

ՍՈՂԱՆՔԻ ԽԱՅՏԱԲՂԵՏ ԿԱՎԵՐՈՒՄ ԵՐԵՎԱՆՈՒՄ

Երկրաբ. միենբ. գիտ. քեկեածու ԴԻՄԻՏՐԻ ՍԱՐԳՍՅԱՆ¹ և
իեմենեբ-երկրաբան ՀԵՆՐԻԿ ԲԱԼԱՅԱՆ²

ՌԵՖԵՐԱՏ: Երևանում ոռոգման ջրանցքի լանջին կառուցվել էր ջրատար. լանջի խորքային սողեր առաջացրել է ջրատարի արագ ձևափոխություն: Նեցուկների տեղաշարժի միջին ամսական արագությունը դերադանցում էր 50 մմ/ամիս: Լանջի կայունացման համար ոռոգման ջրանցքը առնվել է երկաթբետոնյա ստորանցքի մեջ և կատարվել է շեպի հարթեցում:

1966 թ. գարնանը Երևանի հարավ-արևելյան ծայրամասում, լանջի վրա, տեղի ունեցավ սողանք, որը վթարի ենթարկեց Կապույտ լճի ջրատարը: Նկ. 1³-ում պատկերված է սողանքային տեղամասի պլանը: Տեղամասը ընկած է խոշոր շորաղբյուրի անտիկլինալի հյուսիս-արևմտյան թևի հարավ-արևմտյան պերիկլինալին զոնայում: Անտիկլինալն ունի հյուսիս-արևելյան հարավ-արևմտյան տարածում և բարդացած է երկրորդական ծալքավորմամբ:

Տեղամասի երկրաբանական կառուցվածքին գործակցում են ստորին միոցենի խալտաբղետ շերտի նստվածքները՝ ներկայացված մոլասային ֆորմացիայով, որը ձևավորվել է մերձլեռնային իջվածքում: Շրջանի ստրուկտուրային տեսքի ձևավորումը ավարտվել է վերին-օլիգոցենյան—ներքին-միոցենյան ժամանակում, որից հետո ենթարկվել է երկարատև պենեպլենային գործունեությանը. խալտաբղետ շերտը խորը կտրվել և հարթեցվել է: Վերին պլիոցենում նրա մակերեսին նստել է ալյուվիալ գլաբարա-ճալաբարային նստվածքների հաստ շերտ (դարառափի 180—200 մ): Այս նստվածքներն ունեն լայն տարածում սողանքային լանջից հարավ-արևելք ընկած սարահարթում և դեպի արևմուտք 6—8° անկյան տակ իջնում են Արարատյան դաշտավայրի կողմը:

Չորրորդական ժամանակաշրջանում շարունակվել է ակտիվ էրոզիան, որի հետևանքով առաջացել է մանր և խոշոր ձորակների շարք: Դրանով էլ պայմանավորված են ժամանակակից ռելիեֆի գծերը:

Խոշոր ձորակի զարգացման հետևանքով, որը գտնվում է տեղամասից 1,5—2 կմ դեպի հյուսիս, առաջացել է գահավեժ լանջ՝ կազմված խալտաբղետ շերտի ավազակալային նստվածքներից:

Սողանքային լանջում ապարների տարածմանը խաչաձև փորված չորս հորատանցքները, մինչև 45 մ խորությունը երևան են բերել վարդագույն, վարդաշագանակագույն, կարմիր, մոխրագույն, տարբեր երանգների կավեր, որոնք շերտավորված են ճալաբարերով, մանրահատիկ կավային ավազաբարերով և

¹ ՀՍՍՀ ԳԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի գեոմեխանիկայի բաժնի ավագ գիտական աշխատող:

² Երևաննախագիծ ինստիտուտի գլխավոր երկրաբան:

³ Նկարները տե՛ս էջ 120—121:

կտրվածքի ներքին մասում՝ արգիլիտների ենթաշերտերով: Գրունտային ջրերը՝ ավազաքարերում ընկած են 1,0—1,5 մ խորության վրա:

