

НАКОПЛЯЮЩИЕСЯ ЗЕМЛЯНЫЕ ПОТОКИ, ПЕРЕХОДЯЩИЕ ВО ВРАЩАТЕЛЬНЫЕ ОПОЛЗНИ

Канд. геол.-минер. наук А. П. АРАКЕЛЯН,
член-корр. АН АрмССР, проф., докт. техн. наук Г. И. ТЕР-СТЕПАНЯН²

Реферат. В молодых горных странах широкое распространение имеют земляные потоки, развивающиеся в делювиальных покровах склонов. В нижних частях земляных потоков накапливающегося типа периодически возникают вращательные оползни. Описываются земляной поток в с. Дастлу (Армянская ССР), питающийся поверхностными водами, и земляной поток у г. Хоста (Черноморское побережье Кавказа), питающийся подземными водами.

Широко распространенные в горных областях земляные потоки возникают при увлажнении рыхлых продуктов выветривания на склонах. По происхождению вод, вызывающих смещение земляных масс, различаются потоки с поверхностным и подземным питанием (Тер-Степanian, 1973).

Земляные потоки с поверхностным питанием формируются на больших, вытянутых и слабо наклоненных склонах за счет выпадающих на их поверхность атмосферных осадков. Их особенностью является отступательный характер оползания, при котором процесс начинается в нижней части склона и постепенно распространяется вверх по склону. Причина этого явления — местное временное повышение гидравлического градиента, а следовательно, и фильтрационной силы в полосе грунта, расположенной выше по склону от очага, вследствие возникающей при этом зоне трещиноватости. В последней выравнивается гидравлический градиент, что ведет к резкому его повышению в вышележащем участке и дальнейшему развитию трещиноватости.

Земляные потоки только с подземным питанием встречаются сравнительно редко; чаще питание бывает смешанным. Однако наличие подземной составляющей в балансе вод, питающих земляной поток, очень важно, так как она постоянно участвует в процессе, тогда как поверхностное питание спорадично.

Земляные потоки могут быть активными или мало активными и непрерывно или прерывисто действующими в зависимости от соотношения между количеством вод, поступающих за счет атмосферных осадков и имеющих подземное происхождение.

В активных ступенчатых земляных потоках с подземным питанием процесс оползания в верхнем отделе развивается наступательным, т. е. вниз по склону. Если склон сложен чередованием горизонтальных пластов глинистых пород с плотными песчаниками, то оползень — земляной поток, развивающийся в выходе вышележащего гли-

¹ Старший научный сотрудник Лаборатории геомеханики ИГИС АН АрмССР.

² Зав. Лабораторией геомеханики ИГИС АН АрмССР.

нистого пласта и имеющий базисом оползания подстилающий пласт песчаника, будет переползать через подобный подземный барьер, нарушать своим весом выходы расположенного ниже следующего глинистого пласта и вызывать в нем образование такого же земляного потока. При этом возникают наступательные ступенчатые земляные потоки.

Земляные потоки по строению своего нижнего отдела распадаются на два типа. Первый тип, называемый накапливающимся, наблюдается в тех случаях, когда спускающиеся со склона земляные массы аккумулируются на расположенной ниже склона пологой поверхности. Второй тип земляных потоков, называемый расходящимся, относится к случаю, когда потоки выходят к широкой реке или к морю; аккумуляция земляных масс не происходит, так как они уносятся эрозией или абразией. Потоки первого типа имеют значительно большее распространение.

