

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА НА ЕГО СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ СДВИГУ

Г.А.КАДЫРАЛИЕВА

[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

Макалада, тоолуу жолдордун жантаймасынын жергиликтүү туруктуулугун баалоодоо керек болуучу грунттардын жылышууга болгон каршылыгы тууралуу жүргүзүлгөн лабораториялык изилдөөлөрдүн жыйынтыгы көрсөтүлгөн

В статье приводятся результаты лабораторных исследований сопротивляемости грунтов сдвигу, которые могут быть использованы при оценке местной устойчивости откосов горных дорог.

In given article are present the results of laboratory research of soil shear resistance, which can be used in estimate of local slopes stability of mountain roads.

Местная устойчивость откосов, в отличие от общей устойчивости, определяется мощностью зоны аэрации и имеет нарушения в виде оползней, сплывов и оплывин, которые проявляются выносами грунта этой зоны на трассу дороги (рис. 1).

Оценка местной устойчивости откосов дорожных выемок на склонах основана на исследовании развития деформаций локального скольжения, пластического течения, сплывов и выносов в пределах активной зоны, чаще всего определяемой глубиной промерзания или прогревания. Формирование и развитие деформаций откосов дорожных выемок имеют ряд специфических особенностей, которые обуславливаются сложной историей формирования, геологическим строением склона и наличием развитой сети крупных тектонических нарушений.

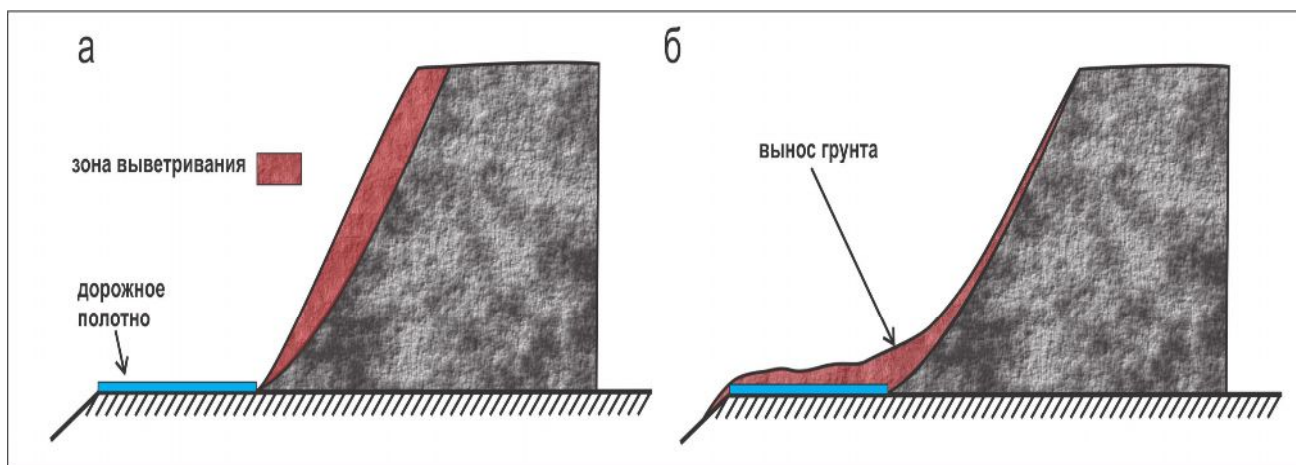


Рис. 1. Схема нарушения местной устойчивости откосов горных дорог:

а – до нарушения местной устойчивости, б – после нарушения местной устойчивости

При оценке местной устойчивости откосов горных дорог определяющими факторами являются крутизна склона и откоса; экспозиция склона; влажность грунта, гранулометрический состав грунта; плотность грунта; прочность грунта; температурные колебания воздуха /1/.

Так как нарушения местной устойчивости связаны с локальными деформациями в зонах, непосредственно примыкающих к поверхности откоса, мощность которого составляет не более 2 м, основными из перечисленных факторов являются степень выветривания и физико-механические свойства залегающих грунтов.

В результате выветривания происходит изменение физико-механических свойств грунтов на поверхности откоса. Изменяются состав, структура, водно-физические свойства, снижается плотность грунта, сцепление, за счет промерзания и оттаивания грунтов уменьшаются размеры твердых частиц, увеличиваются влажность и пористость грунта, что приводит к снижению сопротивляемости грунтов сдвигу.

Исходя из этих фактов установлено, что одним из основных факторов, влияющих на нарушение местной устойчивости откосов, являются физические свойства грунта.

Грунт представляет собой сложную многофазную и многокомпонентную систему, в состав которой входят разнообразнейшие элементы, которые можно объединить в три группы: а) твердые минеральные частицы; б) вода в различных видах и состояниях; в) газообразные включения /2/.

