

**НАРУШЕНИЕ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ДОРОГ****DISTURBANCE OF LOCAL SLOPE STABILITIES OF HIGHWAY AND
TECHNOLOGICAL MOUNTAIN ROADS**

Берилген макалада жердин кату кыртышынын физика-механикалык касиеттеринен жана абанын мезгилге жараша өзгөрүү температурасынын шарттарына жараша жердин катуу кыртышынын жылышуусуна болгон лабораториялык изилдөөлөрдүн жыйынтыгы көргөзүлдү. Жантайманын катуу кыртышынын касиеттерине жараша ТОО жол жантаймаларынын жергиликтүү туруктуулугунун себептери аныкталды.

Ачык сөздөр: туруктуулук, жантайма, тоо жолдору, касиеттери.

В данной статье приведены результаты лабораторных испытаний грунтов на сдвиг в зависимости от физико-механических свойств грунтов и сезонного колебания температуры воздуха. Установлены причины нарушения местной устойчивости откосов горных дорог в зависимости от свойств грунтов слагающих откос.

Ключевые слова: устойчивость, откос, горные дороги, грунты, свойства.

In given article are presents the results of laboratory tests of soil shear resistance on the physical and mechanical properties of soils and seasonal fluctuations in air temperature. The cause of violations of local stability of slopes of mountain roads, depending on the properties of soils composing the slope is established.

Keywords: stability, slope, mountain roads, soils, properties.

Горная автомобильная дорога – это дорога, расположенная в горной местности, со значительными уклонами в продольном профиле, кривыми малых радиусов, серпантинами и инженерными сооружениями, предохраняющими ее от лавин, оползней, осыпей и т. п.

Главные отличия горных дорог от равнинных - это значительные уклоны и повышенная природная неустойчивость поверхности [1].

Эксплуатация дорог на горных склонах существенно осложняется из-за нарушения местной устойчивости откосов в виде сплывов и оплывин, которые активно проявляются после выпадения осадков в виде дождя и часто наблюдающимися на практике оползневыми обрушениями грунтовых масс на горных дорогах, т.е. нарушением их местной устойчивости откосов.

Под нарушением местной устойчивости понимают смещение продуктов выветривания с откосов и склонов в процессе эксплуатации и возможности появления сплывов непосредственно на приповерхностной зоне склона и откоса, проявляющийся выносами грунта этой зоны на трассу дороги. Мощность этой зоны обычно не превышает 2 м и зависит от степени выветривания и физико-механических свойств залегающих пород. Нарушения могут возникать в любой части откоса независимо от степени обеспечения общей устойчивости (Рис.1.).

В отличие от общей устойчивости, нарушения местной устойчивости откосов связаны с локальными деформациями в зонах, непосредственно примыкающих к поверхности откоса, а также происходит с меньшим объемом одновременно смещающихся пород, но при этом частота нарушения местной устойчивости происходит

практически каждый раз после выпадения осадков или выклинивания грунтовых вод, для постоянной очистки которых затраты составляют больше чем на строительство дорог на этих участках. Нарушение местной устойчивости откосов горных дорог происходит зачастую в результате интенсивного таяния снега, интенсивных дождей и является одной из причин разрушения дорожного полотна и перебоев в движении транспорта, что не редко приводит к существенным потерям, как грузоперевозчиков, так и дорожных служб [2].