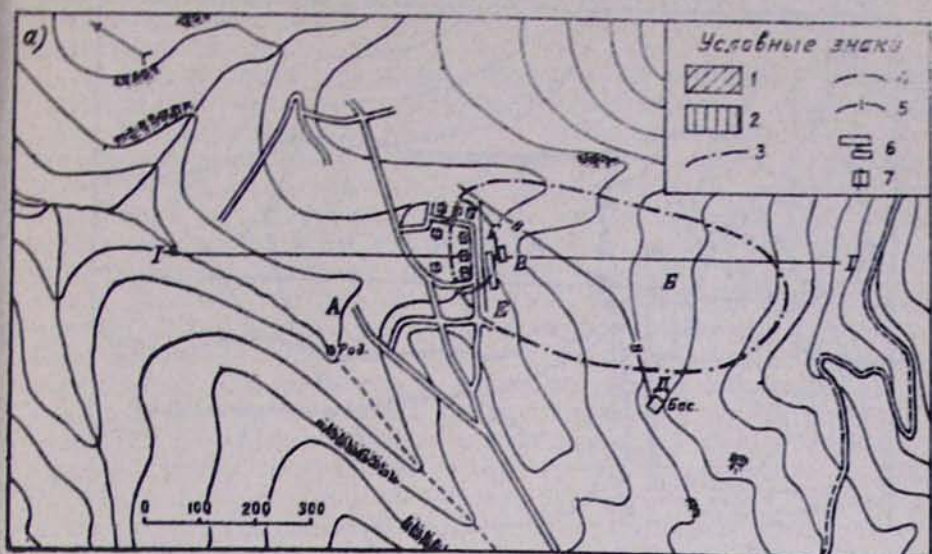
Характерной особенностью накапливающихся земляных потоков является развитие в их нижнем отделе вращательных оползней. Они образуются в накапливающихся земляных массах, находящихся в состоянии предельного равновесия; в них развивается глубинная ползучесть. При активизации оползневой процесса, обычно связанной с климатическими условиями и носящей порой региональный характер, устойчивость массы грунта нарушается и происходит оползание.

Поскольку каждый последующий вращательный оползень происходит в увеличенной массе грунта, естественно, что и по размерам он будет больше. Поэтому наблюдается закономерное увеличение радиусов дуг скольжения со временем.

Вышеизложенное иллюстрируется на примерах земляных потоков накапливающегося типа, наблюдаемых в Армении и на Черноморском побережье Кавказа.

Земляной поток накапливающегося типа с поверхностным питанием в селе Достлу Ноемберянского района Армении. Село Достлу расположено на северном склоне Воскеванского хребта, в верховьях ущелья А (рис. 1), выходящего с юга к реке Ниджасу (Азербайджан). Территория села занимает правобережную и придонную части ущелья. С юго-востока по пологому склону к селу подходит земляной поток В; его язык В выходит к окраине села. В расположенных на склонах языка жилых домах имеются деформации, возникшие вследствие глубинной ползучести.

На почти горизонтальной площадке Г в 1972 г. было начато строительство школы и клубно-гимнастического комплекса. У левого борта потока был устроен напорный бассейн питьевой воды Д, откуда шла магистральная линия водовода к селу. От магистрального водовода к строительству была подведена водоводная линия Е по бровке языка земляного потока и вдоль фасада здания школы. Грунт в основании зданий был представлен делювиально-элювиальными образованиями (суглинками, супесями с включением мелкообломочного материала) со вскрытой мощностью 4 м. Их подстилает верхне-меловая вулканогенно-осадочная толща, сложенная песчаниками, конгломератами, туфоконгломератами, туфобрекчиями с прослоями туфопесчаников и известковистых песчаников. Грунтовые воды не обнаружены; предположительно они залегают на глубине около 60 м. В геоморфологическом отношении обращает на себя внимание широкая, неглубокая ложбина, на дне которой располагается земляной поток. Ложбина была выработана земляным потоком, а продукты сноса и слагают собой вышеуказанный язык. Строительство школы



б) По линии I-I

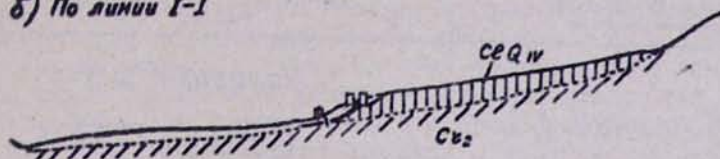


Рис. 1. План (а) и схематический разрез (б) по оси земляного потока в селе Достлу Армянской ССР. I-I линия разреза; 1—коренные породы (верхнемеловая вулканогенно-осадочная толща); 2—тело земляного потока; 3—граница земляного потока; 4—опущенная трещина растяжения, оконтуривающая вращательный оползень; 5—поверхность скольжения вращательного оползня; 6—разрушенный школьно-спортивный комплекс; 7—деформированные дома.

