

2021-102

✓

Национальная академия наук Кыргызской Республики  
Институт геомеханики и освоения недр  
Министерство образования и науки Кыргызской Республики  
Жалал-Абадский государственный университет

Диссертационный совет Д 25.19.007

На правах рукописи  
УДК: 625.731.812 (575.2) (043.3)

Кадыралиева Гульзат Асанбековна

**Оценка местной устойчивости откосов горных дорог по комплексу  
физико-механических свойств грунтов**

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

Наряд не берется...

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в лаборатории «Управление геомеханическими процессами» Института геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Научные руководители: Кожоголов Камчибек Чонмурунович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Кыргызской Республики, директор Института геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики,

Никольская Ольга Викторовна, доктор технических наук, главный научный сотрудник Института геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Официальные оппоненты: Телтаев Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, президент Акционерного общества «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт»;

Мендекеев Райымкул Абдымананович, доктор технических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института сейсмостойкого строительства при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры и.и. Исиева.

Ведущая организация: Кыргызско-Российский Славянский университета кафедра «Физические процессы горного производства» и «Механика», 720000, 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 Национальной академии наук Кыргызской Республики и Жалал-Абадском государственном университете, по адресу: 720055, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Медерова, 98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Института геомеханики и освоения недр Национальной академии наук Кыргызской Республики, по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Медерова, 98 и на сайте института www.igion.megaline.kg и Жалал-Абадского государственного университета по адресу: 715600, г. Жалал-Абад, ул. Ленина, 57.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

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

Исаева Г.С.

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 2017 г согласно данным Министерства чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики, материальный ущерб, затрачиваемый на восстановление автомобильных дорог от нарушения устойчивости откосов и склоновых процессов, составил 158,2 миллион сомов, это в 1,83 раза больше, чем в 2016 г.

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 крупными научными программами, основными 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 диссертационной работы - установление степени влияния гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры на местную устойчивость и параметры откосов горных дорог.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1. Провести ретроспективный анализ основных причин, влияющих на

3 80 40 е.фон

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:**

*работы*  
по специальности 25.00.20 - 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 +60°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;

по специальности 25.00.22 - 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, сложенных 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 25.00.20 - 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°C сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%.

по специальности 25.00.22 - 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 конструкции 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°C сопротивляемость грунтов сдвигу снижается.

**Апробация результатов диссертации.** 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. Национальной академии наук Кыргызской Республики, 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 Уральское отделение Российской академии наук и 75-летию основателя и первого директора института чл.-корр. Российской академии наук 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, академику Национальной академии наук Республики Казахстан Айтиалиева 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 напряженное 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» (Орlando, 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, выводов и списка литературы. Содержит 169 страниц электронного текста, включающих 24 таблицы, 90 рисунков и список литературы из 122 наименований.

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 «Состояние изученности местной устойчивости откосов автомобильных дорог на горных склонах»** посвящена обзору и 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.

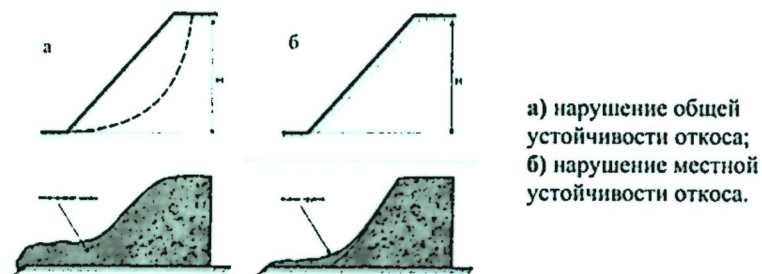
Согласно работам, при оценке устойчивости склонов и откосов основными факторами, оказывающими влияние на нарушение их устойчивости и расчетов их устойчивости, являются, геометрические параметры откоса и физико-механические свойства грунтов. Однако, изучению влияния гранулометрического состава грунтов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

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

**Объект исследования:** откосы автомобильных горных дорог и их устойчивость.

**Предмет исследования:** грунты на откосах автомобильных горных дорог и их физико-механические свойства.

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



а) нарушение общей устойчивости откоса;  
б) нарушение местной устойчивости откоса.

