

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ФОРМЫ НАРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ВЫСОКОГОРНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Жер кыртышынын үстүнкү катмарында болуучу геологиялык процесстер бийик тоолуу аймакта курулган автоунаа жолдорунун бузулушуна алып келет*

*Поверхностные оплывины и сплывы грунта приводят к нарушению устойчивости земляного полотна высокогорных автомобильных дорог.*

*Surface mud-stream and splay soil leads to disruption of the stability of roadbed mountain roads.*

В ходе проведения реконструкции автомобильной дороги Ош-Сарыташ-Иркештам на участке 61-63 км были выполнены следующие мероприятия по обеспечению местной устойчивости откосов и склонов: уменьшение крутизны откосов до 1:2, устройство водоотводных канав, устройство открытых дрен-коллекторов на неустойчивых участках в местах возможного выклинивания грунтовых вод, дренаж на всех участках выхода родников /1/. Осуществленными мероприятиями удалось сдержать проявление опасных оползней обвального типа, однако, к сожалению, эти мероприятия оказались неэффективными в отношении таких форм нарушения устойчивости откосов, как поверхностные оплывины и сплывы грунта.

Поверхностные оплывины – это оползание почвенно-растительного слоя по подпочве вследствие насыщения грунта влагой атмосферных осадков со склонов крутизной 25-30°. Глубина захвата пород смещения не более 2,0 м /3/. В случае же сплывов глубина захвата пород смещением составляет 5-6 м, при этом объем сместившихся масс может достигнуть 100 тыс. м<sup>3</sup>. Такие формы нарушения устойчивости склонов характерны для лессовидных грунтов. В некоторых случаях на склонах крутизной 15-45° (т.е. практически не зависящие от крутизны склонов) имеют место оползни-потоки, имеющие русловой характер с шириной русла до 500 м.

В качестве примера проявления поверхностных оплывин можно привести деформации откосов недавно реконструированной автомобильной дороги международного значения Ош-Сарыташ-Иркештам.

На рис. 1 показана деформация откоса на 65 км дороги в виде сползания отсыпанной части земляного полотна. Причиной являлось переувлажнение грунтов в весенний период. После визуального осмотра определили длину трещин (20 метров), толщина трещин достигает 4 см, высота откоса – 15 метров. Крутизна откоса составляет  $30^{\circ}$ , а с наддорожного склона –  $15-20^{\circ}$ , верхние слои склона сложены перемешанными супесчано-суглинистыми грунтами делювиально-элювиального происхождения. Самым поврежденным участком является км 60-63. Этот участок дороги характеризуется наличием грунтов красного цвета – сыпучих, несцементированных, непластичных, засоленных супесей и мелких пылеватых песков. Их происхождение неизвестно, но они непохожи на продукты



Рис.1. Участок просадки на участке автомобильной дороги  
Ош-Сарыташ-Иркештам

выветривания подстилающей известковой породы или на аллювиальные отложения (нет расслоения или переслаивающихся слоев гравия или глины, которые обычно встречаются в них) и даже на озерный осадок (который обычно мельче). Красная окраска, несомненно, результат оксида железа, но когда это возникло неизвестно – это могло произойти до или

после отложения. По данным ОАО «Ошский филиал КЫРГЫЗГИИЗ» глубина промерзания грунтов на высоте 2400 м над уровнем моря может составлять 290 см.

Возникновение оплывин и сплывов откосов связано со снижением прочности грунтов под влиянием физико-химического выветривания и избыточного увлажнения. Они проявляются обычно в виде смещения слоев грунта мощностью 0,4-0,8 м в неблагоприятное по погодным условиям время года (весной – при оттаивании грунта, осенью и летом – после затяжных или ливневых дождей и т.д.).

Основными процессами физико-химического выветривания, ведущими к снижению прочности грунта в поверхностных слоях откоса, следует считать промерзание и оттаивание грунтов, набухание и усадку грунтов при изменении влажности под действием климатических факторов (испарения, осадков, промерзания).