Основным видом грунтов, перекрывающих скальные породы, слагающих откосы горных дорог, являются суглинки различного генезиса. Они представляют собой механическую смесь глинистых и песчаных частиц, 10-30% которых составляют

глинистые частицы, среди песчаных частиц преобладают мелкие и пылеватые размером менее 0,25 мм, частицы свыше 2 мм обычно отсутствуют.

Основным прочностным показателем устойчивости грунтов на склоне является их сопротивляемость сдвигу. Характерные показатели сопротивляемости грунтов сдвигу – это угол внутреннего трения и сцепления. Сопротивляемость грунтов сдвигу зависит от физического состояния грунта, степени нарушенности естественной структуры, плотности, влажности и диаметра твердых частиц грунта.

В лабораторных условиях на искусственных образцах-близнецах грунта с заданными значениями диаметра твердых частиц грунта (\varnothing , мм), плотности (ρ , кг/м³) и влажности (W , %) производили экспериментальные работы по их сопротивляемости сдвигу /3/, заданные значения плотности и влажности производили согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 30416-96 /4/.

Для оценки влияния размера твердых частиц грунта на сопротивляемость сдвигу использовали наиболее часто встречающиеся грунты с диаметрами твердых частиц, равными 2 мм, 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм.

По стандартной методике лабораторное определение сопротивления сдвигу песчаных и глинистых грунтов производили на односрезном приборе П10-С. Испытание производили методом быстрого сдвига при постоянной уплотняющей нагрузке.

Основные результаты лабораторных экспериментов представлены в табл. 1 по каждому диаметру твердых частиц грунта.

На основании анализа полученных результатов выявлено, что с увеличением влажности сопротивляемость сдвигу падает. С диаметрами твердых частиц 0,25 мм при $W=10\%$ 0,07 МПа, при $W=25\%$ 0,06 МПа, а с диаметрами частиц 0,5 мм, 1 мм и 2 мм 0,06 МПа до 0,01 МПа при таких же значениях влажности.

С увеличением плотности сопротивляемость сдвигу увеличивается для отдельных диаметров частиц в заданных значениях влажности, но с увеличением диаметра частиц сопротивляемость сдвигу падает независимо от плотности. Сопротивляемость грунтов с диаметром частиц 0,25 мм равна 0,11 МПа при плотности 1700 кг/м³ при $W=15\%$, при $\varnothing=0,5$ мм 0,1 МПа, $\varnothing=1$ мм 0,07 МПа и при $\varnothing=2$ мм сопротивляемость сдвигу составила 0,06 МПа.

Также по результатам лабораторных экспериментов выявлено, что с увеличением диаметра частиц грунта сопротивление сдвигу уменьшается. Наибольшим сопротивлением сдвигу обладают грунты, у которых диаметр частиц 0,25...0,5 мм, независимо от плотности и влажности грунтов.

Таблица 1.

Результаты лабораторных испытаний грунтов на сдвиг при заданных значениях
влажности, плотности и диаметра твердых частиц

Ø=0,25 мм												
Влажность, %	W=10 %			W=15 %			W=20 %			W=25 %		
Плотность ρ , г/см ³	1,3	1,5	1,7	1,3	1,5	1,7	1,3	1,5	1,7	1,3	1,5	1,7
Сдвигающее усилие τ , МПа	0,07	0,09	0,11	0,06	0,09	0,11	0,06	0,07	0,09	0,06	0,06	0,06
Ø=0,5 мм												
Сдвигающее усилие τ , МПа	0,07	0,08	0,12	0,08	0,07	0,1	0,04	0,04	0,06	0,01	0,01	0,01
Ø=1 мм												
Сдвигающее усилие τ , МПа	0,06	0,07	0,09	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,01	0,01	0,01
Ø=2 мм												
Сдвигающее усилие τ , МПа	0,07	0,07	0,11	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01

На основании анализа экспериментальных данных установлено, что при оценке местной устойчивости откосов дорожных выемок гранулометрический состав грунтов является одним из основных параметров.

Для установления влажности, при которой происходит нарушение прочных связей в грунте, необходимо определить влажность на границе раскатывания и на границе текучести.

Переход глинистой породы из одной формы консистенции в другую совершается при определенных значениях влажности, которые получили название характерных влажностей, или пределов.

Влажность, выраженная в процентах, при которой грунт переходит из пластичного состояния в текучее, называется верхним пределом пластичности, или границей текучести W_T .

Влажность, выраженная в процентах, при которой грунт переходит из пластичного состояния в твердое, называется нижним пределом пластичности, или границей раскатывания W_P .