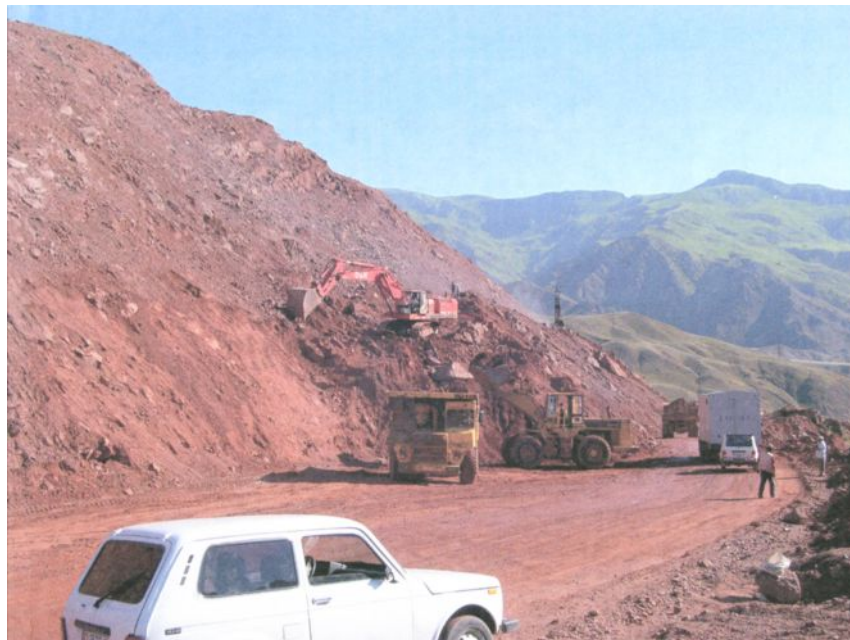


Рис.1. Нарушение местной устойчивости откоса в процессе зачистки на 394км участке автомобильной дороги Бишкек-Ош

При оценке местной устойчивости откосов горных дорог определяющими факторами являются:

- *крутизна склона и откоса* – с увеличением угла откоса вероятность оползневого процесса увеличивается, уже при крутизне откоса 10^0 происходит срыв;

- *экспозиция склона* – в связи с различным нагреванием откоса, разной мощностью снежного покрова и выпадаемых осадков, экспозиция откоса способствует как усилению, так и ослаблению местной устойчивости откоса;

- *влажность грунта*, слагающая поверхностную зону откоса - при влажности превышающий предел текучести раной 22%, грунт переход в необратимое текучее состояние;

- *гранулометрический состав грунта* - с увеличением диаметра твердых частиц грунта уменьшается их сопротивление сдвигу независимо от плотности грунта;

- *плотность грунта* – с уменьшением плотности, падает сопротивление грунтов сдвигу, при влажности равной пределу раскатывания грунтов и в значениях плотности 1700кг/м^3 и 1300кг/м^3 сопротивление сдвигу падает на 35%;

- *прочность грунта* – зависит от влажности, гранулометрического состава, плотности грунтов и температуры окружающего воздуха.

- *температурное колебание воздуха* – с повышением температуры воздуха снижается сцепление грунта, с понижением же температуры окружающего воздуха сопротивлением сдвигу грунтов увеличивается, а при низких температурах воздуха и влажности на пределе раскатывания грунты обладают наибольшим сопротивлением сдвигу [3].

При опасности развития сплывов оценку устойчивости откоса производят на основании расчетного коэффициента местной устойчивости по формуле 1:

$$K = B \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma} n \operatorname{tg} \varphi_p + \frac{A c_p}{\gamma H} \right) \quad (1)$$

где, γ - объемный вес грунта, т/м³; φ_p , c_p - расчетные показатели соответственно угла внутреннего трения и сцепления грунта; n - заложение откоса; $n = \operatorname{ctg} \alpha$; (α - угол заложения откоса, град). H - полная высота откоса, м; A , B - безразмерные эмпирические коэффициенты, определяемые расчетным путем или номограммам в зависимости от отношения расчетной глубины сплыва h_c , к высоте откоса.

Местная устойчивость откосов при возможности формирования и развития, сплывов, считается обеспеченной, если $K \geq 1,5$ [4].

Немало внимания требуют и технологические автодороги при строительстве карьеров, при разработке месторождений полезных ископаемых, когда необходимо транспортировать пустые породы или полезные ископаемые на большие и небольшие расстояния, а также при разработке месторождений, расположенных вдали от магистральных дорог и мощных энергетических ресурсов (Рис.2.).

Оценить устойчивость склонов и откосов выемок технологических горных дорог – это определение возможности проявления и степени опасности активизации оползневых процессов в данных инженерно-геологических условиях и заданных параметрах дорожной выемки на оползнеопасных склонах [5].

