

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР
ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Диссертационный совет Д 25.19.587

На правах рукописи
УДК 625.711.812 (575.2) (043.3)

КАДЫРАЛИЕВА ГУЛЬЗАТ АСАНБЕКОВНА

**«ОЦЕНКА МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ГОРНЫХ
ДОРОГ ПО КОМПЛЕКСУ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ГРУНТОВ»**

Специальности: 25.00.20 – Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная
аэрогазодинамика и горная теплофизика и
25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек-2019

Работа выполнена в Институте геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Научные руководители: **Кожоголов Камчибек Чонмурунович**
доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент НАН КР, директор Института
геомеханики и освоения недр НАН КР

Никольская Ольга Викторовна
доктор технических наук, главный научный
сотрудник Института геомеханики и освоения недр
НАН КР

Официальные оппоненты: **Телтаев Багдат Бурханбайулы**
доктор технических наук, профессор,
президент АО «КаздорНИИ»

Мендекеев Райымкул Абдымананович
доктор технических наук, профессор,
директор Научно-исследовательского института
сейсмостойкого строительства при КГУСТА

Ведущая организация: Кыргызско-Российский Славянский университет
имени Б. Ельцина, Кыргызская Республика,
г. Бишкек, ул. Киевская, 44

Защита состоится « 28 » июня 2019г. в 10:00 часов на заседании
диссертационного совета Д 25.19.587 при Институте геомеханики и освоения недр
НАН Кыргызской Республики и Жалал-Абадском государственном университете
по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Медерова 98.

Е-mail: ifmgrp@yandex.ru,
сайт: www.igion.megaline.kg

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института геомеханики
и освоения недр НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек, ул. Медерова 98.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.ф.-м.н., доцент

Исаева Г.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Автомобильные дороги являются одним из крупнейших общественных достояний страны, способствующие ее социально-экономическому росту, развитию промышленности, сельского хозяйства, туризма и выхода в рынки соседних стран, создавая бесперебойный, круглогодичный и удобный проезд автомобилей.

В горных условиях и ввиду труднодоступности отдельных регионов большая часть автодорожной сети страны пройдены по горной местности, которые на данном этапе автомобилизации не удовлетворяет полностью требованиям движения и безопасности и наносят ежегодный финансовый ущерб в результате природных явлений. Только в 2017г согласно данным МЧС КР материальный ущерб, затрачиваемый на восстановление автомобильных дорог от нарушения устойчивости откосов и склоновых процессов составил 158,2 млн. сомов, это в 1,83раза больше чем в 2016г.

Детального внимания требуют и технологические автодороги при строительстве карьеров, при разработке месторождений полезных ископаемых, когда необходимо транспортировать пустые породы или полезные ископаемые на отвал или фабрику.

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 горной массы на горных дорогах, которые в значительной степени зависят от физико-механических свойств грунтов, вследствие этого оценка местной устойчивости откосов является актуальной задачей.

Поэтому обеспечение безопасности на горных дорогах остается актуальной задачей, поскольку вред, причиняемый природой и последующими затратами на ремонт и восстановление нарушенных участков дорог, не редко превышает ущерб, наносимый интенсивностью движения большегрузного транспорта.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами:

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института геомеханики и освоения недр по проекту: «Разработка методов оценки, прогноза и мониторинга, опасных природно-техногенных процессов при освоении горных территорий», раздел «Оценка опасных экзогенных склоновых процессов и обеспечение устойчивости горных дорог» (№ гос. регистрации 0005623) выполненная по проекту «Стратегия развития страны» на период 2009-2011 года.

Цель диссертации: установление степени влияния гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры на местную устойчивость и параметры откосов горных дорог.

Задачи: Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести ретроспективный анализ основных причин, влияющих на нарушение местной устойчивости откосов горных участков автомобильных дорог на склонах;

2. Разработать методику по оценке степени влияния гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха на прочностные характеристики и сопротивляемости сдвигу грунтов в лабораторных условиях;
3. Установить оптимальные параметры откосов выемок горных дорог с учетом гранулометрического состава грунтов;
4. Оценить местную устойчивость откосов дорожных выемок на горных склонах.

Научная новизна полученных результатов:

по специальности: Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

1. Установлено, что одним из факторов, влияющих на сопротивление сдвигу грунтов на откосах является его гранулометрический состав. С увеличением диаметра твердых частиц грунтов, нарушение местной устойчивости откосов дорог возрастает на 50%;
2. Определено, что изменение сезонного колебания температуры воздуха влияет на значение сопротивления сдвигу грунтов на откосе. С повышением температуры воздуха до +60⁰С сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%;
3. Обоснована и разработана методика оценки местной устойчивости откосов горных дорог с учетом влияния гранулометрического состава грунтов и сезонного колебания температуры воздуха на прочностные свойства грунтов;

по специальности: Геотехнология (подземная, открытая)

4. Научно обоснованы параметры откосов дорожных выемок с учетом гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха;
5. Оценена местная устойчивость откосов выемок горных дорог в зависимости от плотностных и прочностных свойств грунтов на откосах.

Практическая значимость полученных результатов:

Результаты исследований данной работы рекомендованы и приняты к использованию для:

- оценки и расчета устойчивости откосов автомобильных горных дорог;
- технологических внутрикарьерных дорог при разработке месторождений открытым способом,
- для прогноза устойчивости откосов, сложенные выветрелыми грунтами,
- для использования при назначении устойчивых параметров дорожных выемок

- методических рекомендаций по предотвращению нарушения устойчивости откосов транспортных магистралей на горных склонах в Кыргызской Республике.

Экономическая значимость полученных результатов:

Полученные результаты и разработанная методика определения зависимости сопротивляемости грунтов сдвигу от их гранулометрического состава позволяет на стадии проектирования назначить оптимальные значения параметров дорожных выемок на склоне и оценить местную устойчивость

геотехнической системы (склон-дорожная выемка) что исключает затраты на восстановление этих участков.

Также применение результатов зависимости местной устойчивости откосов выемок горных дорог на склонах от сезонного колебания температуры позволяют на стадии проектирования и строительства разработать инженерные мероприятия по снижению риска обрушения откосов, что также исключает затраты на постоянную зачистку экскаватором после обрушений (Акт о реализации научных результатов диссертационной работы от 10.01.2018г).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

по специальности: Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

1. Гранулометрический состав грунтов является одним из определяющих факторов при оценке местной устойчивости откосов горных дорог. С увеличением содержания в грунте твердых частиц от 0,25мм до 2мм более 25%, сопротивляемость сдвигу грунтов на откосах снижается на 50%, независимо от плотности грунта.
2. Сопротивляемость сдвигу грунтов на откосах дорожной выемки зависит от режима изменения сезонных колебаний температуры. В режиме от охлаждения к нагреванию грунта сопротивляемость сдвигу возрастает в 1,5раз, сцепление - в 3раза, чем в режиме от нагревания к охлаждению, при этом значение угла внутреннего трения практически не изменяется. С изменением температуры воздуха от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%.