Важным параметром для оценки устойчивости грунтов на склоне является число пластичности J_p . Число пластичности представляет собой разность между значениями влажности на границе текучести и границе раскатывания, т.е.

$$J_p = W_T - W_p.$$

Эти величины были определены согласно ГОСТ 5180-84 /5/, и для искусственных грунтов влажность на границе текучести составляет $W_T=22\%$, а на границе раскатывания $W_p=12\%$.

Результаты лабораторных экспериментов по установлению влияния диаметра частиц грунта на его сопротивляемость сдвигу при заданных значениях плотности влажности, равной на границе текучести и границе раскатывания, показаны на рис. 2.

На основании анализа значений числа пластичности для грунтов с различным размером частиц установлено, что число пластичности практически не зависит от размера частиц и находится в пределах 7-10.

На основании проведенных исследований установлено следующее.

- При плотности грунта 1300 кг/м^3 (рис. 2, а) сопротивляемость сдвигу при влажности на границе раскатывания уменьшается в 1,3 раза, а на границе текучести – практически в 4 раза. При этом сопротивляемость сдвигу на границе раскатывания больше, чем на границе текучести, в три раза.
- При плотности грунта 1500 кг/м^3 (рис. 2, б) 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. Разница в значениях сопротивляемости сдвигу на границе раскатывания и границе текучести отличается практически в семь раз.
- При плотности грунта 1700 кг/м^3 (рис. 2, в) сопротивляемость сдвигу на границе текучести при диаметре частиц 0,25 мм и 0,5 мм практически не изменяется, при диаметре частиц 1 мм сопротивляемость сдвигу уменьшается с 0,12 МПа до 0,09 МПа и с увеличением диаметра частиц практически не изменяется.
- При влажности на границе текучести в грунтах с диаметром частиц 0,25 мм и 0,5 мм сопротивление сдвигу увеличивается с 0,06 МПа до 0,1 МПа и с увеличением диаметра частиц не изменяется.
- Наиболее чувствительными к влажности являются грунты с размером частиц 0,25 мм и 0,5 мм.