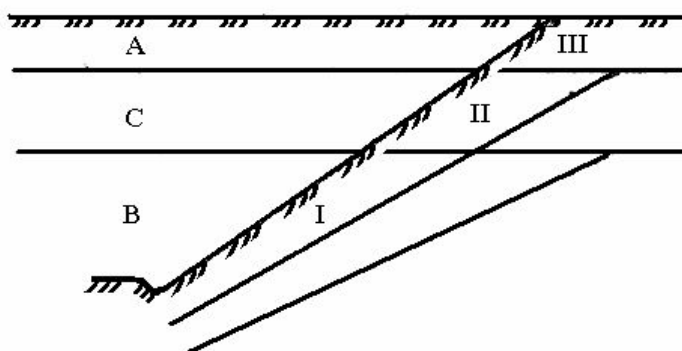


Рис. 2. Схема образования зон активного выветривания в откосе после его сооружения

Если до сооружения выемки выделить зоны сезонного промерзания А (рис. 2), сезонного изменения влажности С и толщу грунтов постоянного состава и состояния В (скорость изменения определяется геологическими процессами), после образования откоса интенсивность изменения свойств и состояния грунта будет особенно велика у подошвы (зона I), уменьшаясь по высоте откоса (зоны II и III).

В особо невыгодных условиях оказываются грунты подошвенной части откоса, где наблюдаются повышенная влажность, концентрация касательных напряжений и накопление диспергирующих грунт водно-растворимых солей, вынесенных с верхних горизонтов.

Часто наблюдаемые на откосах насыпей и выемок срывы поверхностного укрепления объясняются значительным водонакоплением и образованием линз льда при промерзании на контакте рыхлого растительного слоя и плотного грунта откоса. Поверхностные воды и дождевые осадки, попадая на неукрепленный откос, вызывают

эрозионные деформации его в виде смыва грунта, размывов, разжижения и стекания поверхностного слоя к подошве откоса и т.д.

Оползание поверхностного слоя (рис. 3, б) чаще всего наблюдается в откосах, сложенных пылеватыми водонеустойчивыми глинистыми грунтами с числом пластичности менее 12 при увлажнении их дождевыми осадками, водой снеготаяния и вытаивающих линз и кристаллов льда в грунте. При малой толщине оползающего слоя (до 10-15 см) смещение его происходит, как правило, при переходе грунта в текучепластичное состояние /2/.

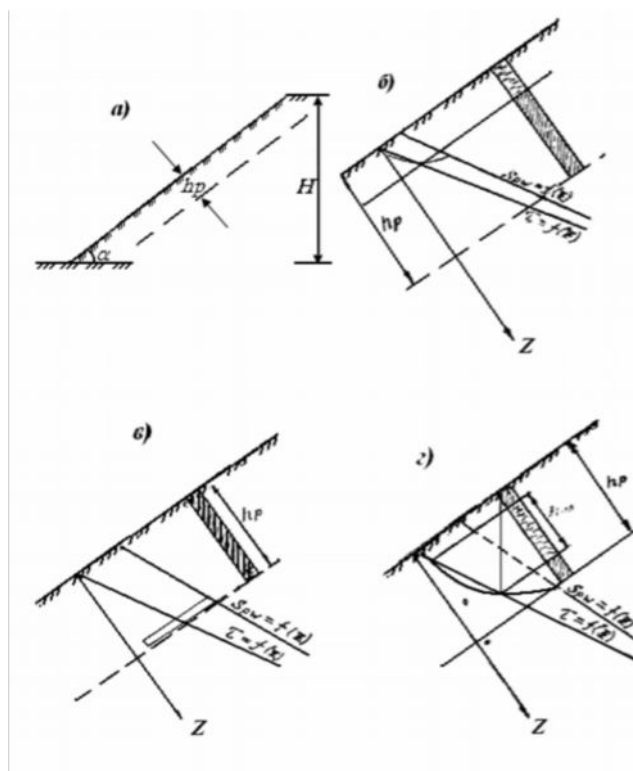


Рис.3. Виды эрозионных деформаций откосов

Образование сплывов (рис. 3, в) наблюдается в тех случаях, когда в толще откоса имеется ослабленный прослой грунта, где сопротивление сдвигу  $S_{pw}$  меньше сдвигающего усилия. Ослабленный прослой формируется на границе оттаивания равномерно увлажненного грунта из-за резкого уменьшения прочности при переходе грунта из мерзлого состояния в талое. В последнем случае на этой границе из-за резкого уменьшения водопроницаемости образуется местный водоупор, обуславливающий водонакопление в контактном слое /3/.