Նկ. 1. ՉԽՀ Դոստլու գյուղում երկրաձուլի պլանը (ա) և սխեմատիկ կտրվածքը (բ): I-I — կտրվածքի գիծը. 1 — արմատական ապարներ (վերին կաճճային հրաբանածածկային հատակներ). 2 — շղանոսի մարմինը. 3 — շղանոսի սահմանը. 4 — սահմանագծող պտտական աղանք, ինքնիվ ձգման ճեղք. 5 — պտտական աղանքի սահնցման մակերևույթ. 6 — քանդված դպրոցապարտային համալիր. 7 — ձևափոխված տներ:

Fig. 1. Plan (a) and schematic cross-section (b) along the axis of an earthflow in Dostlu village, Armenian SSR. I-I is the line of cross-section; 1 are the bedrocks (Upper-Cretaceous volcanic-sedimentary series); 2 is the body of the earthflow; 3 is the boundary of the earthflow; 4 is the sunken fissure of tension bounding the rotational landslide; 5 is the sliding surface of the rotational landslide; 6 is the failed school with sporting complex; 7 are the deformed buildings.

ного комплекса велось в течение четырех лет—с 1972 до 1975 гг. и было закончено к осени 1975 г. При строительстве школы имела место утечка воды из водовода, поврежденного в результате глубинной ползучести, что привело к деформации склона, со временем увеличивающейся. Школьный комплекс функционировал не больше недели, после чего школу пришлось закрыть. Разрушение зданий продолжалось; в грунте появились трещины отрыва (опущенные трещины растяжения) и сформировалось оползневое тело.

Из сказанного видно, что своевременно проведенное изучение на основании только геоморфологических данных показало бы опас-

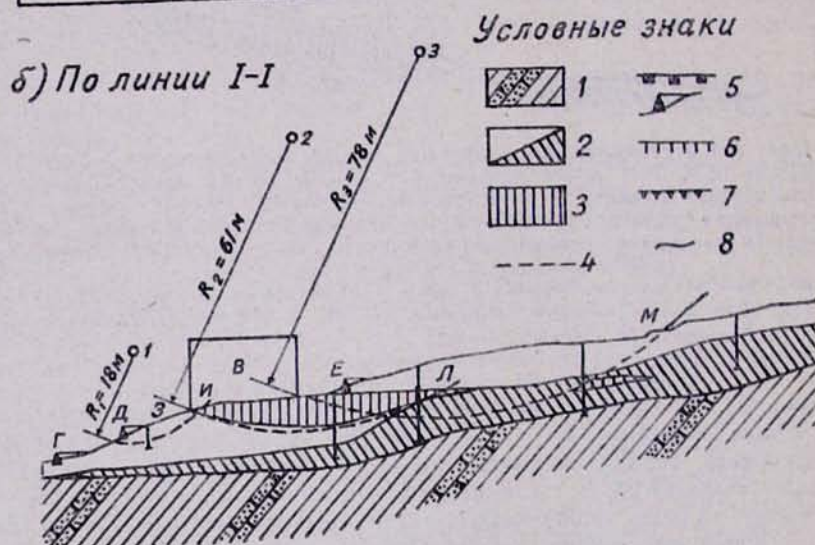
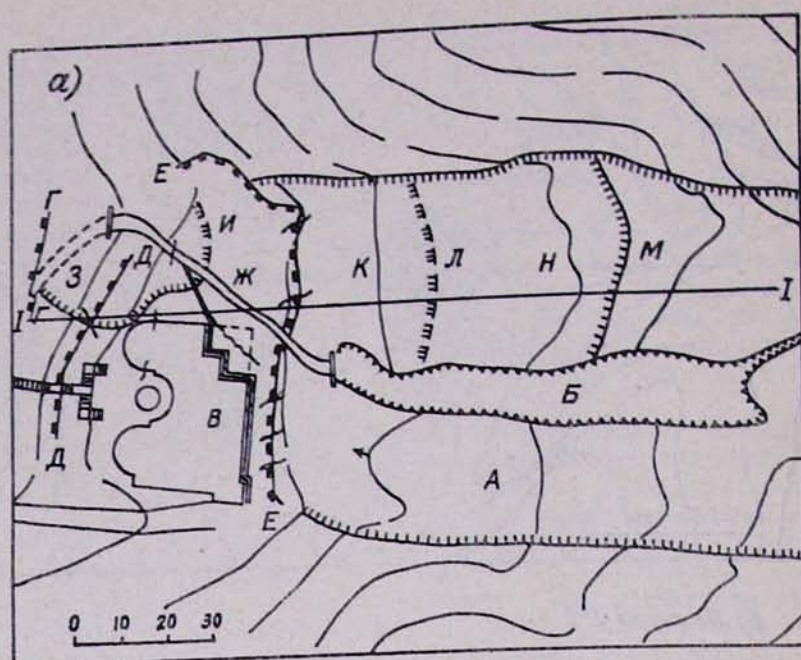