по специальности: Геотехнология (подземная, открытая)

3. Технологические параметры откоса дорожной выемки на склоне, и горных дорог на карьерах зависят от гранулометрического состава грунта, слагающего приоткосный массив. С увеличением в грунте количества частиц диаметром 0,25мм и менее обеспечивается местная устойчивость дорожной выемки при высоте откоса не более 15м
4. В грунтах, в которых частицы диаметром 2мм составляют более 25% необходимо формировать откос в виде двоянных уступов. Соотношение технологических параметров, таких как ширина предохранительной бермы l и высота подступа h составляет $l: h = 1:2$

Личный вклад соискателя: Автором на основании анализа и обобщения литературных и нормативных материалов по состоянию автомобильных горных дорог в стране установлены, причины нарушения их устойчивости и методы их оценки. Используя методику по определению сопротивления сдвигу грунтов конструкцией Н.Н. Маслова – Ю.Ю. Лурье как базовую, автором разработана методика оценки совместного влияния плотности, влажности и гранулометрического состава на сопротивляемости сдвигу грунтов, а также разработана методика оценки влияния сезонного колебания температуры воздуха на сопротивляемости сдвигу грунтов и проведены лабораторные испытания при различных температурах. На основе опытных данных установлены закономерность, что гранулометрический состав грунтов является одним из определяющих факторов при оценке местной устойчивости откосов горных дорог

и с повышением температуры воздуха до $+60^{\circ}\text{C}$ сопротивляемость грунтов сдвигу снижается.

Апробация результатов исследования: Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих 14 конференциях, на IV Международной научной конференции «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане» (г. Алматы, 2010г.), на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы механики сплошных сред» посвященной памяти чл.- корр. НАН КР, д.ф.-м.н., профессора И. Бийбосунова (г. Бишкек, 2012г.), на Международной конференции "Современное состояние и перспективы развития горнодобывающей отрасли" посвященной 20-летию со дня образования Института горного дела и горных технологий имени академика У.Асаналиева, (г. Бишкек, 2013г.), на Научно-практической конференции молодых ученых Кыргызстана «Старт в большую науку» (г. Бишкек, 2013г.), на Международной научно-технической конференции «Проблемы безопасности и эффективности освоения георесурсов в современных условиях» посвященной 25-летию Горного института Уро РАН и 75-летию основателя и первого директора института чл.- корр. РАН А.Е. Красноштейна (г. Пермь, 2013г.), а также на Международной научно-технической конференции «Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение» посвященной 80-летию кафедры геотехники основанной профессором Н.А. Цытовичем (г. Санкт-Петербург, 2014г.). В I международной научной конференции молодых ученых и специалистов: «The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences (earth, technical and chemical)» (г. Баку, 2014г.). На V Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований» (г. Москва, 2014г.), на Международном геотехническом симпозиуме «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground» (г. Сеул, 2014г.), на Международном Симпозиуме «Geohazard: Science, Engineering and Management» (г. Катманду, Непал 2014г.), на Международной научно-практической конференции «Проблемы механики и строительства транспортных сооружений» посвященный 80-летию Заслуженного деятеля науки и техники Казахстана, академии НАН РК, доктора технических наук, профессора Айталиева Ш.М. (г. Алматы, 2015г.), на VI Международном геотехническом симпозиуме «Disaster mitigation in special geoenvironmental conditions» (г. Мадрас, Индия 2015г.), на Международной научно-практической конференции «Геодинамика и напряжённое состояние недр Земли» (г. Новосибирск, 2015г.) и в The second Geo-Institute – Kazakhstan geotechnical society joint workshop on TC-305 «Geotechnical infrastructure for Megacities and New Capitals » (Орландо, Нью-Йорк 2018г.).

Полнота отражений результатов диссертации в публикациях:

Материалы диссертационной работы опубликованы в 23 научных трудах, в том числе в 7 научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК КР.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Содержит 151 страницы электронного текста, включающих 24 таблицы, 90 рисунков и список литературы из 122 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследований, изложены основные научные положения, выносимые на защиту, научная новизна, апробация результатов работы и полнота их отражений.

Первая глава посвящена ретроспективному анализу нарушения местной устойчивости откосов горных автомобильных дорог Кыргызской Республики и приведены основные причины и виды их нарушения, а также изучению физико-механических свойств грунтов откосов горных дорог и отличительным особенностям их строения.

Весомый вклад в изучение формирования грунтов, их генезиса и петрографических особенностей, строения и состава, инженерно-геологических и физико-механических свойств внесли ученые П. А. Земятченский, М. М. Филатов, В.Т. Трофимов, Е.М. Сергеев, М.Н. Гольдштейн, Л.Д. Белый, Д. Тейлор, В.А. Флорин, Е. М. Сергеев, В. А. Приклонский, П. Н. Панюков, Л. Д. Белый, А. Дарси, К. Терцаги, В. Прагер, В. И. Курдюмов, Н. А. Цытович, З. Г. Тер-Мартirosян, В.М. Гороховский и Б.Б. Тельтаев, К.А. Кожобаев, Г.Н. Фалалеев, С.Б. Омуралиев и многие другие.

Особенностью грунтов приповерхностного слоя откосов горных дорог, является наличие в них активной зоны аэрации, в пределах которой, под действием природно-климатических факторов происходит существенное изменение их физико-механических свойств. Мощность зоны аэрации измеряется первыми 0,7-2 метрами и представлена грунтами, сформировавшимися в результате выветривания и влияния атмосферных осадков, сезонных колебаний температуры, и в пределах которой происходит нарушение местной устойчивости откоса.

Вопросам изучения оценки устойчивости склонов и откосов посвящены работы таких известных ученых как М.Н. Гольдштейн, Г.С. Золотарев, И.П. Зелинский, Н.Н. Маслов, Р.А. Ниязов, Ф.Н. Саваренский, Я.Х. Хуан и многих других, благодаря которым, разработаны классификации факторов, обуславливающих развитие экзогенных геологических процессов.

В Кыргызстане также имеется большой опыт исследования склоновых процессов, значительный вклад в изучение при этом внесли работы таких ученых как И.Т. Айтматов, Ш.А. Мамбетов, К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, И.А. Торгоев, Ю.Г. Алешин, К.А. Кожобаев, К.Ж. Усенов, С. Б. Омуралиев и З.Ж. Асилова, К.А. Кокумбаева, А.Айтиалиев, а также видные казахских ученые как Б.Б. Телтаев и др.

