, Ն.Ն. Ռեյմանի կողմից իրականացրած ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ

\* E-mail: [hairoyan@ysu.am](mailto:hairoyan@ysu.am)

առանձին ուժեղ երկրաշարժերի արդյունքում սողանքային երևույթներ կարող է տեղի չունենալ, իսկ թույլ հաճախ կրկնվող երկրաշարժերի դեպքում նկատվում է սողանքների ակտիվացում [1]: Տաջիկստանի տարածքի համար կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ սողանքային խոցելիության գործակցի  $n/S$  ( $n$ -ը՝ սողանքների քանակն է,  $S$ -ը՝ տարածքի մակերեսը) և երկրաշարժերի պարբերականության կախվածության օրինաչափություններ: Այսպես, 500 տարվա պարբերականությամբ երկրաշարժի կրկնելիության դեպքում խոցելիության գործակցից հավասար է  $n/S=0,165$ ; 1000–2000 տարվա կրկնելիության դեպքում՝  $n/S=0,052$ ; 2000-ից ավել դեպքում  $n/S = 0,012$ : Այն ունի հետևյալ բացատրությունը. վերջնական չափեր ունեցող սողանքային մարմինները ունեն սեփական տատանումների հաճախականություն, այն ներքևից սահմանափակված է այլ առաձգական հատկություններ ունեցող կայուն ապառներով, որոնց սեփական տատանումների հաճախականությունը տարբերվում է սողանքային մարմնի սեփական տատանման հաճախականությունից: Նման պայմաններում յուրաքանչյուր երկրաշարժի ժամանակ տեղի է ունենում սողանքային մարմնի և արմատական ապառների՝ երկու միջավայրերի կոնտակտում սահքի դիմադրության պարբերական նվազում, արդյունքում սեյսմիկ երևույթների յուրաքանչյուր կրկնության դեպքում տեղի է ունենում լանջի կայունության կորուստ: Հետևաբար, սեյսմիկ պայմաններում լանջերի կայունությունը կախված է ոչ միայն գրունտների հատկություններից, ջրահագեցվածության աստիճանից, այլ նաև սեյսմիկ տատանումների բնույթից, երկրաշարժերի կրկնվելու պարբերականությունից, լանջը կազմող գրունտների սեփական տատանման ամպլիտուդից և հաճախականությունից:

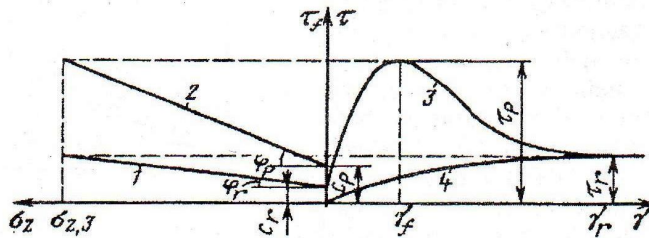
Լանջերի կայունության վրա սեյսմիկ ազդեցությունը գնահատելիս հանդիպում ենք որոշակի դժվարությունների, մասնավորապես, անհայտ է մնում սեյսմիկ իներցիոն ուժի ներգործության ուղղությունը և սեյսմիկ պայմաններում գրունտի ֆիզիկական վիճակի և սահքի դիմադրության ցուցանիշները:

Ներկայումս ընդունված մոտեցումը հիմնված է, սեյսմիկ իներցիոն ուժը համարժեք ստատիկ ուժով փոխարինելու սկզբունքի վրա: Քանի, որ երկրաշարժը տեղի է ունենում որոշակի կարճ ժամանակահատվածում, անհրաժեշտ է հաշվարկել երկրաշարժի ժամանակ լանջի լրիվ դեֆորմացիան և գնահատել դրա թույլատրելի մեծությունը: Այս եղանակը սահքի հարթ մակերևույթով սողանքի համար առաջարկվել է Ն.Մ. Նյունարկի և Վ.Գ. Մելնիկի կողմից [2]: Սահքի շրջանագլանային մակերևույթի դեպքում խնդիրը լուծել են Ա.Ն. Բիրբրատեր և Ն.Գ. Կրասնիկովը [3]: Առանձին դեպքերում կախված երկրաշարժի ինտենսիվությունից, երկրաշարժի ազդեցությունը լանջերի կայունության վրա գնահատելիս այն արտահայտում են հաշվարկային սխեմաներում լանջի թեքության լրացուցիչ կարճատև ավելացմամբ ( $\alpha + \Delta\alpha$ ): Հաշվարկն իրականացվում է ըստ սահմանային լարման: Այս մոտեցումը գործնականում չի տարբերվում լանջերի կայունության ստատիկ հաշվարկից, երբ գործում են միայն ստատիկ ուժերը, այստեղ միայն լրացուցիչ տեղադրվում է հորիզոնական ուղղությամբ սեյսմիկ իներցիոն համապատասխան ուժ, ընդունվում է, որ լանջը կազմող գրունտների գետտեխնիկական հատկությունները չեն ենթարկվում փոփոխության: Իրականում դինամիկական (սեյսմիկ) իներցիոն ուժերի ազդեցության պայմաններում կախված գրունտի ջրաֆիզիկական հատկություններից, ստրուկտուր-տեքստուրային առանձնահատկություններից

և հատիկաշափական կազմից տեղի է ունենում սահքի դիմադրության ամբողջական (ջրիկացում) կամ մասնակի կորուստ:

Հարց է առաջանում ինչպես գնահատել լանջերի սեյսմիկ կայունությունը, երբ գրունտի ֆիզիկական վիճակը և սահքի դիմադրությունը սեյսմիկ ազդեցության դեպքում ենթարկվում են էական փոփոխության: Որ դեպքում տեղադրել հորիզոնական սեյսմիկ իներցիոն ուժ, կատարելով սովորական ստատիկ պայմանների համար կայունության հաշվարկ, և որ դեպքում կայունության հաշվարկային սխեմայում տեղադրել դինամիկ պայմաններում որոշված սահքի դիմադրության ցուցանիշները, առանց սեյսմիկ ուժի տեղադրման:

Մյուս կարևոր հարցը, որ անհրաժեշտ է հաշվի առնել լանջի կայունության հաշվարկային սխեմա կազմելիս դա երկրաշարժի ժամանակ իներցիոն ուժի կարճատև ազդեցության գործոնն է, որի պայմաններում գրունտներում սողքի դեֆորմացիաները չեն հասցնում զարգանալ: Ակնհայտ է, որ երկրաշարժի ժամանակ առաջ եկած լարումները կարող են հաղթահարել միայն գրունտի գազաթնակետային սահքի դիմադրությունը՝  $C_p; \varphi_p$ , այն դեպքում երբ ինչպես ստատիկական, այնպես էլ երկրաշարժի ազդեցության պայմանների համար կայունության հաշվարկային սխեմայում մտցվում է մնացորդային սահքի դիմադրության ցուցանիշները՝  $C_r; \varphi_r$  (տես նկար):



Սահքի դիմադրության և սահքի դեֆորմացիայի, խտացնող լարումը, կախվածության դիագրամները:  $\tau_p$ -ը՝ գազաթնակետային ամրությունն է;  $\tau_r$ -ը՝ մնացորդային կամ հարատև ամրությունը;  $C_p; \varphi_p$ -ը՝ կապակցվածության և ներքին շփման անկյան գազաթնակետային արժեքները;  $C_r; \varphi_r$ -ը՝ կապակցվածության և ներքին շփման անկյան մնացորդային արժեքները:

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ երբ լանջերը կազմված են կոշտ կոնսիստենցիայով թերխիտ կավային գրունտներից, նրանց գազաթնակետային և մնացորդային ամրության միջև գործնականում տարբերություն չկա: Համեմատելով խիտ պլաստիկ կավերի հետ լանջերի կայունության տեսանկյունից նրանք ոչ բարենպաստ են:

Պլաստիկ կավերն ունենալով բարձր գազաթնակետային ամրություն սեյսմիկ ազդեցության պայմաններում կարող են դիմանալ այնպիսի լարումների, որ ստատիկ պայմաններում կրերի լանջի փլուզման: Պայմանավորված սեյսմիկ ազդեցության կարճատևությամբ (վրկ) խիտ պլաստիկ կավերից կազմված լանջերի կայունության հաշվարկման ժամանակ հաշվարկային սխեմայում սեյսմիկ ազդեցության ժամանակահատվածի համար անհրաժեշտ է վերցնել գազաթնակետային ամրությունը՝  $\tau_p$ -ն, որը կախված՝ կավային գրունտի ֆիզիկական վիճակից, կոնսիստենցիայից 20–30% և ավելի գերազանցում է մնացորդային ամրությանը (տես նկար):

Դինամիկական (սեյսմիկական) ազդեցությունների պայմաններում կավային գրունտների սահքի դինամիկական փոփոխության հիմնահարցով զբաղվել են Պ.Լ. Իվանովը, Ն.Գ. Կրասնիկովը, Վ.Ն. Կուտերգինը, Ս.Ռ. Մեսչյանը, Վ.Ի. Օսիպովը, Ե.Ա. Վոզնեսենսկին, Ա. Կազագրանդեն և այլն [1, 4–10]:

Խիտ կազմվածքով կոշտ, կիսակոշտ կոնսիստենցիայով կավային գրունտների դեպքում, սահքի դինամիկական վրա դինամիկ ազդեցությունը էական չէ, հաշվարկային սխեմայում լանջի կայունության վրա սեյսմիկ ազդեցությունը կարտահայտվի ստատիկական հաշվարկով, ընդամենը սեյսմիկական իներցիոն ուժի տեղադրմամբ: Երբ լանջը կազմող գրունտները ներկայացված են փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ, հոսուն վիճակում գտնվող գրունտներ անհրաժեշտ է ունենալ նրանց սահքի դինամիկական ցուցանիշները որոշված սեյսմիկական ազդեցության պայմաններում:

Կայունության հաշվարկում անհրաժեշտ է տեղադրել սեյսմիկական ազդեցության պայմաններում որոշված սահքի դինամիկական ցուցանիշները, առանց սեյսմիկ իներցիոն ուժի լրացուցիչ տեղադրման: Երկրաշարժի ազդեցության ժամանակահատվածում, երբ տեղի է ունենում լանջը կազմող գրունտների ամրության ամբողջական կորուստ (ջրիկացված վիճակ), գրունտային զանգվածի շարժման արագության որոշման համար անհրաժեշտ է որոշել հոսուն վիճակում գտնվող գրունտի մածուցիկության գործակիցը: Օգտվելով Ն.Ն. Մալովի մածուցիկ զանգվածի շարժման արագության խնդրի լուծումից [7]

$$V_y = \gamma \sin \alpha (H_y - y^2 / 2) / \eta,$$

որտեղ  $\gamma$  -ը՝ գրունտի խտությունն է;  $\eta$  -ը՝ մածուցիկության գործակիցը;  $\alpha$  -ը՝ լանջի թեքությունը;  $H$ -ը՝ հաստվածքի հզորությունը և  $y$  -ը՝ ընթացիկ կոորդինատը, կորոշվի մածուցիկ կավային զանգվածի շարժման արագությունը: Ունենալով մածուցիկ կավային գրունտային զանգվածի շարժման արագությունը, տվյալ երկրաշարժի արսելոգրաման, որով կորոշվի երկրաշարժի տևողությունը, կորոշվի մածուցիկ զանգվածի տեղաշարժման չափը:

Հաշվի առնելով կավային գրունտների սահքի դինամիկական վրա սեյսմիկական ազդեցությունը, ֆիզիկական վիճակը և կոնսիստենցիան, կավային գրունտներից կազմված լանջերի կայունության գնահատման հաշվարկային սխեմա կազմելիս առաջարկվում է ունենալ հետևյալ մոտեցումը (տես աղյուսակ):

Գրունտի ճարտարագիտական տեսակը, կոնսիստենցիան	Սեյսմիկ ազդեցության դեպքում գրունտի վարքը	Գրունտի սահքի դինամիկական որոշման ռեժիմը	Հաշվարկային սխեման
գրունտներ կոշտ, կիսակոշտ, ձիք պլաստիկ կոնսիստենցիա $I_L < 0,5$	կայուն	սահքի դինամիկական արագ փորձարկում գազաթնակետային սահքի դինամիկություն	սեյսմիկ իներցիոն ուժի տեղադրում
գրունտներ փափուկ պլաստիկ, հոսուն պլաստիկ, հոսուն կոնսիստենցիայով $I_L > 0,5$	անկայուն	ապա-ամրացվող, ջրիկացվող	կատարել ստատիկ հաշվարկ, հաշվարկային սխեմայում տեղադրել դինամիկ պայմաններում որոշված սահքի դինամիկական ցուցանիշները

