

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСТАНСКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КАЗАХСКАЯ ГОЛОВНАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
КАЗАХСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
им. М.ТЫНЫШПАЕВА
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ им. У.А.ДЖОЛДАСБЕКОВА
КАЗАХСТАНСКАЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ

ТРУДЫ
II Международной научно-практической конференции

**ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ
И СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

посвященной 80-летию Заслуженного деятеля науки и техники Казахстана,
академика Национальной академии наук
Республики Казахстан, доктора технических наук, профессора

АЙТАЛИЕВА ШМИДТ МУСАЕВИЧА



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК АКАДЕМИЯСЫ
НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



КАЗДОРНИИ



Алматы, 2015

14. Токпанова К.Е., Исаханов Е. А., Достанова С.Х. ОЦЕНКА НДС ДОРОЖНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛИТ ПОКРЫТИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.....	81
15. Украинец В.Н., Гирнис С.Р., Кудерин М.К., Тилеулов А.К. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ В ПОДКРЕПЛЕННОМ ДВУХСЛОЙНОЙ ОБДЕЛКОЙ ТОННЕЛЕ.....	86

Секция 2. ГЕОТЕХНИКА

1. Дасибеков А., Абдрашев С.Ж., Мырзалиев Д.С., Юнусов А.А., Абжапбаров А.А. ЗАДАЧИ КОНСОЛИДАЦИИ НЕОДНОРОДНЫХ ГРУНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ УПРУГИМ СВОЙСТВОМ.....	92
2. Жакулин А.С., Жакулина А.А. НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ОСНОВАНИЯ ПО КРИТИЧЕСКИМ ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ.....	96
3. Жусупбеков А.Ж., Алдунгарова А.К. ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТОВЫХ ДАМБ ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	100
4. Исаханов Е.А. , Достанова С.Х. ВЛИЯНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА НА ОСАДКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	105
5. Исаков О.А., Исаханов Е.А. УЧЕТ ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НДС НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ.....	109
6. Исаханов Е.А., Токпанова К.Е., Мурзалина Г. Б. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЛЕНТОЧНЫХ И ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЕТОМ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ ГРУНТА.....	112
7.. Кадыралиева Г.А., Кожогулов К.Ч. Никольская О.В. ОЦЕНКА МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ДОРОГ НА СКЛОНАХ В ГОРНОСКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЯХ.....	116
8. Козионов В. А., Алдунгарова А. К., Садимова Р. М. РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЖИМАЕМОСТИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ С ВКЛЮЧЕНИЯМИ.....	124
9. Коксалов К.К. РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ГЕОМЕХАНИКИ.....	128
10. Мирзакабилов С.М., Дасибеков А., Абдрашев С.Ж., Мырзалиев Д.С., Асибеков А.Ж., Саржанова М.Ж. ТРЕХМЕРНАЯ ЗАДАЧА УПЛОТНЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ ГРУНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ УПРУГОПОЛЗУЧИМ СВОЙСТВОМ.....	132
11. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Усманходжаев И.И., Ташходжаев А.У. КРИТИЧЕСКОЕ УСКОРЕНИЕ КОЛЕБАНИЯ ГРУНТА.....	136
12. Расулов Х.З., Садыкова А.Х. ОПОЛЗНЕВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ОТКОСАХ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗЖИЖЕНИЯ ГРУНТОВ.....	140
13. Расулов Р.Х., Ташходжаев А.У. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУНТОВОЙ ТОЛЩИ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ В НЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН.....	143

Литература

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. Москва, 1963, с. 636.
2. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности, Москва, Высшая школа, 1990, 400с.
3. Исаханов Е.А., Токпанова К.Е. О расчете основания прямоугольной плиты с учетом нелинейной деформируемости грунта. Труды 1-го Центрально-Азиатского геотехнического симпозиума, Астана, 2000, 187-189 с.
4. Исаханов Е.А. Реологические свойства плотных глинистых грунтов и расчеты сооружений, Алматы, 2000, 144с.
5. Исаханов Е.А., Достанова С.Х., Токпанова К.Е. Учет деформационных свойств грунтового основания при исследовании напряженно-деформированного состояния плит. Тр. Международ. науч.-практ. Конф. «Железнодорожный транспорт Казахстана: история и перспективы экономического роста», посвящ. 100-летию железной дороги Казахстана и 125-летию со дня рождения М.Тынышпаева, Алматы, т.3, 2004, с.211-216.
6. Исаханов Е.А., Достанова С.Х., Токпанова К.Е. Модели грунтового основания в расчетах фундаментных конструкций и плит с учетом пластичности и ползучести. Сб. матер. МНТК «Современные геотехнологии в строительстве и их научное сопровождение». – СПбГАСУ, 2014.-537-544с.