Согласно работам, при оценке устойчивости склонов и откосов основными факторами, оказывающими влияние на нарушение их устойчивости и расчетов их устойчивости, являются, геометрические параметры откоса и физико-механические свойства грунтов. Однако, изучению влияния гранулометрического состава грунтов и сезонного колебания температуры на их сопротивляемости сдвигу, до последнего времени не уделялось должного внимания.

Вторая глава посвящена методикам исследований оценки влияния физико-механических свойств грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха на прочностные характеристики грунтов и расчета местной устойчивости откосов.

Оценивая устойчивость откосов дорожных выемок, при индивидуальном проектировании горной дороги необходимо различать их общую и местную устойчивость. (рис. 1).

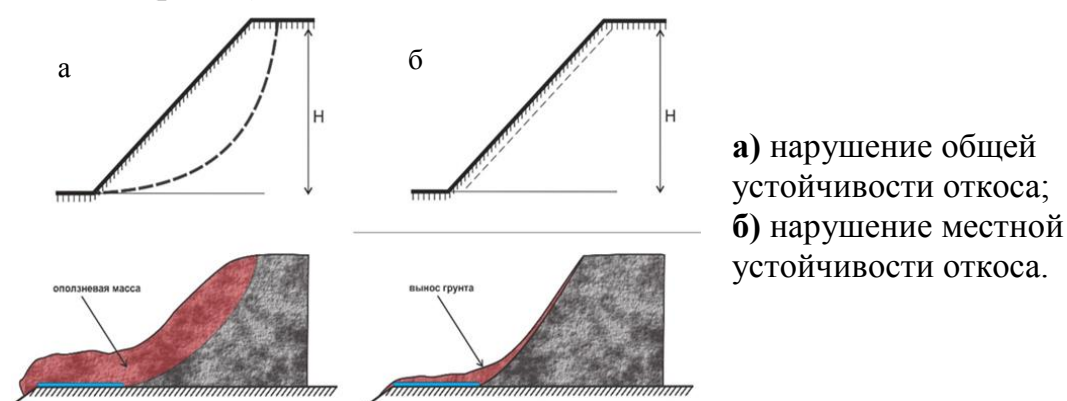


Рис. 1. Схема нарушения общей и местной устойчивости склонов.

Местная устойчивость откосов в отличие от общей устойчивости, основана на исследовании развития деформаций локального скольжения, пластического течения, сплывов и выноса грунтов и проявляется с меньшим объемом одновременно смещающихся грунтов на дорогу, но большей частотой, что требует постоянной зачистки этого участка дороги, причем частота нарушения происходит практически всегда после выпадения или выклинивания грунтовых вод и приводит к временной остановке движений автомобилей на трассе.

Оценка местной устойчивости откоса при опасности развития сплывов производится на основании расчетного коэффициента местной устойчивости, и местная устойчивость откосов считается обеспеченной, если $K \geq 1,5$.

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

где, γ - объемный вес грунта, т/м^3 ; 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.

Общей чертой всех аварий, связанных с нарушением устойчивости откосов, в первую очередь являются факторы приводящие к снижению сопротивляемости сдвигу грунтов на откосах. Однако в расчетах и оценках местной устойчивости практически не учитываются влияние гранулометрического состава грунтов, и температура самих грунтов. В связи с этим, разработаны методики оценки влияния плотности, влажности и гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха на сопротивляемость сдвигу грунтов,

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg} \varphi + C + C_s \quad (2)$$

где: τ - сопротивление пород сдвигу, МПа; σ_n - напряжения, действующие по нормали к поверхности скольжения, МПа; φ - угол внутреннего трения, град;

C - сцепление пород, МПа; C_s - связность пород - обратимая часть сцепления.

Для лабораторных исследований использованы песчано-глинистые грунты с нарушенной структурой. Для проведения тестовых лабораторных экспериментов и для многократного повторения эксперимента в одинаковых условиях производили работы в лабораторных условиях на искусственных образцах-

близнецах. Образцы грунтов изготавливали с заданными значениями плотности, влажности, одинаковых размеров твердых частиц грунта согласно ГОСТ 12536-79 и ГОСТ 30416-96.

Заданные значения влажности при этом значения равные $W=10\%$, $W=15\%$, $W=20\%$, $W=25\%$, плотности $\rho=1300\text{кг/м}^3$, $\rho=1500\text{кг/м}^3$ и $\rho=1700\text{кг/м}^3$ и размеры частиц $\varnothing=0,25\text{мм}$, $\varnothing=0,5\text{мм}$, $\varnothing=1\text{мм}$, $\varnothing=2\text{мм}$. Все значения свойств были выбраны исходя из наиболее характерных значений грунтов на откосах. Общие расчетные значения заданных свойств образцам-близнецам для первой серии эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные значения заданных плотностных свойств искусственных образцов-близнецов для испытания на сдвиг.

Плотность ρ , кг/м^3	1300				1500				1700			
Влажность W , %	10	15	20	25	10	15	20	25	10	15	20	25
Диаметр частиц d , мм	0,25				0,25				0,25			
	0,50				0,50				0,50			
	1,00				1,00				1,00			
	2,00				2,00				2,00			

В третьей главе представлены полученные результаты лабораторных испытаний по оценке влияния плотностных свойств грунтов и температурного колебания воздуха на сопротивляемости грунтов сдвигу.

1) Результаты совместного влияния плотности, влажности и гранулометрического состава грунтов представлены на рисунке 3.

На основе полученных данных установлено:

- что при влажности 10% наибольшим сопротивлением сдвигу обладают грунты с диаметром твердых частиц $0,25\text{мм} \div 0,5\text{мм}$ и составляет $\tau_{\text{сд}}=0,012\text{МПа}$.