Таким образом, при оценке местной устойчивости откосов автомобильных дорог необходимо рассматривать не только грунты, которые составляют почвенный покров незначительной толщины на откосе, но и коренные породы. Поскольку в технологических дорогах в массиве горного склона, ранее находившийся в условиях всестороннего сжатия, под влиянием осушения и водоотлива резко изменяется режим подземных вод, развиваются фильтрационные процессы, породы подвергаются химическому и физическому выветриванию, измельчаются, в результате чего изменяется состав и структура, снижаются показатели плотности, сцепления, за счет промерзания и оттаивания грунтов уменьшаются размеры твердых частиц, увеличивается влажность и пористость грунта, что приводит к снижению сопротивляемости грунтов сдвигу и способствует развитию процессов эрозии, сплывов, а в отдельных случаях нарушению общей устойчивости склонов, береговых откосов, откосов горных дорог, рабочих бортов карьеров [6].



Рис. 2. Технологические дороги при освоении месторождения Талдыбулак-Левобережный

Основным показателем устойчивости грунтов на откосах является сопротивляемость их к сдвигу, который в свою очередь зависит от физического состояния грунта, степени нарушенности естественной структуры, плотности, влажности, размеров твердых частиц и т.д. Результаты лабораторных испытаний приведены ниже на рисунке 3.

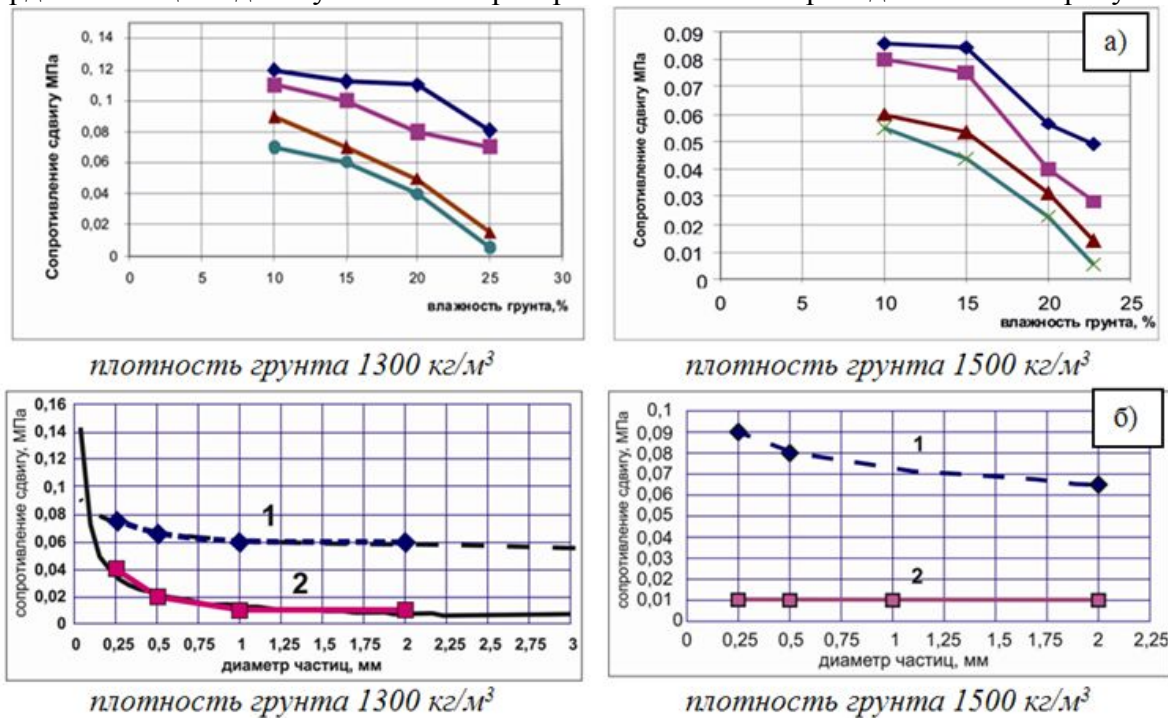


Рис.3. а) зависимость сопротивления грунтов сдвигу от влажности; б) зависимость сопротивления грунтов сдвигу от диаметра частиц грунта.

На основе анализа данных установлено, что при оценке местной устойчивости откосов гранулометрический состав грунтов является одним из определяющих факторов.