Սայտաբղետ շերտի ապարները տեղադրված են դեպի հյուսիս-հյուսիս-արևմուտք 8—10° անկումով, այսինքն ընկնում են դեպի լանջը: Այդ գիրքը արևաստում է սողանքային տեղաշարժերին, որոնց ենթարկված է կավային շերտնպաստում է սողանքային տեղաշարժերին, որոնց ենթարկված է կավային շերտի վերին մասը՝ մինչև 13,0 մ խորությունը: Սահեցման մակերևույթի դիրքը տի վերին մասը՝ մինչև 13,0 մ խորությունը: Սահեցման հայելիներով, որոնց նմուշներնորոշվում է պարզ արտահայտված սահեցման հայելիներով, որոնց նմուշները համապատասխանաբար վերցվել են 13 և 10 մ խորություններից № 2 և 4 հորատանցքերից:

Ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրման համար օգտագործվել են այն նմուշները, որոնք վերցվել են նշված 4 հորատանցքերից:

Գրունտները սեղմելի են ($\alpha=0,01$ սմ²/կգ) և զործնականորեն ջրամերձ ($k=10^{-6}$ — 10^{-7} սմ²/վրկ): Սահեցի դիմադրության պարամետրերը կազմում են $\varphi=23^\circ$ և $c=0,6$ կգ/սմ²:

Լանջի դեֆորմացիայի զարգացմանը մեծապես նպաստել է Արտաշատի ոռոգման ջրանցքի փորումը երեսունական թվականներին: Լանջի մինչև 5—6 մ խորության կտրվածքի հետևանքով առաջացել էր ջրանցքի ձախ ափի խորքային սողը: Նրեսապատման բացակայության հետևանքով ջրանցքի դանդաղ դեֆորմացիաները չէին նկատվել: Սողանքի զարգացման այդ առաջին փուլում լանջի վրա ձեղքեր բացվել են նկ. 1-ի վրա ցույց տրված գոտու սահմաններում:

1965 թ. վերջում լանջով անցկացվեց Կապույտ լճի ջրատարը: Ջրատարի տրասան կազմում է 30° անկյուն լանջի անկման ուղղության հետ: Ջրատարի երկու զոները 1 մ տրամագծով հենված են բետոնյա նեցուկների վրա, որոնք տեղադրված են 1 մ խորություն ունեցող հանվածքում. հանվածքի հատակը բետոնապատված է:

Շարունակվող խորային սողըն առաջացրել է ջրատարի կցատեղերի խախտում և ջրի հոսքի կորուստ. ջուրը թափանցելով գրունտի մեջ նպաստել է սողքի արագացմանը:

Լանջի վրա սողքային երևույթները հայտնաբերվել են 1966 թ. գարնանը, ջրատարի կառուցումից կարճ ժամանակ անց: Ձեղքերը տարածվել են լանջի միջին մասում, ներառյալ ջրատարի ստորին հատվածը (№ 10 նեցուկից ներքև): Նկ. 1-ում պատկերված է ձեղքերի դասավորությունը սողունության երկրորդ փուլում, 1967 թ. հոկտեմբերին:

Դրանից հետո կազմակերպվել էին A, B և C երեք խարսխային և ինը միջանկյալ (№ 9—17) նեցուկների տեղաշարժերի գործիքային դիտումներ. յուրաքանչյուր նեցուկի վրա դիտվում էին երկու կետեր (նկ. 1): Դիտումները կատարվել են զծաղետեղման մեթոդով: 19.10.1967 մինչև 15.05.1968 անց են կացվել 7 ցիկլեր. սողանքային գոտու սահմանը սողունության երկրորդ փուլում անցնում էր № 10 միջանկյալ նեցուկի տակով:

Սողանքային տեղաշարժերը ջրատարին պատճառել են վնասվածքներ՝ կցատեղերի խախտվել են, հատկապես ջրատարի խողովակների ներքին մասում և B միջին խարսխային հենարանի կցման տեղում, ջրատարը մասնակիորեն ճմլվել է C անշարժ խարսխային նեցուկի հետ հպման տեղում: Այդ երևույթները առաջացրել են վթարային վիճակ ջրատարի համար:

1968 թ. գարնանը, առատ մթնոլորտային տեղումներից հետո, լանջի վրա սողանքային երևույթները ուժեղացել են: Սողունության այս երկրորդ փուլում տեղաշարժման մեջ ընդգրկված էր նաև լանջի միջին մասը, ներառյալ B միջին խարսխային նեցուկը (նկ. 1): Այդ նույն ժամանակ կազմակերպվել էին դիտումներ լանջի ստորին մասում, Արտաշատի ջրանցքի երկու ափերի երկայնությամբ (սողանքային կետեր № 20—27): 14.2.1968 մինչև 15.05.1968 անց են կացվել դիտումների 4 ցիկլ:

Նկ. 1-ում պատկերված են տեղաշարժերի միջին ամսական արագությունների վեկտորները երկրորդ դիտումների սկզբնական շրջանում (1967 հոկտեմբերի 19-ից մինչև դեկտեմբերի 7-ը): Այս զծագիրը տալիս է միայն

լանջի ղեկորմացիայի բնույթի ընդհանուր պատկերը: Ինչպես երևում է, բոլոր վեկտորները ուղղված են դեպի ներքև, այսինքն լանջի շերտերի անկման ուղղությամբ: Այն կետերը, որոնք տեղադրված են սողանքից դուրս (№ 20) և ջրանցքից ներքև (№ 24, 25, 26) տեղաշարժված չեն:

Նկ. 3-ում պատկերված է երկու սողանքային կետերի տեղաշարժի S մեծություն և σ արագության ժամանակից կախված կորագծերը: Գրաֆիկը ցույց է տալիս հաստատուն արագությամբ տեղաշարժ (30 մմ/ամիս) դիտման առաջին շրջանում (1967 թ. հոկտեմբերից մինչև 1968 թ. փետրվարը): Երկրորդ ժամանակաշրջանում (1968 թ. փետրվարից մինչև ապրիլ) լանջի վերին մասը (կետ № 10') շարունակվում էր տեղաշարժվել նույն արագությամբ: Լանջի ստորին մասում (կետ № 14) տեղի է ունեցել տեղաշարժի արագության զգալի մեծացում, որը կապված է լանջի այդ մասի աղետային փուլի անցման հետ: Այստեղ տեղաշարժի արագությունները հասնում են մինչև 525 մմ/ամիս (առավելագույն արագությունը 1968 թ. մարտի 8-ին):

Սողանքի ղեմ պայքարելու համար ջրանցքի մի մասը (117 մ) ամփոփվել է ուղղանկյուն կտրվածքով ($6,0 \times 3,0$ մ) երկաթբետոնյա խողովակի մեջ, իսկ լանջը հարթեցվել է: Նկ. 2-ում ցույց են տրված իրականացված միջոցառումների սխեման: Այդ միջոցառումները բավարարելու լանջը կայունացնելու համար:

Սույն աշխատանքում օգտագործված են ինչպես հեղինակների սեփական նյութերը, այնպես էլ «Հիդրոնախաղիծ» ինստիտուտի Հայկական բաժանմունքի կողմից կատարված տեղաշարժերի չափման արդյունքները:

Աշխատանքի ընթացքում և սույն հաղորդագրությունը կազմելու ժամանակ հեղինակները մշտապես ստացել են աշխատանքի գիտական ղեկավար պրոֆ. Գեորգ Տեր-Ստեփանյանի օգնությունը և արժեքավոր խորհուրդները: Հեղինակները օգտվելով առիթից, արտահայտում են իրենց անկեղծ երախտադրությունը:

ОПОЛЗЕНЬ В ПЕСТРОЦВЕТНЫХ ГЛИНАХ В ЕРЕВАНЕ

Канд. геол.-минер. наук Д. Б. САРКИСЯН¹ и инженер-геолог Г. М. БАЛАЯН²

Реферат. На склоне оросительного канала в Ереване был сооружен водовод; имевшая место глубинная ползучесть склона усилилась и вызвала деформации трубопровода. Средняя скорость смещения опор превышала 50 мм/мес. Для стабилизации склона оросительный канал был заключен в железобетонную трубу и произведено уположение откоса.

Весной 1966 г. на склоне у юго-восточной окраины Еревана произошел оползень, вызвавший аварию Капуйтличского водовода. На рис. 1³ показан план оползневого участка, расположенного на юго-западной периклинальной зоне северо-западного крыла крупной шорахбурской антиклинали, имеющей простираие на ЮЗ—СВ и осложненной вторичной складчатостью.

В геологическом строении района участвуют отложения пестроцветной толщи нижнего миоцена, представленного молласовой формацией, развившейся в предгорной впадине. Формирование структурного

¹ Старший научный сотрудник отдела геомеханики Института геологических наук АН Арм. ССР.