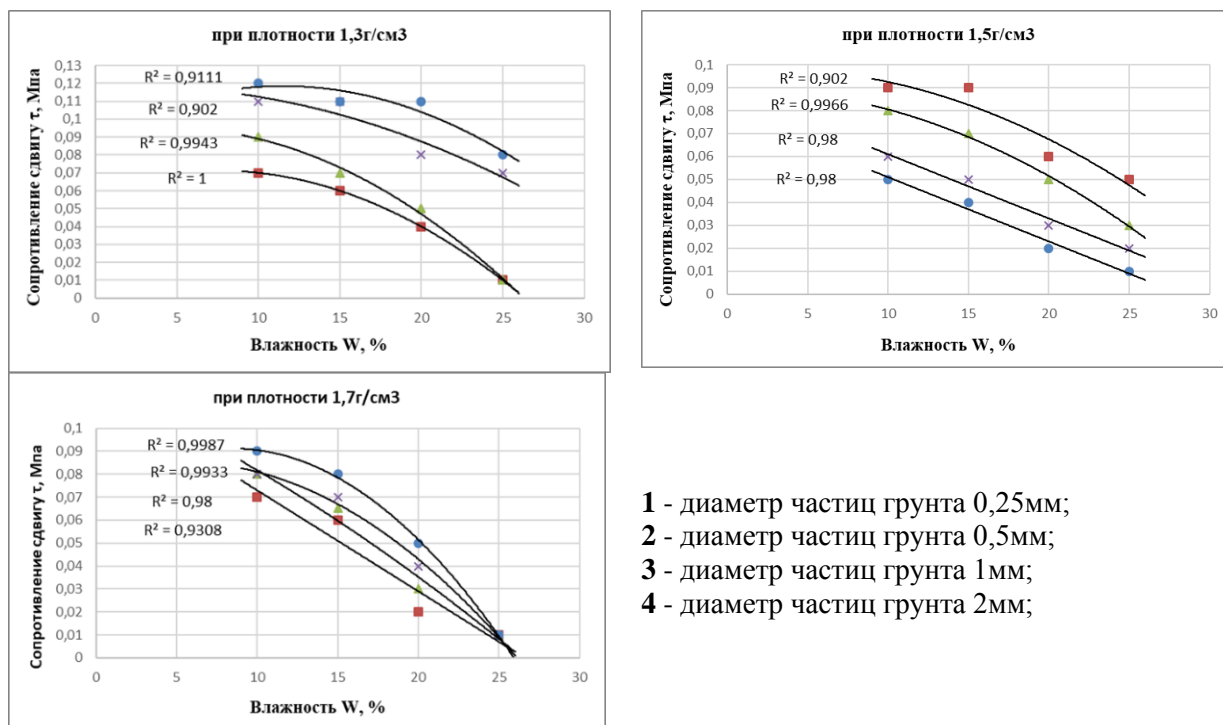


Рис. 3. Зависимость сопротивления грунтов сдвигу от влажности при заданных значениях их плотности и гранулометрического состава.

- при увеличении влажности до 25% сопротивляемость сдвигу для грунтов с таким размером частиц уменьшается до значений 0,008МПа.
- при плотности 1,50г/см³ наблюдается снижение сопротивляемости сдвигу грунтов до 0,009МПа с диаметром частиц 0,25мм и 0,5мм при влажности 10%, а при влажности 25% снижение до 0,05 и 0,04МПа.

- с увеличением плотности образцов до 1700кг/м³ также наблюдается превышение значений сопротивляемости грунтов сдвигу, у образцов с диаметром частиц 0,25мм по сравнению с образцами грунта с размерами частиц 1мм и 2мм.

2) Результаты влияния грануметрического состава грунтов на сопротивляемость сдвигу приведены на рисунке 4. Для эксперимента значения влажности задавали равные влажности на пределе текучести 22% и пределе раскатывания 12% для испытываемых грунтов.

На основе полученных данных испытаний установлено, что

- с увеличением диаметра твердых частиц грунта сопротивляемость сдвигу уменьшается в 30раз.

- при плотности грунта 1300кг/м³ и при влажности равной границе раскатывания сопротивляемость сдвигу уменьшается в 1,3раза, а при влажности на границе текучести практически в 4раза. При этом сопротивляемость сдвигу на границе раскатывания больше, чем на границе текучести в 3раза.

- при заданной плотности грунта 1500кг/м³ сопротивляемость сдвигу на границе раскатывания с увеличением диаметра частиц снижается в 1,5раза, а при влажности на границе текучести остается неизменным и составляет 0,01МПа.

- разница в значениях сопротивляемости сдвигу грунтов на границе раскатывания и границе текучести отличается практически в 7раз.

3) Результаты влияния температуры воздуха на сопротивляемость сдвигу грунтов. Согласно разработанной методике, плотность образцы-близнецы задавалась $\rho=150\text{кг/м}^3$, размер твердых частиц $\phi=0,25\text{мм}$; начальная заданная влажность на пределе раскатывания и на пределе текучести. Результаты представлены на рисунке 5.

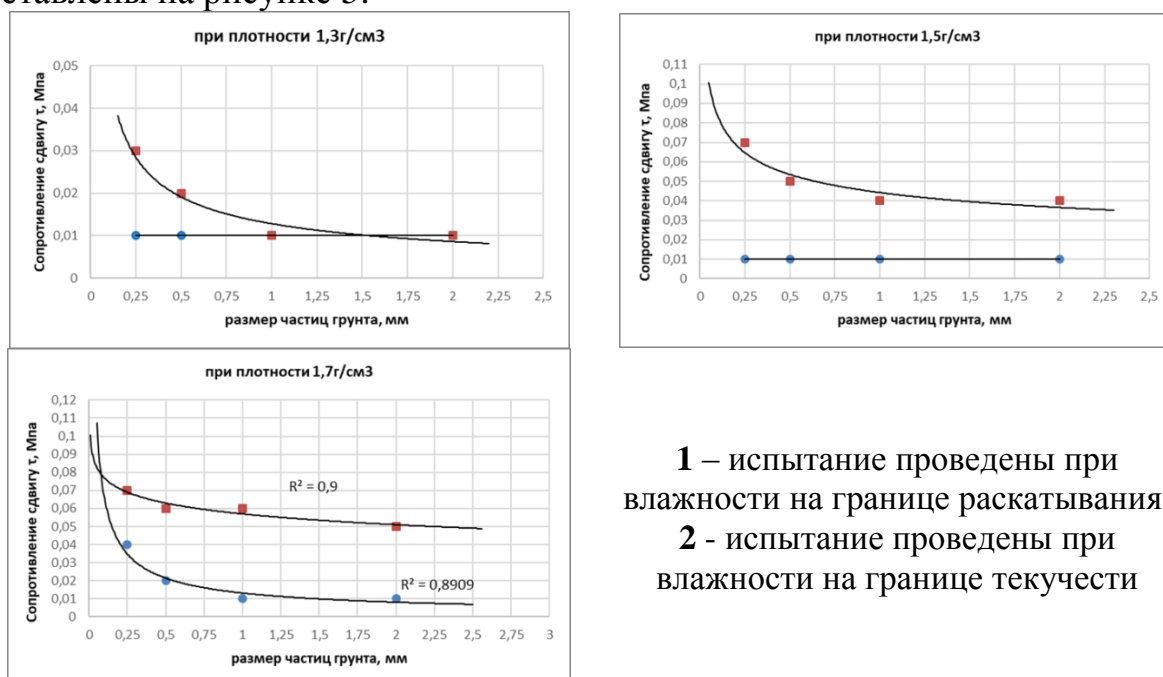


Рис. 4. Влияние диаметра частиц грунта на их сопротивляемость сдвигу.

Оценку влияния температуры воздуха на сцепление и угол внутреннего трения грунта проводили на образцах, изготовленных из грунта с диаметром частиц 0,5мм и влажностью 20% и проведены испытания грунтов, выдержанных при температуре воздуха от -10°C до 60°C .



Рис. 5. Результаты экспериментов по оценке влияния сезонного колебания температуры воздуха на сопротивляемость сдвигу грунтов.