- С увеличением диаметра частиц грунта сопротивление сдвигу уменьшается независимо от плотности грунта.
- Наиболее чувствительными к влажности являются грунты с размером частиц 0,25 мм и 0,5 мм.
- При влажности на границе текучести (22%) и плотности 1500 кг/м³ для грунтов с размером частиц сопротивление сдвигу увеличивается с 0,06 МПа до 0,1 МПа и с увеличением диаметра частиц не изменяется. При плотности грунтов 1300 кг/м³ сопротивление сдвигу при влажности на границе раскатывания уменьшается в 1,3 раза, а на границе текучести практически в 4 раза. и 1500 кг/м³ сопротивление сдвигу на границе текучести с увеличением диаметра частиц снижается в 1,5 раза, а при влажности на границе текучести остается неизменным и составляет 0,01 МПа.

Строительство и эксплуатация горных дорог сопровождается специфическими сложностями высокогорья такими, как горный рельеф местности, пониженное давление кислорода, сейсмика, скорость ветра, туманы и снежные заносы, что вызывает необходимость проведения весьма сложных комплексов инженерных задач [7].

Переход грунта на откосах в неустойчивое состояние зависит как от водно-физических свойств грунтов так и от сезонного колебания температуры. Изменение прочностных свойств происходит при увлажнении или высыхании грунтов и изменения их температуры с глубиной. Причем изменение влажности происходит как за счет сезонных, так и суточных колебаний температуры воздуха. Нагревание или промерзание поверхности откосов приводит к перераспределению влаги в грунте и, как следствие, изменение агрегатного состояния. При понижении температуры воздуха происходит

снижение температуры грунта откоса, причем грунт охлаждается медленнее воздуха, в порах образуется конденсат пара, который постепенно переходит во влагу и перемещается из глубинных слоев и поступающего из воздуха, в результате чего происходит увеличение объема несвязной воды, что приводит к повышению влажности грунта. Дальнейшее понижение температуры воздуха приводит к переходу образовавшейся воды в порах в лед.

При нагревании грунта влага в порах постепенно испаряется, вначале с поверхности, а затем и с более глубоких горизонтов. И промерзание, и прогревание грунтов на откосе связано с потерей влаги в порах, что приводит к снижению прочностных характеристик грунта в этом слое.

В целях оценки влияния температуры грунта на их сопротивление сдвигу были проведены лабораторные эксперименты. Эксперименты проведены для образцов грунта с влажностью на пределе раскатывания (12%), естественной влажности (16%) и на пределе текучести (22%), с заданными значениями плотности 1500 кг/м^3 и размером частиц 0,5мм, подвергались воздействию температуры воздуха от -10° до $+65^{\circ}$ (Рис. 4.).