² Главный геолог института «Ереванпроект».

³ Рисунки см. на стр. 120—121.

облика района завершилось в верхнеолигоцен—нижнемиоценовое время, после чего началась длительная пенеэпленация; пестроцветная толща была сильно эродирована. В верхнем плиоцене на ее поверхности отложилась мощная толща аллювиальных валунисто-галечных отложений (терраса 180—200 м). Эти отложения имеют широкое развитие на плато, погружаясь под углом 6—8° к западу в сторону Араратской котловины.

В четвертичном периоде продолжалась активная эрозионная деятельность, выразившаяся в образовании сети мелких и крупных логов, которые определили современные черты рельефа.

Вследствие развития крупного лога, расположенного в 1,5—2 км севернее участка, образовался крутой склон, сложенный песчано-глинистыми отложениями пестроцветной толщи. Пробуренные на оползневом склоне четыре скважины (рис. 2), вкост простирания пород, вскрыли до глубины 45 м толщу розовых, розовато-коричневых, красных и серых с различным оттенком глин, переслаивающихся галечниками, мелкозернистыми глинистыми песчаниками и внизу разреза тонкими прослоями аргиллита. Уровень грунтовых вод в песчаниках расположен на глубине 1,0—1,5 м.

Породы пестроцветной толщи на участке залегают с падением на ССЗ под углом 8—10°, т. е. в сторону склона; это способствует оползевым смещениям, которым подвержена верхняя часть глинистой толщи до глубины 13 м. Положение поверхности скольжения характеризуется отчетливо выраженными зеркалами скольжения в кернах скважин № 2 и 4 на глубинах 13 и 10 м соответственно.

Физико-механические свойства определены по образцам, взятым из этих четырех скважин. Грунты мало сжимаемы ($a=0,01 \text{ см}^2/\text{кг}$) и практически водоупорны ($k=10^{-6}-10^{-7} \text{ см/сек}$); параметры сопротивления сдвигу равны $\varphi=23^\circ$ и $c=0,6 \text{ кг/см}^2$.

Большое значение для развития деформации имело прорытие Арташатского оросительного канала в 30-х годах. Склон оказался подрезанным на глубину 5—6 м. Это вызвало глубинную ползучесть левого берега канала. Ввиду отсутствия облицовки, медленные деформации канала оставались незамеченными. Трещины на склоне в этой первой фазе развития оползня раскрывались в пределах зоны, показанной на рис. 1.

В конце 1965 г. по склону был проведен Капуйтлический водовод. Трасса водовода образует угол 30° с направлением падения склона. Две нитки водовода диаметром 1 м были уложены на бетонные опоры, установленные в выемке глубиной до 1 м; дно выемки бетонировано. Продолжающаяся глубинная ползучесть вызвала расстройство стыков водовода и утечку воды, которая проникала в грунт и содействовала усилению ползучести.

Оползневые явления на склоне были обнаружены весной 1966 г., вскоре после устройства водовода. Трещины распространились на среднюю часть склона, включая нижний отрезок водовода (ниже опоры № 10). На рис. 1 показано расположение трещин во второй фазе оползания, в октябре 1967 г.

Вслед за тем были организованы инструментальные наблюдения за смещением трех анкерных опор А, В, С и девяти промежуточных опор (№ 9—17); на каждой из опор наблюдалось по две точки (рис. 1). Наблюдения велись створным методом; за время с 19.X.1967 по 15.V.1968 было проведено семь циклов наблюдений. Граница оползневой зоны во второй фазе оползания проходила под промежуточной

опорой № 10. Оползневые смещения причинили повреждения водоводу: были расстроены стыки, в особенности у примыкания нижней части нитки водовода к средней анкерной опоре В; был частично смят трубопровод у примыкания к нижней неподвижной анкерной опоре С. Это неоднократно вызывало аварийное состояние водовода.

Весной 1968 г., после обильных атмосферных осадков, оползневые явления на склоне усилились; в этой третьей фазе оползания подвижками оказалась охваченной вся средняя часть склона, включая среднюю анкерную опору В (рис. 1). Тогда же были организованы наблюдения на нижней части склона, вдоль обоих берегов Арташатского канала (оползневые точки № 20—27); с 14.II до 15.V. 1968 проведено четыре цикла наблюдений.