Պայմանավորված այն հանգամանքով, որ սեյսմիկ ուժերի ազդեցության դադարեցումից հետո լանջի շարժումը կդադարի, բոլոր հաշվարկային սխեմաներով ( $I_L < 0,5$ ;  $I_L > 0,5$ ) կայունության հաշվարկի հետ միասին անհրաժեշտ է սեյսմիկ ազդեցության տևողության ընթացքի համար հաշվարկել լանջի տեղաշարժման դեֆորմացիան: Քանի որ անկայունության տևողությունը կազմում է վայրկյաններ այդ տեղաշարժը կլինի սահմանափակ

Ստացվել է՝ 18.11.2014

#### Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Гайский В.Н., Рейман В.Н.** Сейсмические районирование СССР. М.: Наука, 1988.
2. **Newmark N.M.** Effects of Earthquakes on Dams and Embankments. Fifth Rankine Lecture. // Geotechnique, 1965, v. XV, № 2, p. 159–160.
3. **Бирбраер А.Н., Красников Н.Д.** Динамический расчет устойчивости откосов с учетом возможности их перемещений. // Труды координационного совещания по гидротехнике. ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. Л., 1973, вып. 80, с. 35–41.
4. **Иванов П.Л.** Грунты и основания гидротехнических сооружений. Механика грунтов. М.: Высшая школа, 1991, 447с.
5. **Кутергин В.Н.** Закономерности изменения свойств глинистых грунтов при вибрации. М.: Наука, 1989, 142 с.
6. **Маслов Н.Н.** Условия устойчивости водонасыщенных песков. Л.: Госэнергоиздат, 1959, 330 с.
7. **Маслов Н.Н.** Физико-техническая теория ползучести глинистых грунтов в практике строительства. М.: Стройиздат, 1984, 176 с.
8. **Месчян С.Р.** Экспериментальная реология глинистых грунтов. Ер.: Гитутюн НАН РА, 2005, с. 495.
9. **Вознесенский Е.А., Фуникова В.В.** и др. Основные факторы динамической устойчивости песчаных грунтов. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2003, № 4, с. 335–345.
10. **Casagrande A.** Liquefaction and Cyclic Deformation of Sands. A Critical Review. // Lecture at 5<sup>th</sup> Panamerican Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering. Massachusetts, 1976, v. 88, p. 80–134.

Տ. Գ. ԱՐՐՈՅԱՆ, Գ. Ս. ԱՐՐՈՅԱՆ

#### ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ СКЛОНОВ

#### Резюме

Статья посвящена вопросу влияния сейсмических инерционных сил на устойчивость склонов. Предлагается для глинистых грунтов с консистенцией  $I_L < 0,5$  в расчетной схеме устойчивости склона учитывать сейсмическую инерционную силу, а за показатели сопротивления сдвигу принять показатели пиковой прочности, на основании которых проводить статический расчет устойчивости. Для глинистых грунтов с консистенцией  $I_L > 0,5$  в расчетной схеме устойчивости предлагается учитывать показатели сопротивления сдвигу, полученные при динамических испытаниях, и проводить статический расчет без учета сейсмической силы.

S. H. HAYROYAN, H. S. HAYROYAN

## ISSUES ON ASSESSMENT OF SEISMIC STABILITY OF SLOPES

## Summary

The article relates to the impact of seismic inertial forces on the stability of slopes. In the calculation scheme for clay soils with consistency of  $I_L < 0.5$  has been offered to take into account the seismic slope stability of inertial force, and as indicators of shear strength parameters to take the peak strength, on the basis of which to calculate the static stability. For clayey soils with consistency  $I_L > 0.5$  in the calculation scheme of stability is offered to take into account the shear strength parameters, obtained in dynamic tests, conduct static analysis excluding seismic forces.