Результаты определения влияния температуры на прочностные характеристики грунта при сдвиге приведены на рис.6.

Таким образом, при анализе проведенных экспериментов установлено, что исследуемые грунты откосов:

- при нагревании или охлаждении температура грунта в поверхностном слое ниже температуры окружающего воздуха на $2-3^{\circ}\text{C}$ и при изменении температуры воздуха, температура грунта изменяется по экспоненциальной зависимости;

- с увеличением температуры от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$ наблюдается возрастание сопротивляемости сдвигу грунта, в зависимости от его влажности, в среднем от 0,001МПа до 0,0082МПа. При температуре выше $+45^{\circ}\text{C}$ наблюдается снижение сопротивления сдвигу, и при температуре $+60^{\circ}\text{C}$ при влажности 12%. эти значения составляют 0,007МПа, при влажности 16% - 0,069МПа и при влажности 22% - 0,0045МПа.

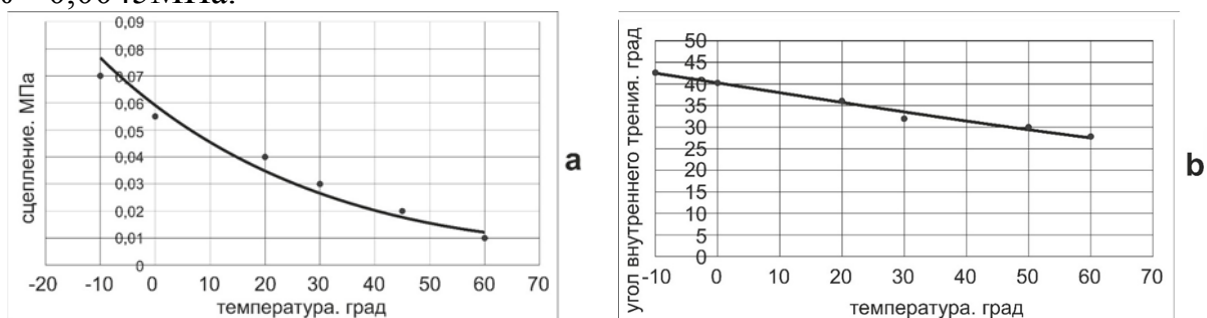


Рис. 6. Зависимость сцепления грунта (а) и угла внутреннего трения (б) грунта от температуры воздуха.

- повышением температуры воздуха от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению сцепления грунта с $0,07\text{МПа}$ до $0,01\text{МПа}$, а угла внутреннего трения - с 42° до 28° , соответственно коэффициент трения $\text{tg}\varphi$, с $0,9$ до $0,53$;

В четвертой главе показаны расчеты зависимости коэффициента местной устойчивости откосов от гранулометрического состава грунтов (формула 1) и проведены расчеты оптимальной высоты откоса выемки дороги.

Исходные данные для расчетов были взяты, исходя из натуральных значений: угол откоса $\alpha=45^{\circ}$, объемный вес грунтов $\gamma=1500\text{кг/м}^3$, диаметр твердых частиц равные $\phi=0,25\text{мм}$, $0,5\text{мм}$, 1мм и 2мм , которые наиболее преобладают в песчано-глинистых грунтах откосов дорог. Значения прочностных показателей (φ , C) изменяются в зависимости от гранулометрического состава грунтов. (рис. 7)

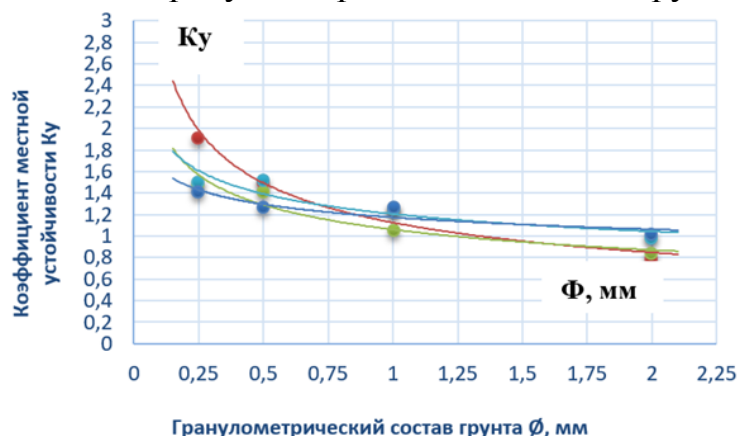


Рис. 7. График зависимости коэффициента местной устойчивости откосов от гранулометрического состава грунтов.

На основе полученной зависимости установлено, что коэффициент местной устойчивости зависит от гранулометрического состава грунтов, при этом:

- с увеличением размера частиц от $0,25\text{мм}$ до $0,5\text{мм}$ коэффициент местной устойчивости снижается на 2-30%,
- при размерах частиц от $0,25\text{мм}$ до $1,0\text{мм}$ на 20-43%, при размерах частиц от $0,25\text{мм}$ до $2,0\text{мм}$ на 26-71%.

Проведены расчеты зависимости оптимальной высоты откоса выемки дороги от гранулометрического состава грунтов, при наиболее часто применяемых углах откосов. (рис. 8) по П.М. Цимбаревичу:

$$H = \frac{2 \frac{C}{\gamma} \sin \alpha \cos \varphi}{\sin^2 \frac{\alpha - \varphi}{2}} \quad (3)$$

где, C — сцепление грунта откоса, т/м^2 ; γ — объемный вес грунта, т/м^3 ; α — угол откоса, град; φ — угол внутреннего трения грунта, град

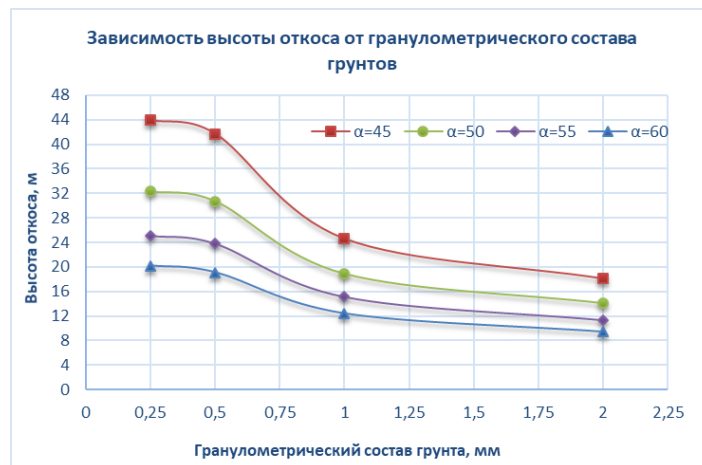


Рис. 8. График зависимости высоты откоса от гранулометрического состава грунтов.