Рис. 2. План (а) и схематический разрез (б) по оси земляного потока «Стрела» в Хосте, у Сочи. I—I линия разреза; 1—коренные породы (аргиллиты сочинской свиты олигоцена); 2—тело земляного потока (в верхней части пластичные глины, в нижней — плотные глины); 3—смещенные блоки аргиллитов; 4—поверхность скольжения земляного потока и вращательного оползня; 5—подпорная стена; 6—оползнева трещина; 7—граница промоины; 8—трещина в сооружении; цифры 1, 2 и 3—центры вращательных последовательных кругов скольжения.

Նկ. 2. Խոտանյում «Մտրելա» դանդաղ հոդանոսի պլանը (ա) և միևնույնի կտրվածքը (б): 1—1—կտրվածքի գիծը. 1—արմատական շապարներ: (օլիգոցենյան սոչինական շերտախմբերի արգիլիտները). 2—հողահոսի մարմինը (վերևում՝ պլաստիկ կավեր, ներքևում՝ պինդ կավեր). 3—տեղաշարժված արգիլիտների բլոկներ. 4—հողահոսի և պտտական, սողանքի սահնգման մակերևույթը. 5—հենապատ. 6—սողանքային ճեղքվածք. 7—ողողաթի սահման. 8—ճեղքվածքը կառույցում. 1, 2 և 3 թվերը հաջորդական սահնգման հաջանական կենտրոններն են:

ность сооружения зданий на горизонтальной площадке в области аккумуляции земляного потока ввиду неизбежности образования вращательного оползня.

Земляной поток накапливающегося типа с подземным питанием у санатория «Стрела» в районе Хосты на Черноморском побережье Кавказа. В орографическом отношении район представляет низкую пологохолмистую область с общим уклоном местности к юго-западу, в сторону моря под углом $20-25^\circ$ (Тер-Степанян и др., 1968). Земляной поток развит на юго-западном крыле ахунской антиклинали; крыло складки сложено мощной толщей аргиллитов олигоцена с редкими тонкими прослоями песчаников, падающих на юго-запад под углом $32-45^\circ$. Ложбина А, в которой развивается земляной поток, имеет асимметричную форму; по дну его проходит промоина Б. Правые склоны ложбины, низкие и пологие, представлены плоскостями напластований пород, а левые, высокие и крутые, — образованы поверхностями тектонических трещин, падающих на северо-запад под углом 60° . Продольный профиль ложбины имеет ступенчатый рельеф. Средний уклон поверхности земляного потока «Стрела» составляет 22° . Тело земляного потока сложено в верхней части разреза пластичными глинами мощностью 2—8 м, а в нижней части — плотными глинами, подстилаемыми коренными аргиллитами. Мощность тела в нижней части потока достигает 20 м. Коренные породы, слагающие оползневой склон, по данным бурения, содержат напорные подземные воды в прослоях песчаников и зонах дробления пород. Питание земляного потока происходит как за счет инфильтрации атмосферных осадков, так и проникания напорных пластово-трещинных вод из водоносных горизонтов песчаников и зон дробления пород, залегающих ниже. Коренные породы получают воду в верхней части склона, где они частично обнажены или прикрыты маломощным делювием.

Данных о ранних этапах развития оползня на этом земляном потоке нет. Вероятно, в это время движение имело характер глубинной ползучести и не переходило в фазу обрушения. После того как началось освоение склона — строительство домов и связанная с этим вырубка леса, произошла активизация оползней с разрушением домов (рис. 2).

В 1932—1933 гг. в устье ложбины А, в которой развивался земляной поток, было построено здание В санатория «Стрела», произведена планировка, сооружены бетонные подпорные стены Г, Д и Е, устроен лоток Ж. В декабре 1933 г. между зданием В и подпорной стеной Г произошел вращательный оползень З, частично разрушивший подпорную стену Д и деформировавший здание санатория. С верховой стороны оползень был ограничен трещинами И; радиус вращения оползня составил 18 м. В феврале 1937 г. несколько выше по склону произошел катастрофический вращательный оползень К,

Fig. 2. Plan (a) and schematic cross-section (b) along the axis of the earthflow Strela in Khosta, near Sochi. 1—1 is the line of cross-section; 1 are the bedrocks (the Oligocene argillites, Sochian suit); 2 is the body of the earthflow; (in the upper part are plastic clays, in the lower one—dense clays); 3 are the displaced blocks of argillites; 4 are the sliding surfaces of the earthflow and the rotational landslide; 5 is the retaining wall; 6 are the landslide fissures; 7 is the boundary of a washout; 8 are the fissures in the structure; Figures 1, 2 and 3 are centres of the probable successive circles of sliding.