Анализируя натурными наблюдениями факторы, приводящие к сдвигу откоса данного участка автомобильной дороги Ош-Сарыташ-Иркештам, можно сделать некоторые вытекающие отсюда выводы.

Зимой склоны перевального участка покрываются слоем снега, естественно, температура воздуха отрицательная, при этом сохраняется устойчивость откоса. Весной перевальный участок представляет непосредственную угрозу дороге, начинается процесс таяния снега, причем на южных склонах происходит интенсивное таяние. Талые воды не могут проникнуть в глубь грунта, этому препятствует нижний слой «мерзлый грунт» (рис. 4).

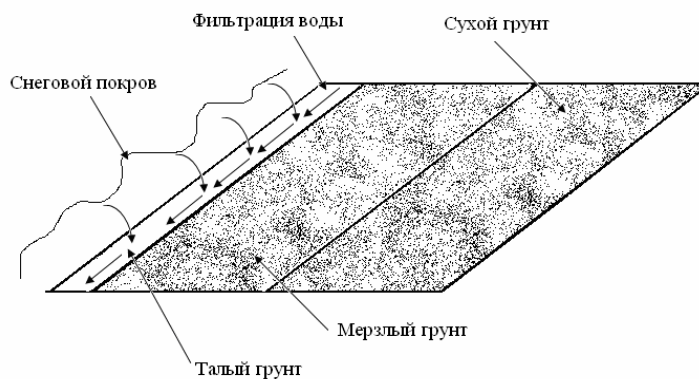


Рис.4. Формирование фильтрационного потока на откосах земляного полотна весной

После впитывания осадочных и талых вод оползни активизируются. «Инсоляция и нагрев поверхности дороги весной создают поток тепла, проникающий в дорожную конструкцию, которая приводит к постепенному просыханию самых верхних слоев земляного полотна. Однако до полного оттаивания влажность талого грунта резко возрастает, плотность его уменьшается, снижаются деформационные (модуль упругости) и прочностные характеристики (угол внутреннего трения и сцепление)» /4/.

Подтверждением предлагаемого механизма образования поверхностных оплывин и сплывов могут служить следующие факты:

1. Эти явления наблюдаются в весеннее время на склонах южной ориентации.
2. Они происходят за короткие сроки.

В результате проведенных обследований было установлено, что все водоотводящие трубы, лотки, канавы вдоль дорог, расположенных на этом участке, забиты грязью грунтовых масс, что свидетельствует о неэффективности примененных дренажных и водоотводных систем (нагорные продольные дрены, обратная отсыпка подпорных стен крупными валунами, поперечный дренаж под дорожной одеждой /2/). Поэтому вода перетекает через полотно автомобильных дорог и проникает в грунты откоса (рис.5). Под воздействием талых вод начинается процесс переувлажнения. Переувлажнение грунта достигает таких значений, что сдвигающие силы в какой-то момент превосходят силы удерживающие. Происходит сдвиг – местная деформация в виде оплыва откоса. В

дополнение к этому в теле земляного полотна при проезде по дороге автомобильного транспорта, особенно крупнотоннажного, возникает вибрация. Этот процесс зафиксирован 19 марта 2010 года.

На рис.6 показан оползень, прошедший в более поздний срок – 9 апреля 2010 (за 20 дней погода стала значительно теплее, мерзлый грунт успел растаять на всю глубину промерзания).

Для обеспечения местной устойчивости применяются мероприятия по перехвату и отводу грунтовых вод от земляного полотна до выхода их на откос.