Согласно полученным данным установлено, что такой параметр откоса как высота зависит от гранулометрического состава грунтов, и с возрастанием размеров частиц грунта от $\phi=0,25$ мм, до $\phi=2$ мм, высота откоса уменьшаются на от 11 до 26 м (52-60%) от назначенной высоты.

В зависимости от того, какой размер частиц преобладает в грунтах откоса, по результатам определения их гранулометрического состава, рекомендуется выбирать соответствующую оптимальную высоту согласно графику, в зависимости от проектируемого угла откоса.

Также в данной главе приведены результаты обследования горных участков дороги Бишкек-Ош. Выявлены наиболее опасные участки, на которых в результате проведенных реабилитационных работ была нарушена общая и местная устойчивость откосов, что привело к развитию негативных склоновых процессов. Выявлено что, основными причинами нарушения местной устойчивости на откосах являются дождевые осадки, поверхностные и грунтовые воды, которые в неукрепленных откосах, сложенных малосвязными и водонеустойчивыми супесчаными и песчаными грунтами, приводят к физико-химическому выветриванию и избыточному увлажнению, развитию эрозионных деформаций грунтов, в результате которого становятся чувствительными к сезонным колебаниям температуры.

На наиболее опасных участках автомобильной дороги Бишкек-Ош были проведены расчеты коэффициентов общей и местной устойчивости откосов, которые приведены в таблице 3. А также согласно полученной зависимости высоты откоса от гранулометрического состава грунтов назначена оптимальная высота откоса, по наиболее преобладающим размерам частиц в грунтах на этих участках.

Также, для участка дороги 340 км произведены расчеты оптимальных технологических параметров на устойчивость откоса сформированный в переотложенных и сильно нарушенных породах зоны разлома. По гранулометрическому составу в грунтах откоса преобладающими являются твердые частицы размером 2 мм. На данном участке произошло нарушение местной устойчивости откоса дороги.

Таблица 3. Анализ устойчивости откосов автомобильной дороги Бишкек-Ош на наиболее опасных участках

Опасный участок дороги	Выявленные нарушения	Расчетный коэффициент общей устойчивости $K \geq 1$	Коэффициент местной устойчивости и $K \geq 1,5$	Степень опасности	Угол откоса, град	Высота откоса	
						существующая	рекомендуемая
85-87км	Наличие тектонических нарушений. Активизация оползневого процесса в результате нарушения равновесия склона: валы выпирания языка оползня на основании дорожной полки	0,98	1,29	Очень высокая	45-50	25	15
358км	Пересечение дорогой тектонического нарушения, обрушение откосов, развитие оползневого процесса в пределах откосов серпантин	1,12	1,30	Очень высокая	63	12	9
402км	Пересечение дорогой оползневого тела, активизация оползневого процесса в весенне-осенний период смещение грунтовых масс на проезжую часть дороги	1,07	1,29	Высокая	48	20	18-19
410-415км	Смещение выветрелых пород откоса на проезжую часть дороги	1,36	1,31	Высокая	49	19	18-19

На основе проведенных инженерных исследований откоса и расчета устойчивости установлено, что:

1. Формировать откос в виде сдвоенных уступов, при этом увеличить высоту верхнего откоса и назначить ее равной нижнему.
2. Расширить берму безопасности до ширины не более 6м.
3. Назначить крутизну верхнего откоса не менее 60^0 .

Вид откоса после выполнения расчетных рекомендаций представлен на рис. 9.



Рис. 9. Участок автомобильной дороги Бишкек-Ош на 340км выполненный в виде сдвоенных уступов.

ВЫВОДЫ

Основные научные и практические результаты исследований в данной диссертационной работе заключается в следующем:

1. Выявлено, что основными причинами нарушения местной устойчивости откосов дорожных выемок на горных участках дороги является снижение прочностных характеристик и сопротивляемости сдвигу грунтов за счет изменения влажности, плотности, размера твердых частиц грунта и сезонных колебаний температуры воздуха.

2. Разработана методика лабораторного эксперимента по оценке влияния плотности, влажности, гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха на сопротивляемости сдвигу и прочностные характеристики грунтов в лабораторных условиях.
3. Установлено, что наибольшее влияние на сопротивляемость грунтов сдвигу оказывает размер твердых частиц 0,25мм и 2мм. С увеличением содержания частиц от 0,25мм до 2мм сопротивляемость грунта сдвигу снижается на 50%. Сопротивляемость грунта сдвигу также зависит от температуры грунта. С повышением температуры воздуха от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%;
4. На основе анализа натурных исследований прочностных свойств грунтов установлено, что с увеличением содержания частиц от 0,1мм до 2мм угол внутреннего трения снижается в среднем на 9-28%
5. Выявлено, что основными причинами нарушения местной устойчивости откосов дорожных выемок на горных участках дороги является снижение прочностных характеристик и сопротивляемости сдвигу грунтов за счет изменения влажности, плотности, размера твердых частиц грунта и сезонных колебаний температуры воздуха.
6. Разработана методика лабораторного эксперимента по оценке влияния плотности, влажности, гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха на сопротивляемости сдвигу и прочностные характеристики грунтов в лабораторных условиях.
7. Установлено, что наибольшее влияние на сопротивляемость грунтов сдвигу оказывает размер твердых частиц 0,25мм и 2мм. С увеличением содержания частиц от 0,25мм до 2мм сопротивляемость грунта сдвигу снижается на 50%. Сопротивляемость грунта сдвигу также зависит от температуры грунта. С повышением температуры воздуха от -10°C до $+60^{\circ}\text{C}$ сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%;
8. На основе анализа натурных исследований прочностных свойств грунтов установлено, что с увеличением содержания частиц от 0,1мм до 2мм угол внутреннего трения снижается в среднем на 9-28%

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кадыралиева Г.А. Определение высоты капиллярного поднятия воды в грунтах различной влажности [Текст]: / З.А. Асилова, Г.А. Кадыралиева. «Известия вузов», - Бишкек: 2008. -. С. 185-189.
2. Кадыралиева Г.А. Влияние физических свойств грунтов на сопротивление сдвигу [Текст] / Г.А. Кадыралиева. Сбор. Междунар. науч. конференции молодых ученых «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане». –Алматы: №4, 2010. – С. 42-47.
3. Кадыралиева Г.А. Проблемы оценки местной устойчивости откосов выемок горных дорог [Текст]: / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева. «Современные проблемы механики сплошных сред» - Бишкек: Выпуск 12, 2010. – С. 7-14.