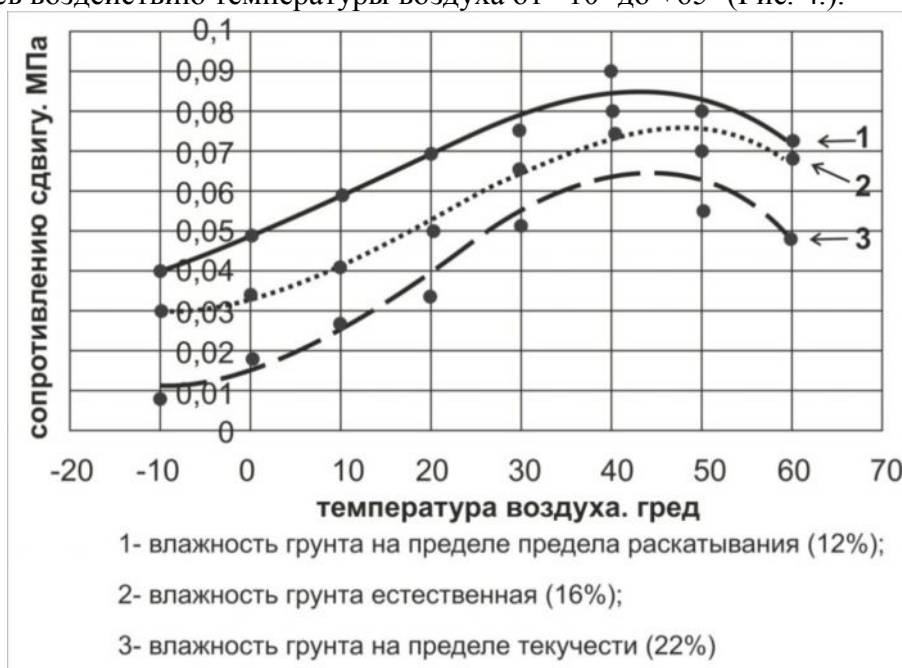


Рис. 4. Зависимость сопротивления грунта сдвигу от температуры воздуха

На основании анализа полученных результатов выявлено, что наибольшим сопротивлением сдвигу обладают грунты при низких температурах воздуха и влажности на пределе раскатывания. С увеличением температуры от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ наблюдается возрастание сопротивлению сдвигу грунта, в зависимости от его влажности, в среднем от 0,001МПа до 0,0082МПа. При температуре выше 45°C наблюдается снижение сопротивления сдвигу, и при температуре $+60^{\circ}$ при влажности 12%. эти значения составляют 0,007МПа, при влажности 16% - 0,069МПа и при влажности 22% - 0,0045МПа. Дальнейшее повышение температуры воздуха в экспериментах нецелесообразно.

Таким образом, на основании проведенных лабораторных исследований влияния водно-физических свойств и температуры на сопротивление сдвигу грунтов откосов автомобильных и технологических установлено что:

- с увеличением диаметра частиц грунта сопротивление сдвигу уменьшается независимо от плотности грунта;
- сопротивление грунтов сдвигу существенно зависит от текущей влажности и температуры, с увеличением влажности грунта и диаметра твердых частиц сопротивление сдвигу уменьшается в 4-5раз;
- при значениях влажности равной пределу текучести грунтов наибольшими значениями сдвигающих усилий имеют грунты с размерами твердых частиц 0,25 мм и 0,5

мм, а грунты с размерами твердых частиц 1мм и 2мм при всех заданных влажностях имеют низкие показатели сопротивляемости сдвигу;

- наименьшим сопротивлением сдвигу обладают грунты при низких температурах воздуха, а наибольшим при положительных температурах и влажности на пределе раскатывания;

- с увеличением температуры от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ сопротивлению сдвигу грунта возрастает в зависимости от его влажности, от 0,01 МПа до 0,082 МПа;

- с уменьшением сопротивления сдвигу грунта устойчивость откосов дорог для внутрикарьерного транспорта уменьшается.

Список литературы

1. Трескинский С.А. Горные дороги [Текст] / С.А. Трескинский. – Москва: Изд-во «Транспорт», 1974. – 368с.

2. Кадыралиева Г.А. Причины нарушение местной устойчивости откосов горных дорог [Текст] / Г.А.Кадыралиева // Современные концепции научные исследования Часть 3. - Москва: Изд. Евразийский союз ученых, 2014. - 49-52с.

3. Кадыралиева Г.А. Факторы, влияющие на местную устойчивость откосов горных дорог [Текст] / Г.А.Кадыралиева // Современные проблемы механики сплошных сред Выпуск12. Комитет по теоретической и прикладной механике Кыргызстана /// Институт геомеханики и освоения недр НАН КР. - Бишкек: 2010.

4. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИС) Госстроя СССР [Текст] - Москва: Стройиздат, 1984. - С 5.

5. Кожогулов К.Ч. Принципы безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации горных дорог [Текст] / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Р.С. Картанбаев, Н.Ч. Сулайманов. – Бишкек: Илим, 187 с.

6. Кадыралиева Г.А. Оценка влияния влажности и температуры грунтов на устойчивость откосов внутрикарьерных дорог [Текст] / Г.А. Кадыралиева, О.В. Никольская // Теоретический и прикладной научно-технический журнал Известия КГТУ им. И.Раззакова №28 . – Бишкек: Издательский центр «Текник», 2013. – с. 231-237.

7. Лысенко И.З. Принципы разработки высокогорных месторождений [Текст] / И.З.Лысенко. – Алма-Ата: Изд. «Наука», 1966. – 395с.