УДК 625.711.812

Кадыралиева Г.А., Кожогулев К.Ч., Никольская О.В.,

Институт геомеханики и своеения недр Национальной академии наук
Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызстан

ОЦЕНКА МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ДОРОГ НА СКЛОНАХ В ГОРНОСКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЯХ

В статье приводятся результаты лабораторных исследований свойств грунтов по оценке влияния влажности, плотности, гранулометрического состава грунтов и температурных колебаний воздуха на сопротивление сдвигу при оценке местной устойчивости откосов горных дорог. Нарушение местной устойчивости откосов чаще всего происходит на откосах горных дорог, которое проявляется в видеоползни, оплывин и выноса грунта на проезжую часть дороги и приводит к экономическим затратам и остановке движения транспорта.

Ключевые слова: высокогорье, грунты, свойства, выветривание, влажность, плотность, гранулометрический состав, устойчивость, откос, дорога.

In given article are present the results of laboratory researches of soil properties at estimation of influence of humidity, strength, grain-size distribution of soils and temperature fluctuations of air on shearing resistance at the estimation of local stability of slopes of mountain roads. Disturbance of local stability of slopes mostly takes place on the slopes of the mountain roads that shows up in the form of landslides, mud streams and bearing-out of soil on the roadways and results in economic expenses and stop of traffic.

Keywords: Highland, soils, properties, weathering, humidity, strength, grain-size composition, stability, slope, road.

Кыргызстан расположен на северо-востоке Центральной Азии, относиться к горноскладчатой системе Юго-Западного Тянь-Шаня, где почти 95% территории занимают горы на высоте более 1000м над уровнем моря [1].

Автомобильные дороги страны, представляют собой один из крупнейших разделов общественного достояния страны, способствующий социально-экономическому росту и обеспечивающий бесперебойный, круглогодичный и удобный проезд автомобилей, а также пассажирские и грузовые перевозки. От безопасной и качественной эксплуатации дорог зависит состояние и развитие промышленности, сельского хозяйства, внешней торговли и туризма в республике.

В Кыргызской Республике грузовые и пассажирские перевозки осуществляются автомобильным, железнодорожным и воздушным путем, из которых 95% перевозок обеспечивает дорожная сеть. Общая протяженность автомобильных дорог в стране составляет около 34008км, включая 18810,0км, дорог общего пользования и 15190 км дорог городов и сёл (таблица 1). Главными транспортными магистралями республики являются следующие восемь автодорог: - Бишкек-Ош; Бишкек-Алматы; Бишкек-Чалдовар; Бишкек-Нарын-Торугарт; Тараз-Талас-Суусамыр; Ош-Исфана; Ош-Сарыташ-Иркештам и Ош-Сарыташ-Карамык (рисунок 1). [2]

Таблица 1. Протяженности автодорог по степени значимости

Степень значимости автодорог	Протяженность
Дороги международного значения	4163,0 км
Дороги государственного значения	5678км
Дороги местного значения	8969,0км
Дороги общего пользования с твердым покрытием	7228км
Дороги общего пользования с цементобетонным покрытием	11км
Дороги общего пользования с асфальтобетонным покрытием	4969км
Дороги общего пользования с черногравийным покрытием	2248км
Дороги с гравийным покрытием	9961км
Грунтовые дороги	1621км

Строительство и эксплуатация дорог или других объектов в республике 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[3].

Ввиду своей географической расположности дорожная сеть Кыргызстана построена в сложных физико-географических условиях, с сильно пересеченным рельефом, тектонической нарушенностью и резко — континентальным климатом, подверженным как природным, так и природно-техногенным опасностям.