4. Кадыралиева Г.А. Факторы, влияющие на местную устойчивость откосов горных дорог [Текст] / Г.А. Кадыралиева. «Современные проблемы механики сплошных сред» - Бишкек: Выпуск 12, 2010. – С. 174-181.
5. Кадыралиева Г.А. Оценка влияния водно-физических свойств грунта на их сопротивляемость сдвигу [Текст] / Г.А. Кадыралиева. «Вестник КГУСТА» им. Н. Исанова - Бишкек: Вестник 3 (33), 2011. – С. 29-33
6. Кадыралиева Г.А. Методические рекомендации по предотвращению нарушения устойчивости откосов транспортных магистралей на горных склонах в Кыргызской Республике [Текст]: / К.Ч. Кожогулов, О.В.Никольская, Н.Ж. Маданбеков, Р.А. Жумабаев, Г.А. Кадыралиева. Институт геомеханики и освоения недр НАН КР; Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова, -Бишкек: 2011. – 40с.
7. Кадыралиева Г.А. Оценка влияния сезонных колебаний температуры на прочностные свойства грунтов и местную устойчивость откосов горных дорог [Текст] / О.В.Никольская, Г.А. Кадыралиева. «Современные проблемы механики сплошных сред» - Бишкек: Вып. 16, 2012. – С. 238-245.
8. Кадыралиева Г.А. Оценка влияния влажности и температуры грунтов на устойчивость откосов внутрикарьерных дорог [Текст] / Г.А. Кадыралиева, О.В.Никольская. «Известия КГТУ им. И. Раззакова» - Бишкек: №28, 2013. – С. 231-237
9. Кадыралиева Г.А. Влияние сезонных колебаний температуры воздуха на прочностные свойства грунтов откосов горных дорог [Текст]: / Г.А. Кадыралиева, К.Ч. Кожогулов, О.В.Никольская. «Известия НАН КР» - Бишкек: №2, Изд. «Илим», 2013. – С. 25-29
10. Кадыралиева Г.А. Оценка влияния температурных колебаний воздуха на физико-механические свойства грунтов естественного сложения [Текст] / Г.А. Кадыралиева. «Современные проблемы механики сплошных сред» - Бишкек: Выпуск18, 2013. – С. 180-189
11. Кадыралиева Г.А. Критерии оценки местной устойчивости откосов горных дорог на горных склонах [Текст]: / О.В.Никольская, Г.А. Кадыралиева. Сбор. трудов Междунар. н.-техн. конф. «Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение» - Санкт-Петербург: Часть 1, 2014. - С. 214-221
12. Kadyralieva G.A. Estimation of local stability of slopes of mountain roads [Текст] / G.A. Kadyralieva. 1st International scientific conference of young scientist and specialist «The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences» - Baku: 2014. - С. 69-71
13. Кадыралиева Г.А. Причины нарушение местной устойчивости откосов горных дорог [Текст] / Г.А. Кадыралиева. «Современные концепции научные исследования», - Москва: Часть 3. Изд. Евразийский союз ученых, 2014. – С. 49-52
14. Kadyralieva G.A. Assessment and the landslides forecast dangers of slopes in mountain-folded areas [Текст]: / K.Ch. Kozhogulov, G.A. Kadyralieva, B.T. Dzhakupbekov. Proceeding of the Int. Symposium on «Geohazards: Science, Engineering and Management» - Katmandu, Nepal: 2014. – С. 172-179

15. Kadyralieva G.A. Design features of transport tunnels in difficult physical-geographical conditions of Kyrgyzstan [Текст]: / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадрыалиева. Proceeding of 8th International geotechnical symposium «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground» - Seoul: 2014. – С.441-443
16. Кадыралиева Г.А. Особенности свойств горных пород в зонах влияния тектонических нарушений золоторудных месторождений Кыргызстана [Текст] / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева. Мат. науч. практ. конф. «Проблемы безопасности и эффективности освоения георесурсов в современных условиях», -Пермь, 2014.-с 273-277
17. Кадыралиева Г.А. Оценка местной устойчивости откосов дорог на склонах в горно-складчатых областях [Текст]: / Г.А. Кадыралиева, К.Ч. Кожогулов, О.В.Никольская. Труды II междунар. н.-практ. конф. «Проблемы механики и строительства транспортных сооружений», посвященной 80-летию Заслуженного деятеля науки и техники Казахстана, академика д.т.н., профессора Айталиева Ш.М. - Алматы: 2015. – С. 116-124
18. Kadyralieva G.A. Features of physic-mechanical properties metamorphic breeds at an estimation of stability of slopes [Текст]: / К.Ч. Kozhogulov, O.V. Nikolskaya, G.A. Kadyralieva. Proceeding of the 6th International geotechnical symposium «Disaster mitigation in special geoenvironmental conditions»- Madras, Chennai, India: 2015. – С.197-199
19. Кадыралиева Г.А. Устойчивость бортов нагорных карьеров в зонах влияния тектонических нарушений [Текст]: / К.Ч. Кожогулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева, Б.Т. Джакупбеков. «Фундаментальные и прикладные проблемы горных наук», - Новосибирск: №2 ИГД им. Н.А. Чинакала СО РАН, 2015. – С. 240-244
20. Кадыралиева Г.А. Нарушение местной устойчивости откосов автомобильных и технологических горных дорог [Текст]: / О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева. «Вестник КГУСТА» - Бишкек: Изд. КГУСТА им. Н. Исанова, 2016. – С. 402-407
21. Кадыралиева Г.А. Физико-механические свойства горных пород глубоких горизонтов месторождения "Макмал" [Текст]: / С.Ж. Куваков, Г.А. Кадыралиева, Б.Т. Джакупбеков. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, Том 16, №5, -Бишкек, 2016. –с 151-153
22. Кадыралиева Г.А. Особенности оценки местной устойчивости откосов горных дорог [Текст]: / Г.А. Кадыралиева, О.В. Никольская. «Инновации в науке» - Новосибирск: Изд. "Сиб. академ. книга", 2017. – С. 45-50
23. Kadyralieva G.A. Assessment peculiarities of the constructions stability in the areas of affected by mining operations [Текст]: / G.A. Kadyralieva, B.T. Dzhakupbekov, S.J. Kuvakov. Proc. of the Second Geo-Institute – Kazakhstan Geotechnical Society Joint Workshop on TC 305 “Geotechnical Infrastructure for Megacities and New Capitals”, - Orlando, New York, 2018. –С. 112-116

Кадыралиева Гульзат Асанбековнанын 25.00.20 Геомеханика, тоо тектерин жардыруу жана талкалоо, рудник аэрогазодинамикасы жана тоо-кен жылуулук физикасы жана 25.00.22 Геотехнология (жер астында, жер устундө) адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу учун «Тоо тектеринин физика-механикалык касиеттеринин комплексу боюнча тоо жолдорунун жантаймаларынын жергиликтүү туруктуулугун баалоо» деген темада жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: жантайма, тоо жолу, параметрлер, туруктуулук, тоо тектери, касиеттер, температура, бөлүкчөлөр өлчөмүнүн курамы, нымдуулук.