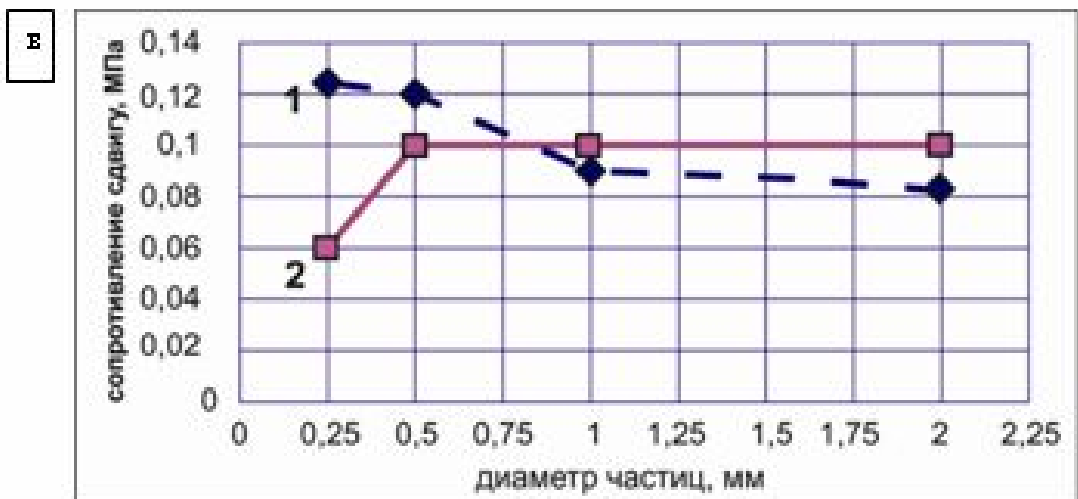
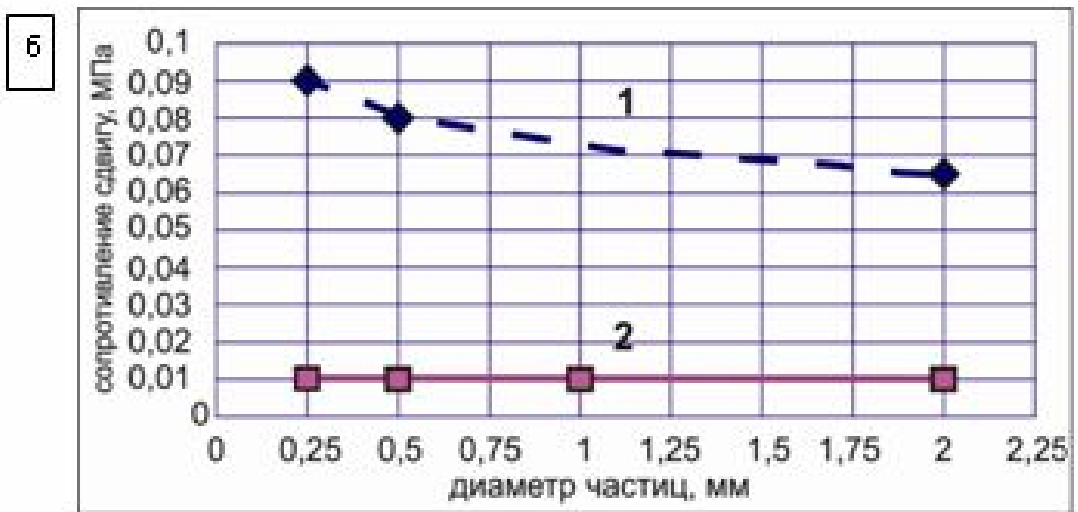
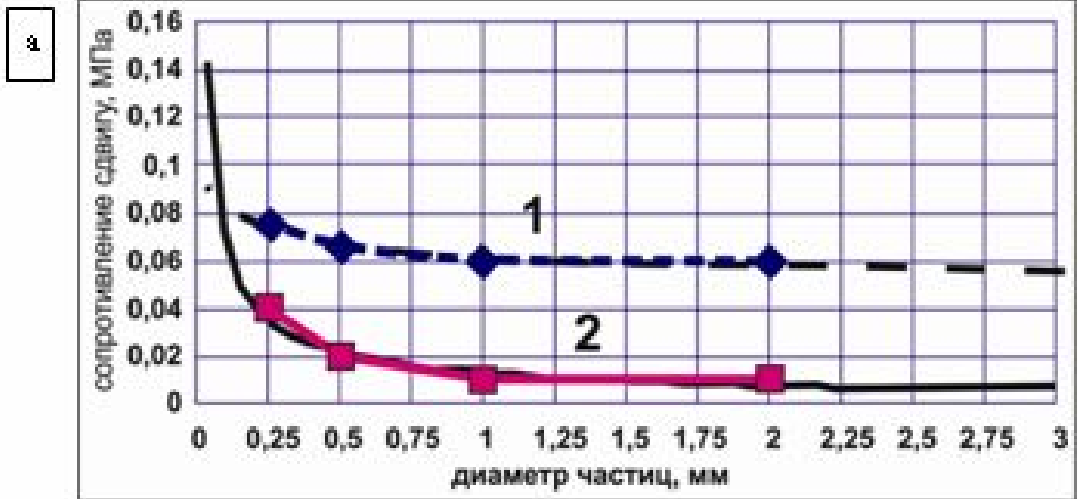


Рис. 2. Влияние диаметра частиц грунта на сопротивление сдвигу:

а – плотность грунта 1300 кг/м³; б – плотность грунта 1500 кг/м³;

в – плотность грунта 1700 кг/м³;

1 – испытания проведены при влажности на границе раскатывания;

2 – испытания проведены при влажности на границе текучести

- При влажности на границе текучести (22 %) и плотности 1700 кг/м^3 для грунтов с размером частиц сопротивление сдвигу увеличивается с $0,06 \text{ МПа}$ до $0,1 \text{ МПа}$ и с увеличением диаметра частиц не изменяется. При плотности грунтов 1300 кг/м^3 сопротивление сдвигу при влажности на границе раскатывания уменьшается в 1,3 раза, а на границе текучести – практически в 4 раза, и при плотности 1500 кг/м^3 сопротивление сдвигу на границе текучести с увеличением диаметра частиц снижается в 1,5 раза, а при влажности на границе текучести остается неизменным и составляет $0,01 \text{ МПа}$.

Список литературы

1. Кадыралиева Г.А. Факторы, влияющие на местную устойчивость откосов горных дорог //Современные проблемы механики сплошных сред. Вып. 12. – Бишкек, 2010.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. – 3-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 1979.
3. Кадыралиева Г.А. Влияние физических свойств грунтов на сопротивление сдвигу // Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане: Сб. статей. – Алматы, 2010.
4. ГОСТ 30416-96 Межгосударственный стандарт. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения ОКС 13.080 ОКСТУ 5702 Дата введения 1997-01-01.
5. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик (утв. Постановлением Госстроя СССР от 24 октября 1984 г. № 177) Soils. Laboratory methods for determination of physical characteristics Взамен ГОСТ 5180-75, ГОСТ 5181-78, ГОСТ 5182-78, ГОСТ 5183-78 Срок введения с 1 июля 1985 г.