Рисунок 1. Главные транспортные коридоры Кыргызской Республики

Известно, что для горных районов Кыргызстана прогнозирование склоновых процессов и обеспечение устойчивости склонов или откосов является одной из актуальных задач. Поскольку в сложных геологических условиях современные тектонические движения и близкое залегание подземных вод обуславливает интенсивное развитие активных склоновых процессов, таких как оползни, сполы и оплывини. Характерные виды проявления таких процессов на разных высотных отметках приведены в таблице 2. [4]

Автодорога Бишкек-Ош является главной дорожной артерией Республики, как во внутригосударственном, так и в международном плане и имеет высокую интенсивность дорожного движения. Протяженность трассы автомобильной дороги составляет 672 км, из них 350км проложено по горным участкам на склонах или у их подножия. [5] Основными видами проявления склоновых процессов и нарушения устойчивости автомобильной дороги Бишкек-Ош являются оползни, к которому подвержены практически 80% протяженности горных участков дороги.

При оценке устойчивости откосов следует различать общую и местную устойчивость откоса. Под общей устойчивостью откоса понимают соотношение удерживающих и сдвигающих усилий по поверхности скольжения на откосе. Местная же устойчивость откосов определяется мощностью активной зоны аэрации, которая представлена продуктами выветривания подвергающихся постоянным таким природно-климатическим факторам, как циклическое промерзание и оттаивание грунта, их набухание и высушивание при воздействии сезонных колебаний температуры воздуха [6]. При оценке местной устойчивости откосов горных дорог определяющими факторами являются крутизна откоса, экспозиция откоса, влажность грунта, гранулометрический состав грунта, плотность грунта, прочность грунта и температурное колебание воздуха [7].

Таблица 2. Виды проявления склоновых процессов на разных высотных отметках

Высота над уровнем моря	Характер рельефа	Склоновые процессы
3700-5000	высокогорье	крупнообломочные осыпи, вывалы блоков скальных пород, обвалы
	зона вечной мерзлоты	
3700-2500	высокие предгорья	осыпи, обвалы, одиночные оползни
	зона сезонно-мерзлых пород	
2500-1000	низкие предгорья	площадные распространение оползней, сели, осыпи
	зона альпийских лугов	
800-1000	адыры	оползни, селевые потоки, грязекаменные потоки

Нарушение местной устойчивости откосов формируется в виде трещин по бровке и поверхности откоса, которые служат очагами развития деформаций и в результате замачивания поверхности откоса дождевыми осадками в осенне-осенний период года, и поверхностными водами развиваются эрозионные деформации, которые приводят к выносу грунта на проезжую часть дороги в местах выхода подземных вод. В отличие от общей устойчивости нарушение местной устойчивости откосов происходит с меньшим объемом выноса грунта на дорогу, но большей частотой, что требует постоянной зачистки этого участка дороги и приводит к временной остановке движений автомобилей на трассе. Нарушение местной устойчивости участка автодороги Бишкек-Ош и ее зачистка экскаватором показана на рисунке 2.

При опасности развития сплывов оценку устойчивости откоса производят на основании расчетного коэффициента местной устойчивости (1). [8]

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

где, γ — ёмкий вес грунта, т/м³;

φ_p, c_p — счетные показатели соответственно угла внутреннего трения и сцепления грунта; n — положение откоса; $n = \operatorname{ctg} \alpha$; (α — угол заложения откоса, град).

H — линяя высота откоса, м;

A, B — размерные эмпирические коэффициенты, определяемые расчетным путем или номограммам в зависимости от отношения расчетной глубины спльва h_c , к высоте откоса.