Дренажные устройства предназначаются для отвода свободной воды, образующейся при вытаивании ледяных линз и для исключения возможности образования гидростатического напора в оттаивающем слое грунта толщиной  $\delta$ , который обладает повышенной водопроницаемостью по сравнению с выше- и нижележащими слоями.



Рис.5. Пересечение дороги языка оползня на км 61+775 автомобильной дороги  
Ош-Сарыташ-Иркештам



Рис.6. Переползание оползня через подпорные стены на автомобильной дороге  
Ош-Сарыташ-Иркештам

Дренажные устройства для осушения грунтов нижней части откоса могут быть выполнены в виде горизонтальных дренажных скважин, обсаженных трубофильтрами (рис. 7), врезных дренажей – «шпор» (рис. 8).

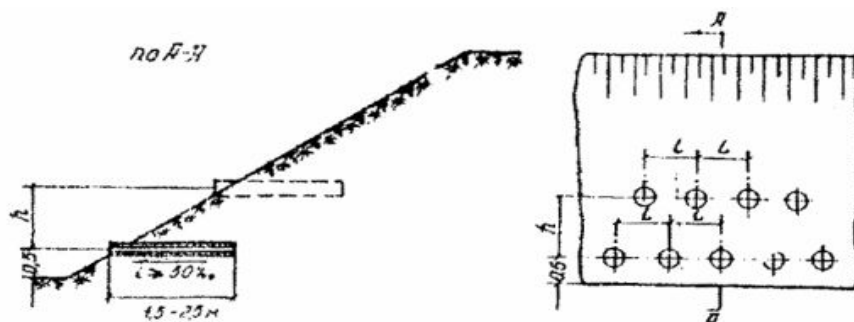


Рис. 7. Осушение откоса горизонтальными дренами из трубофильтров



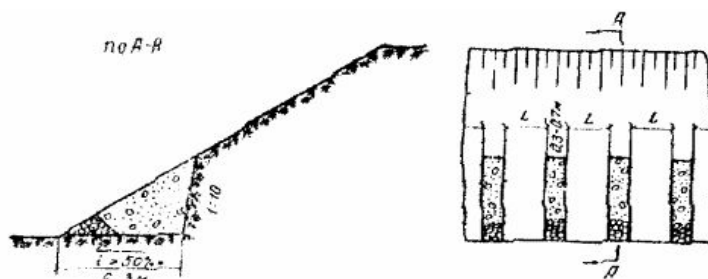


Рис. 8. Дренажные «шпоры» в откосе

Горизонтальные дренажные скважины, обсаженные трубофильтрами из керамзито-цемента и других материалов с высокой пористостью, располагаются в нижней трети откоса. Дренажные шпоры устраиваются в виде прорезей, заполняемых дренирующим грунтом с коэффициентом фильтрации не менее 3 м/сутки. Ширина прорезей равна 0,4-0,7 м, расстояние между ними 2-3 м. У подошвы откоса оставляются открытыми от поверхностного укрепления выходы для воды, усиленные суффозионноустойчивым дренирующим грунтом. При выклинивании на откос водоносных горизонтов назначаются мероприятия по перехвату и отводу грунтовых вод, в том числе верховодки от земляного полотна. Верховодка, развитая в почвенном и подпочвенном слое, перехватывается углубленными до 0,8-1,0 м нагорными канавами с соответствующим укреплением их от размыва /3/.

### Список литературы

1. Кожоголов К.Ч., Никольская О.В., Сулайманов Н.Ч., Жумалиев Э.К. Обеспечение устойчивости откосов автодороги Ош-Сарыташ-Иркештам на участке 60-63 км //Современные проблемы механики сплошных сред. – Бишкек. – 2008. – № 8. – С. 11-16.
2. Инженерно-геологический отчет автодороги Ош-Сарыташ-Иркештам /ГПИ «Кыргыздортранспроект». – Бишкек, 2004.
3. Методические указания по оценке местной устойчивости откосов и выбору способов их укрепления в различных природных условиях. – М., 1970.
4. Немчинов М.В., Меньшов А.С. Причины образования сдвига на откосах насыпей //Наука и техника в дорожной отрасли. – М., 2006. – № 1. – С.15-17.