На рис. 1 показаны векторы среднемесячных скоростей смещения в начале второго периода наблюдений (с 19 октября по 7 декабря 1967 г.). Этот чертеж дает лишь общее представление о характере деформации склона. Видно, что все векторы направлены вниз по склону, в направлении падения пластов. Точки, расположенные вне оползня (№ 20) и ниже канала (№ 24, 25, 26), не смещались.

На рис. 3 показаны кривые зависимости величины s и скорости v смещения двух оползневых точек от времени. График показывает смещение с постоянной скоростью 30 мм/месяц в первом периоде наблюдений (с октября 1967 г. по февраль 1968 г.). Во втором периоде (с февраля по апрель 1968 г.) верхняя часть склона (точка № 10') продолжала смещаться с той же скоростью. В нижней части склона (точка № 14) резко увеличилась скорость смещения, в связи с переходом этой части склона в катастрофическую фазу; здесь скорости смещения достигли 525 мм/месяц (максимальная скорость 8 марта 1968 г.).

Для борьбы с оползнями часть канала длиной 117 м была заключена в железобетонную трубу прямоугольного сечения (6,0×3,0 м), а склон был выположен. На рис. 2 показана схема осуществленных мероприятий. Эти меры оказались достаточными и в настоящее время склон стабилизировался.

В данной работе использованы наблюдения авторов и результаты измерений смещений, произведенных Армянским отделением института «Гидропроект». При проведении работы и составлении настоящего сообщения авторы получали постоянную помощь и ценные указания научного руководителя работ проф. Г. И. Тер-Степаняна, за что выражают ему свою искреннюю благодарность.