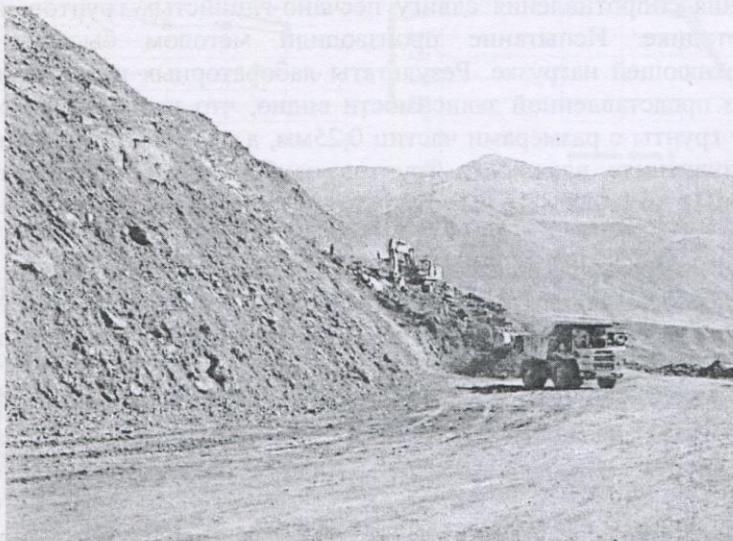


Рисунок 2. Нарушение местной устойчивости откоса после выпадения осадков

Местная устойчивость откосов при возможности формирования и развития сплывов, считается обеспеченной, если $K \geq 1,5$. Если, склон сложен пылеватыми водо-неустойчивыми глинистыми грунтами с числом пластичности менее 12, и при малой толщине оползающего слоя до 15 см, то смещение его происходит, как правило, при переходе грунта в текуче-пластичное состояние. Тогда откос считается устойчивым, если выполняется условие (2):

$$W_{pac} \leq W_p + 0,75 W_n \quad (2)$$

где W_{pac} — счетная влажность грунта в поверхностном слое, %;

W_p — влажность грунта на пределе раскатывания, %;

W_n — сло пластичности грунта.

При строительстве дороги процессы выветривания вызывают необратимые изменения свойств грунта. Поэтому изучение физико-механических свойств грунтов при откосного массива является первоочередной задачей при оценке местной устойчивости откосов дорожной выемки на склоне.

Основным прочностным показателем устойчивости грунтов на склоне является сопротивляемость их сдвигу. Характерные показатели сопротивления грунтов сдвигу это угол внутреннего трения — коэффициент трения и сцепления, которое состоит из структурного сцепления и связности [9]. Сопротивления грунтов сдвигу в первую очередь зависит от водно-физических свойств грунта, таких как влажность, плотность и гранулометрических состав. На горных склонах грунты представляют собой чехол сместившихся осадочных пород, образовавшийся в результате процессов выветривания и распада коренных пород, состоящие из минеральных зерен, жидкости и газа. Вода в глинистых грунтах естественного сложения является обязательной составной частью и в зависимости от минерального состава, строения и увлажненности может находиться в различных состояниях: в парообразном, твердом и кристаллическом состоянии. Для оценки влияние влажности на сопротивление сдвигу грунтов, проводили лабораторный эксперимент. Для многократного повторения эксперимента в одинаковых условиях испытания производили в лабораторных условиях на образцах-близнецах грунта, с заданными значениями размеров частиц грунта 0,25мм, 0,5мм, 1мм и 2мм, плотности 1500кг/м³ и влажности 10, 15, 20 и 25%, взятые наиболее приближенные к значениям реальных грунтов на откосе [10].

Определения сопротивления сдвигу песчано-глинистых грунтов производили по стандартной методике. Испытание производили методом быстрого сдвига, при постоянной уплотняющей нагрузке. Результаты лабораторных исследований приведены на рисунке 3. Из представленной зависимости видно, что наибольшим сопротивлением сдвигу обладают грунты с размерами частиц 0,25мм, а наименьшим частицы в 2мм. При всех заданных значениях влажности грунтов наибольшими значениями сдвигающих усилий от 0,085МПа до 0,028МПа имеют грунты с размерами твердых частиц 0,25 мм и 0,5 мм.

Грунты с размерами твердых частиц 1мм и 2мм при всех заданных влажностях имеют низкие показатели сопротивляемости сдвигу от 0,06МПа до 0,005МПа. При этом сопротивление сдвигу грунтов при всех заданных размерах твердых частиц грунта при влажностях от 10% до 25% падает 3-браз.

Влияние плотности на сопротивление сдвигу грунтов оценили на образцах грунта с заданными значениями влажности 10, 15, 20 и 25%, размеров твердых частиц 0,25мм и 2мм и плотности грунта 1300кг/м³; 1500кг/м³; 1700кг/м³ результаты приведены на рисунке 4.

На основании анализа полученных результатов выявлено, что в зависимости от влажности грунты при низких заданных значениях плотности 1300кг/м³ и размеров твердых частиц 0,25мм, сопротивляемость сдвигу снижается на 13-35% от грунтов с плотностью 1500 кг/м³, и на 30-45% от грунтов с плотностью 1700 кг/м³.