Изилдөө объектиси: тоо жолундагы жантаймалардын тоо тектери

Изилдөөнүн максаты: абанын температуралык өзгөрүүсү жана тоо тектеринин физико-механикалык касиеттеринин таасирин эске алуу менен тоо жолдорунун жантаймаларынын жергиликтүү туруктуулугун баалоо.

Изилдөө методдору: тоо жантайларындагы тоо тектеринин бөлүкчөлөр өлчөмүнүн курамы жана абанын температурасынын таасири аркасында жылушууга болгон карлышыгына баа беруу боюнча эксперименталдык метод

Изилдөө жабдыктары: тоо тектеринин жылышууга болгон каршылыгын аныктоо учун Н.Н. Маслов – Ю.Ю. Лурье конструкциясы боюнча бир жалпак кесии прибору

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңычылдыгы:

1. Жантайлардагы топурактардын жылышууга болгон каршылыгына таасир берген алардын бөлүкчө өлчөмүнүн курамы себептеринин бири экени белгиленди. Топурактардын катуу бөлүкчөлөрүнүн диаметринин чоңоюшу менен жантайлардын жергиликтүү туруктуулугу 50% га көбөйгөн;
2. Жантайлардагы топурактардын жылышууга болгон каршылыгынын маанисине абанын температурасынын мезгилдик өзгөрүүсү таасирин берет экендиги аныкталды. Абанын температурасы $+60^{\circ}\text{C}$ га чейин көтөрүлүшү менен топурактардын жылышууга болгон каршылыгы 70% га чейин төмөндөйт;
3. Топурактардын бекемдик касиеттерине абанын температурасы мезгили менен өзгөрүп туруусун жана топурактардын бөлүкчө өлчөмүнүн курамын эске алуу менен тоолуу жолдордогу жантаймалардын жергиликтүү туруктуулугуна баа берүү ыкмасы негизделденди иштеп чыгарылды;
4. Абанын температурасы мезгилдүү өзгөрүүсү жана топурактардын бөлүкчө өлчөмүнүн курамын эске алуу менен жол жантаймаларынын параметрлери илимий түрдө негизделденди;
5. Жантайлардагы топурактардын тыгыздык жана бекемдик касиеттерине жараша тоолуу жолдордогу жантайлардын жергиликтүү туруктуулугу бааланды.

Колдонуу тармагы: бул иштин изилдөөлөрдүн жыйынтыгы тоо унаа жолдорундагы жантаймалардын жергиликтүү туруктуулугун, кендерди ачык жол менен иштетүүдө технологиялык карьердин ички жолдорун эсептөөдө жана баалоодо, бошбайланыштагы укаланган тоо тектерден турган жайнайлардын туруктуулугун алдын алууда, андан тышкары бул багытта мындан ары изилдөө үчүн колдонулушу мүмкүн.

РЕЗЮМЕ

диссертации Кадыралиевой Гульзат Асанбековны на тему: «Оценка местной устойчивости откосов горных дорог по комплексу физико-механических свойств пород» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 25.00.20 – Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика и 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая)

Ключевые слова: откос, горная дорога, параметры, местная устойчивость, плотностные свойства грунтов, гранулометрический состав, температура, влажность, прочностные свойства грунтов, сопротивления сдвигу грунтов, оползневая опасность, автомобильная дорога

Объект исследования: грунты на откосах горных дорог

Цель исследования: оценка местной устойчивости откосов горных дорог с учетом влияния физико-механических свойств грунтов и температурного колебания воздуха.

Методы исследований: экспериментальные методы оценки влияния гранулометрического состава грунтов и температуры воздуха на сопротивляемости сдвигу грунтов на откосах

Аппаратура исследований: приборе одноплоскостного среза конструкции Н.Н. Маслова – Ю.Ю. Лурье, для определения сопротивления сдвигу грунтов.

Полученные результаты и их новизна: 1. Установлено, что одним из факторов, влияющих на сопротивление сдвигу грунтов на откосах является его гранулометрический состав. С увеличением диаметра твердых частиц грунтов, нарушение местной устойчивости откосов дорог возрастает на 50%;

2. Определено, что изменение сезонного колебания температуры воздуха влияет на значение сопротивления сдвигу грунтов на откосе. С повышением температуры воздуха до $+60^{\circ}\text{C}$ сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%;

3. Обоснована и разработана методика оценки местной устойчивости откосов горных дорог с учетом влияния гранулометрического состава грунтов и сезонного колебания температуры воздуха на прочностные свойства грунтов;

4. Научно обоснованы параметры откосов дорожных выемок с учетом гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры воздуха;

5. Оценена местная устойчивость откосов выемок горных дорог в зависимости от плотностных и прочностных свойств грунтов на откосах.

Область применения: результаты исследований данной работы могут быть использованы для оценки и расчета устойчивости откосов автомобильных горных дорог, технологических внутрикарьерных дорог при разработке месторождений открытым способом, для прогноза устойчивости откосов, сложенные выветрелыми грунтами и слабосвязанными горными породами, а также для дальнейших научных исследований в данном направлении.

RESUME

dissertation of Kadyralieva Gulzat Asanbekovna on the theme: «Estimation of the local stability of slope of the mountain roads on the complex of physico-mechanical properties of rocks» on competition of a scientific degree of candidate of technical science by specialties 25.00.20 – Geomechanics, distraction of rocks by explosion, miner aerodynamics and mountains thermal physics and 25.00.22 – Geotechnology (underground, open)

Key words: slope, mountain roads, parameters, stability, rocks, properties, temperature, granule composition, humidity.

Subject of researches: rocks on the slopes of mountain roads

The purpose of research:

Research methods: estimation of local stability of slopes of mountain roads taking into account the influence of physical and mechanical properties of rocks and temperature fluctuations of air.

Research equipment: single-plane cut device N.N. Maslow - Y.Y. Lurie, to determine the shear strength of rocks

The gained results and their novelty:

1. It has been established that one of the factors affecting the resistance to shearing of soils on slopes is its particle size distribution. With an increase in the diameter of solid particles of soil, the violation of local stability of road slopes increases by 50%;

2. It is determined that the change in seasonal fluctuations in air temperature affects the value of the resistance to shear of soils on the slope. With an increase in air temperature to + 60⁰C, the resistance of soils to shear is reduced by 70%;

3. The methodology for assessing the local stability of slopes of mountain roads, taking into account the influence of the soil grain size distribution and seasonal variations in air temperature on the strength properties of soils, has been substantiated and developed.

4. Scientifically justified parameters of the slopes of road excavations, taking into account the particle size distribution of soils and seasonal fluctuations in air temperature;

5. The local stability of the slopes of excavation of mountain roads is estimated depending on the density and strength properties of soils on the slopes.

Application area: the research results of this work can be used to assess and calculate the stability of slopes of mountain roads, technological intra-career roads in open pit mining, to predict the stability of slopes composed of weathered loosely bound rocks, as well as for further research in this direction.