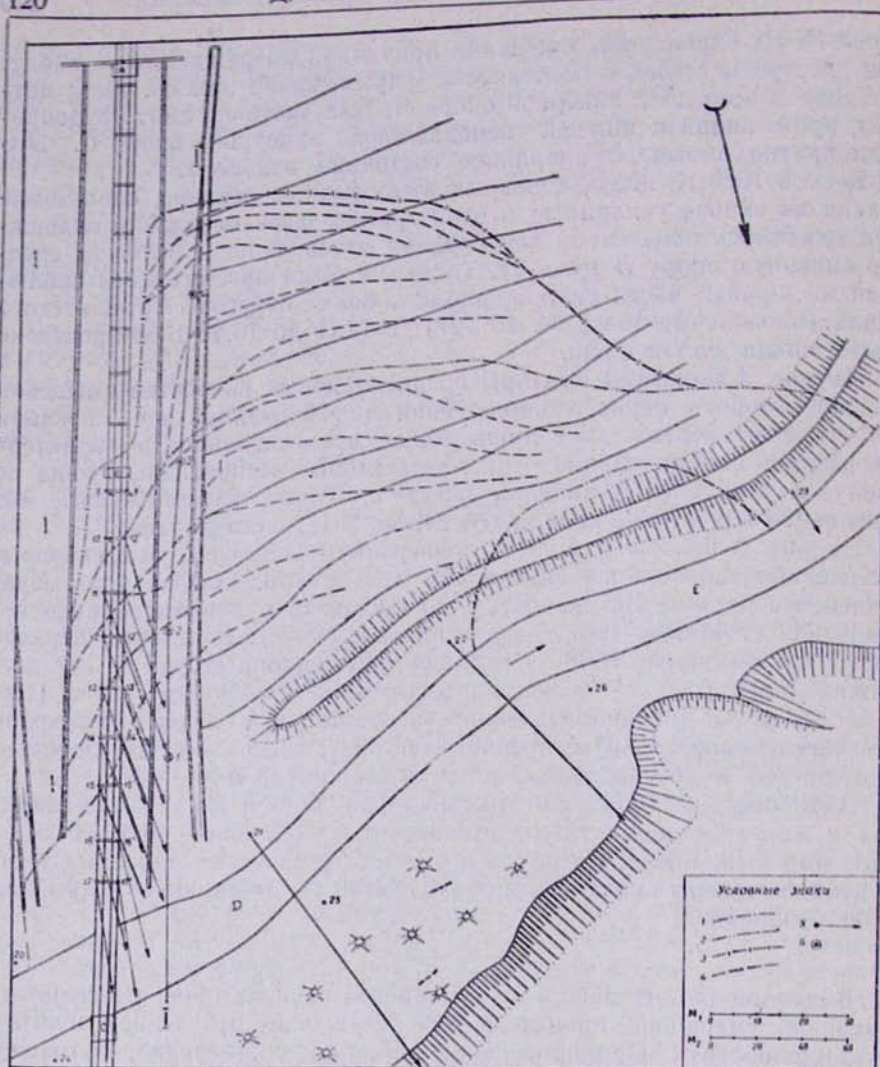
LANDSLIDE IN RED BEDS IN YEREVAN

DIMITRY SARKISSIAN, Cand.Geol.Minor.Sc.¹ and HENRIC BALAIAN, Geologist²

Abstract. A conduit was built across the slope of an irrigation canal in Yerevan; depth creep of the slope has accelerated and deformation of the penstock were caused. Average rate of displacement of penstock supports has exceeded 50 millimetres per mensem. In order to stabilize the slope the irrigation canal was enclosed in a reinforced concrete tube and the slope was made more gentle.

¹ Senior Scientific Worker, Dept. of Geomechanics, Geological Institute, Armenian Academy of Sciences.

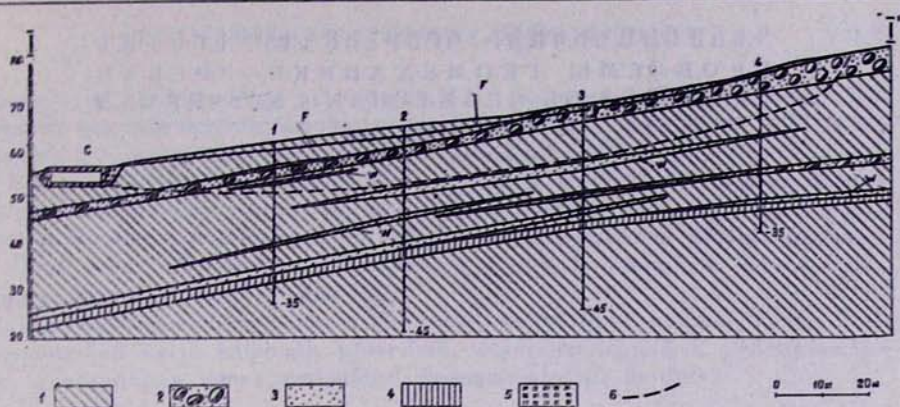
² Chief Geologist, Institute „Yerevanproject“.



Նկ. 1. Սողանքի պլանը ջրատարի մոտ: A և C—ծայրամասային նեցուխներ. B—միջանկյալ նեցուխ, D—խողովակի մեջ ամփոփված ոռոգման ջրանցք. E—նույնը ոչ նեցուխացած. 1—սողանքի եզրագծող սողանքային ճեղքը զարգացման առաջին փուլում. 2—նույնը երկրորդում. 3—նույնը երրորդում. 4—ստորադրյալ սողանքային ճեղքեր, 5—հորատանցք և նրա համարը. 6—սողանքային կետ, նրա համարը և տեղաշարժի միջին ամսական արագության վեկտորը (1967 թ. հոկտեմբերից մինչև 1968 թ. մարտը). M₁—պլանի զմային մասշտաբը մետրով, M₂—տեղաշարժերի արագության մասշտաբը մմ/ամիսով:

Рис. 1. План оползня у водовода. A и C—концевые анкерные опоры; B—промежуточная опора; D—оросительный канал, заключенный в трубу; E—то же необлицованный; 1—оползневая трещина, оконтуривающая оползень в первой фазе развития; 2—то же во второй; 3—то же в третьей; 4—подчиненные оползневые трещины; 5—буровая скважина и ее номер; 6—оползневая точка, ее номер и вектор среднемесячной скорости смещения (за время с октября 1967 г. по март 1968 г.); M₁—линейный масштаб плана в метрах; M₂—масштаб скорости смещений в миллиметрах в месяц.