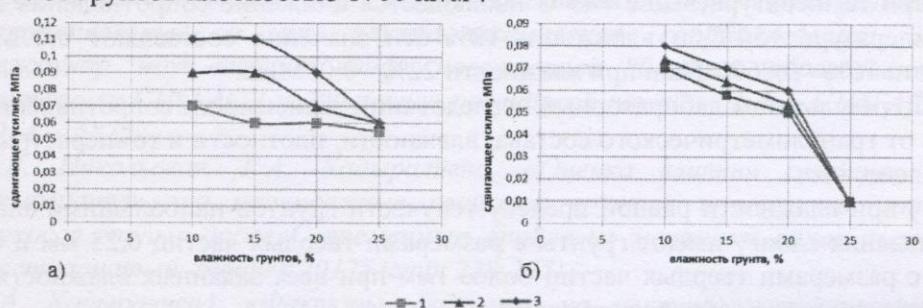
1 — аметр частиц грунта 0,25 мм; 2 — аметр частиц грунта 0,5 мм;

3 — аметр частиц грунта 1мм; 4 — аметр частиц грунта 2 мм;

Заданная плотность образцов — $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$

Рисунок 3. Зависимость сопротивления грунтов сдвигу от влажности

В грунтах, с размерами твердых частиц 2мм в зависимости от заданных значений влажности и плотностью $1300\text{кг}/\text{м}^3$ сопротивление сдвигу имеет низкие показатели от 13% до 17% от грунтов плотностью $1700 \text{ кг}/\text{м}^3$.



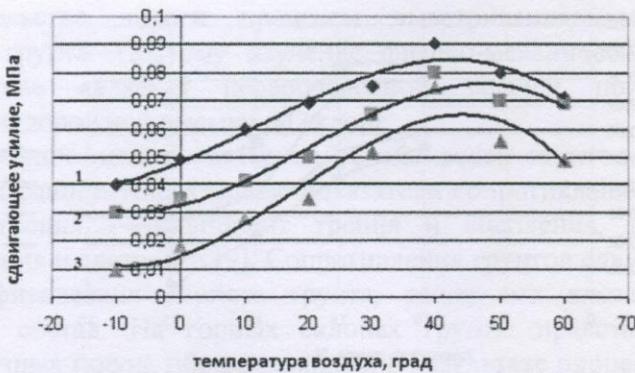
1 — плотность $1300\text{кг}/\text{м}^3$; 2 — относительность $1500\text{кг}/\text{м}^3$; 3 — плотность $1700\text{кг}/\text{м}^3$

а) размеры частиц 0,25мм; б) размеры частиц 2мм

Рисунок 4. Зависимость сопротивления грунтов сдвигу от плотности

На зависимостях видно, что при влажности 25% грунты при всех заданных значениях плотности имеют практически одинаковые показатели, в грунтах с размерами твердых частиц 0,25мм от 0,055МПа до 0,06МПа, а грунтах с размерами твердых частиц 2мм это значение составляет 0,01МПа.

Оценку влияния температуры воздуха на сопротивление сдвигу, проводили лабораторные исследования на искусственных образцах близнецах с заданными значениями плотности $1500\text{кг}/\text{м}^3$ и размером частиц 0,5 мм. Образцы подвергались воздействию температуры воздуха от -10^0C до $+50^0\text{C}$. Эксперименты проведены для образцов грунта влажностью на пределе раскатывания равной $W=12\%$, естественной влажности $W=16\%$ и на пределе текучести $W=22\%$ для данных грунтов. Результаты полученных данных приведены на рисунке 5.



1 – влажность грунта на пределе раскатывания (12%); 2 — влажность грунта природная (16%); 3 — влажность грунта на пределе текучести (22%);

Рисунок 5. Зависимость сопротивления грунтов сдвигу от температуры воздуха

На основании анализа лабораторных исследований выявлено, что с увеличением температуры от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ наблюдается возрастание сопротивлению сдвигу грунта в 1-4раза, в зависимости от его влажности, в среднем от 0,01МПа до 0,082МПа.

При температуре выше $+45^{\circ}\text{C}$ наблюдается снижение сопротивления сдвигу, а при температуре $+50^{\circ}\text{C}$ и влажности 12% эти значения составляют 0,07МПа, при влажности 16% - 0,069МПа и при влажности 22% - 0,05МПа.