разрушивший западное крыло здания В, подпорную стену Е и лоток Ж. С верховой стороны этот оползень был ограничен трещинами Л; глубина поверхности скольжения достигла 16 м, радиус вращения равнялся 61 м. В результате развития второго оползня сместившиеся земляные массы погребли под собой верховую трещину и первого вращательного оползня.

Глубинная ползучесть склона продолжалась и после образования второго оползня; в ее процессе произошли дальнейшие деформации сооружений. На склоне выше второго оползня начала развиваться опущенная трещина растяжения М, ограничивающая с верховой стороны формирующийся третий вращательный оползень Н. В процессе развития этого оползня верховые трещины второго оползня закрылись и оказались погребенными под смещающимися земляными массами.

Таким образом, в процессе развития земляного потока последовательно возникли два вращательных оползня и начал развиваться третий. Эти оползни располагаются один за другим вверх по склону и характеризуются увеличивающимися значениями радиусов дуг скольжения.

Описанные два типа накаплиющихся земляных потоков относятся к очень важным для горных стран видам гравитационных смещений на горных склонах. Они в общем не сложны для анализа, но требуют ясного представления об их механизме, его связи с оползнеобразующими факторами, из которых важнейшим является действие атмосферных и подземных вод.

ՊՏՏԱԿԱՆ ՍՈՂԱՆՔՆԵՐԻ ՎԵՐԱՇԻՎՈՂ, ԿՈՒՏԱԿՎՈՂ ՀՈՂԱՀՈՍՔԵՐ

Երկր.-ճեշ. գիտ. քնն. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ պրակտ. անդամ,
պրոֆ., տեխն. գիտ. դոկտոր Գեորգ ՏԵՐ-ՍՏԵՓԱՆԻԱՆ

Ռեֆերատ: Արտասարգ լեռնային երկրներում մեծ տարածում ունեն լանդսկի դեյուզիալ ծածկույթում զարգացող հողահոսքերը: Կուտակվող տիպի հողահոսքերի ստորին մասերում պարբերաբար առաջանում են պտտական սողանքներ: Նկարագրվում է Հայաստանի Դոստլու գյուղի հողահոսքը, որը ձևավորվում է մակերևութային ջրերով սնման հաշվին, ինչպես նաև խոսքա թափարի շրջանի (Կովկասի Սևծովյան ափ) հողահոսքը, որը սնվում է ստոր-գետնյա ջրերով:

ACCUMULATING TYPE EARTHFLOWS TRANSFORMING INTO ROTATIONAL LANDSLIDES

ANAHIT ARAKELIAN¹, Cand. Sc. (Geol. Miner.), GEORGE TER-STEPANIAN²,
Prof., Dr. Sc. (Eng.), Corr. Mem. Armen. Ac. Sc.

Synopsis. Earthflows developing in detritus cover of slopes are widely spread in mountainous countries. Rotational landslides occur periodically in lower parts of accumulating type earthflows. Earthflows in village Dostlu, Armenia formed by action of surface water and that in Khosla near Sochi on the Black Sea coast caused by action of the ground water are described.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ—ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

- Тер-Степанян Г. И., Сергеев В. Н., Авджян А. А. 1968. Опыт изучения медленных земляных потоков в Сочи. — Проблемы геомеханики, Ереван, № 2, с. 63—83.
Тер-Степанян Г. И. 1973. Некоторые особенности механизма земляных потоков. — В кн.: Инженерно-геологические свойства глинистых грунтов и процессы в них. Труды Междунар. симпозиума, Изд. МГУ, вып. 3, с. 117—132.

¹ ՀՍՍՀ ԳԱ ԳԻՐԻ գեոմեխանիկայի լաբորատորիայի ավագ գիտաշխատող:

² ՀՍՍՀ ԳԱ ԳԻՐԻ գեոմեխանիկայի լաբորատորիայի վարիչ:

³ Senior scientific worker, Laboratory of Geomechanics, IGES.

⁴ Head, Laboratory of Geomechanics, IGES.