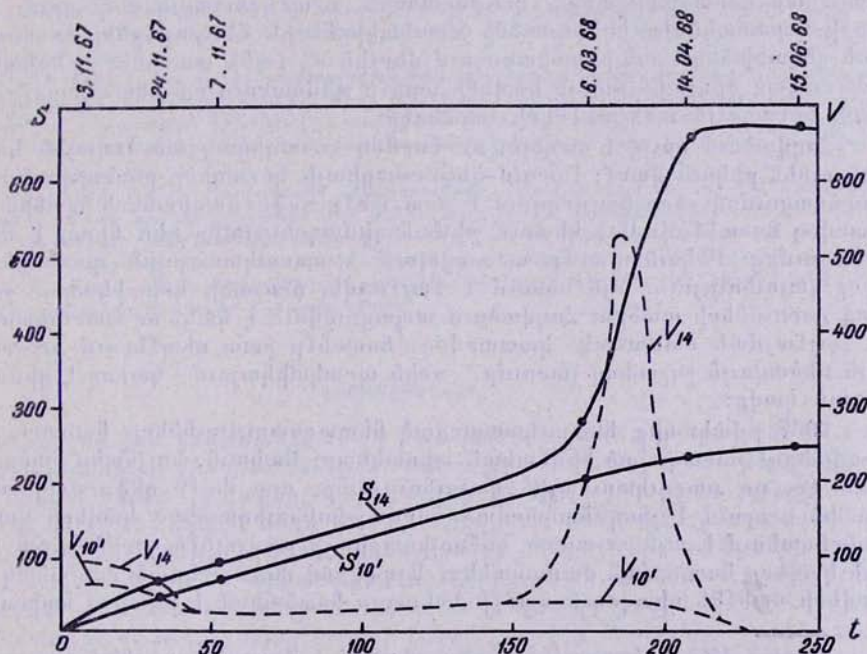
Fig. 1. Plan of the landslide at conduit. A and C—end anchor supports; B—intermediate support, D—irrigation canal, enclosed in tube; E—the same, unlined; 1—landslide fissure outlining the landslide in the first phase of development; 2—the same in the second; 3—the same in the third; 4—subordinate landslide fissures; 5—borehole and its number; 6—landslide point, its number and vector of average monthly rate of displacement (for the time interval from October 1967 till March 1968); M₁—linear scale of plan in metres; M₂—scale of rates of displacement millimetres per month.



Նկ. 2. Նեկաբանական կտրվածք I—I' գծով: 1—խալտարդեղտ պինդ կավեր ավազաքարերի ենթաշերտերով, 2—դլարարա-ճալարբարային նստվածքներ, 3—մանրահատիկ ավազաքարեր, 4—խալտարդեղտ պինդ կավեր արդիլիտների ենթաշերտերով, 5—լցովի գրունտ, 6—սողանքի բացեցման մակերևույթը: F—լանքի մակերեսը հարթեցումից հետո, W—ջրատար հորիզոններ:

Рис. 2. Геологический разрез по линии I—I'. 1—пестроцветные плотные глины с прослоями песчанников; 2—валуно-галечные отложения; 3—мелкозернистые песчанники; 4—пестроцветные плотные глины с прослоями аргиллитов; 5—насыпной грунт; 6—поверхность скольжения оползня; F—поверхность склона после выполаживания; W—водоносные горизонты.

Fig. 2. Geological cross-section along line I—I'. 1—dense red clays with sandstone seams; 2—boulder-pebble deposits; 3—fine-grained sandstones; 4—dense red clays with argillite seams; 5—fill; 6—sliding surface of the landslide; F—surface of the slope after making gentle; W—waterbearing horizons



Նկ. 3. Սողանքային կետերի տեղաշարժի s մեծության և v արագության մեծությունը սողանքի ստորին (№ 14) և միջին (№ 10') մասերում: Արագիսները—t ժամանակը օրերով, օրդինատները ձախից, —s տեղաշարժը միլիմետրով, աչից—v արագությունը միլիմետրով/ամսում:

Рис. 3. График величины s и скорости v смещения оползневых точек в нижней (№ 14) и средней (№ 10') частях оползня. Абсциссы—время t в днях; ординаты слева смещения s в миллиметрах и справа—скорость v в миллиметрах в месяц.

Fig. 3. Graph of amount s and rate v of displacement of landslide points in the lower (No. 14) and in the middle (No. 10') parts of the landslide. Abscissas—time t in days; ordinates on the left—displacement s in millimeters; on the right—rate v in millimeters per month.