По результатам лабораторных исследований зависимости сопротивления сдвигу грунтов от гранулометрического состава, влажности, плотности и температуры воздуха установлено, что:

- 1) при влажности равной пределу текучести грунтов наибольшими значениями сопротивления сдвигу имеют грунты с размерами твердых частиц 0,25 мм и 0,5 мм, а грунты с размерами твердых частиц более 1мм при всех заданных влажностях имеют низкие показатели сопротивления сдвигу;
- 2) 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;
- 3) гранулометрический состав грунтов является одним из определяющих факторов и с увеличением диаметра частиц грунта сопротивление сдвигу уменьшается независимо от плотности грунта;
- 4) 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 $+40^{\circ}\text{C}$ наблюдается возрастание сопротивлению сдвигу грунта, в зависимости от его влажности, в среднем от 0,001 МПа до 0,0082 МПа.

При оценке местной устойчивости откосов выемок горных дорог, в горно-складчатых областях необходимо учитывать:

- 1) крутизна откоса – с увеличением угла откоса вероятность оползневого процесса увеличивается, уже при крутизне откоса 100 происходит смык;
- 2) гранулометрический состав грунта – с преобладанием частиц в грунте размерами выше 1мм уменьшается их сопротивление сдвигу в зависимости от влажности и плотности 4-7раза;
- 3) плотность грунта – в зависимости от влажности при значениях плотности от $1700\text{кг}/\text{м}^3$ и $1300\text{кг}/\text{м}^3$ падает сопротивление грунтов сдвигу на 35%;
- 4) влажность грунта – увеличением влажности до 25% сопротивление грунта сдвигу снижается 3-6 раз. При влажности 10-12% сопротивлением сдвигу грунтов увеличивается с 0,01МПа до 0,09МПа,

5) температурное колебание воздуха – при отрицательных значениях температуры воздуха температуры воздуха от -100С до -10 сопротивление грунта сдвигу возрастает 2-3 раза. При дальнейшем повышении температуры воздуха +400С увеличивается сопротивлению сдвигу грунта в 1-4раз, а при температурах воздуха (+450С) –(+600С) сопротивления сдвигу грунтов снижается на 10-23%.

Литература

1. Э.К. Масадыков, К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Ф.Ю. Гатаулин, Ю.В. Куренков, Г.Р. Трутнев «Евразийский железнодорожный коридор через Киргизстан». – Бишкек: Илим. -118с.: табл., илл.
2. К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Р.С. Карташбаев, Н.Ч. Сулайманов «Принципы безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации горных дорог». Бишкек: изд.: Илим, 2006. С.186
3. И.З. Лысенко «Принципы разработки высокогорных месторождений», Изд. «Наука» Казахской ССР, Алматы, 1966г, с.395
4. К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская «Геомеханическая оценка оползневой опасности склонов в бассейнах крупных рек юга Киргизстана» Б.: Илим, 2011. – 114с.
5. О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева «Критерии оценки местной устойчивости откосов автомобильных дорог на горных склонах», Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение: материалы междунар. науч.-технич. конф., посвященной 80-летию образования кафедры геотехники СПбГАСУ и 290-летию российской науки. – Ч. I. – СПбГАСУ. – СПб., 2014. – 587с.
6. О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева, «Оценка влияния сезонных колебаний температуры на прочностные свойства грунтов и местную устойчивость откосов горных дорог» Современные проблемы механики сплошных сред Вып. шестнадцатый, Бишкек 2012г (стр. 238-245)
7. Г.А. Кадыралиева, «Факторы, влияющие на местную устойчивость откосов горных дорог», Современные проблемы механики сплошных сред Вып. двенадцатый, Бишкек 2010г (стр. 174-181)
8. ВНИИТС «Методические указания по оценке местной устойчивости откосов и выбору способов их укрепления в различных природных условиях» Москва, 1970, 73с.
9. Маслов Н.Н. «Основы инженерной геологии и механики грунтов». М.: Высшая школа. 1982.
10. ГОСТ 30416-96 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ГРУНТЫ Лабораторные испытания Общие положения ОКС 13.080 ОКСТУ 5702 Дата введения 1997-01-01. – 18