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  $K \geq 1,5$ .

$$K = B \left( \frac{\gamma - 1}{\gamma} ntg\varphi_p + \frac{Ac_p}{\gamma H} \right) \quad (1)$$

где,  $\gamma$  - объемный вес грунта, т/м<sup>3</sup>;  $\varphi_p$ ,  $C_p$  - расчетные показатели соответственно угла внутреннего трения и сцепления грунта;  $n$  - заложение откоса;  $n = ctg\alpha$ ; ( $\alpha$  - 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.

$$\tau = \sigma_n tg\varphi + C + C_c \quad (2)$$

где:  $\tau$  – сопротивление пород сдвигу, МПа;  $\sigma_n$  – напряжения, действующие по нормали к поверхности скольжения, МПа;  $\varphi$  – угол внутреннего трения, град;

$C$  – сцепление пород, МПа;  $C_c$  – 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 $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1300				1500				1700			
	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 «Результаты оценки влияния физико-механических свойств грунтов и температуры воздуха на их сопротивляемость сдвигу» 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 2.

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  $\tau_{ca}=0,012\text{МПа}$ .
- при увеличении влажности до 25% сопротивляемость сдвигу для грунтов с таким размером частиц уменьшается до значений  $0,008 \text{ МПа}$ .

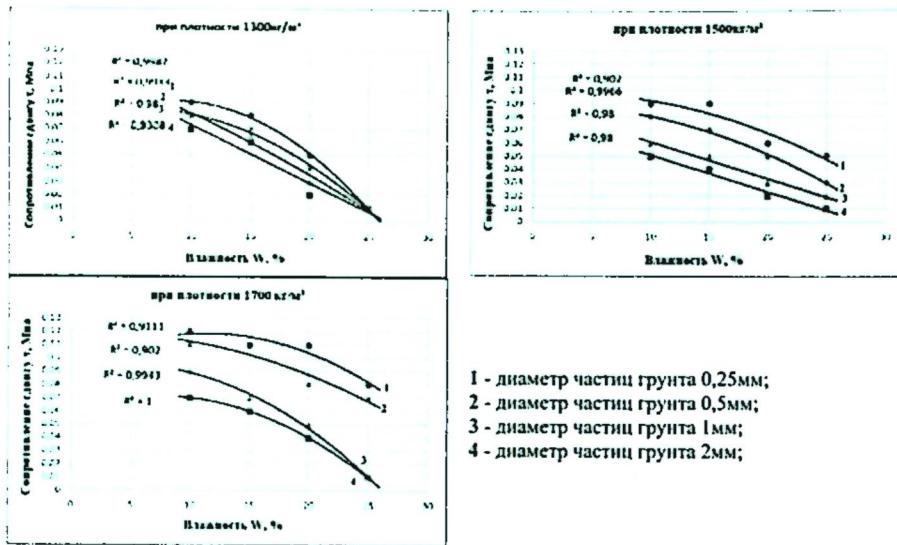


Рис. 2. Зависимость сопротивления грунтов сдвигу от влажности при заданных значениях их плотности и гранулометрического состава

- при плотности  $1,50 \text{ г/см}^3$  наблюдается снижение сопротивляемости сдвигу грунтов до  $0,009 \text{ МПа}$  с диаметром частиц  $0,25 \text{ мм}$  и  $0,5 \text{ мм}$  при влажности  $10\%$ , а при влажности  $25\%$  снижение до  $0,05$  и  $0,04 \text{ МПа}$ .

- с увеличением плотности образцов до  $1700 \text{ кг/м}^3$  также наблюдается превышение значений сопротивляемости грунтов сдвигу, у образцов с диаметром частиц  $0,25 \text{ мм}$  по сравнению с образцами грунта с размерами частиц  $1 \text{ мм}$  и  $2 \text{ мм}$ .

2) Результаты влияния гранулометрического состава грунтов на сопротивляемость сдвигу приведены на рисунке 3. Для эксперимента значения влажности задавали равные влажности на пределе текучести  $22\%$  и пределе раскатывания  $12\%$  для испытуемых грунтов.

На основе полученных данных испытаний установлено, что

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

- при плотности грунта  $1300 \text{ кг/м}^3$  и при влажности равной границе раскатывания сопротивляемость сдвигу уменьшается в 1,3 раза, а при влажности на границе текучести практически в 4 раза. При этом сопротивляемость сдвигу на границе раскатывания больше, чем на границе текучести в 3 раза.

- при заданной плотности грунта  $1500 \text{ кг/м}^3$  сопротивляемость сдвигу на границе раскатывания с увеличением диаметра частиц снижается в 1,5 раза, а при влажности на границе текучести остается неизменным и составляет  $0,01 \text{ МПа}$ .

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

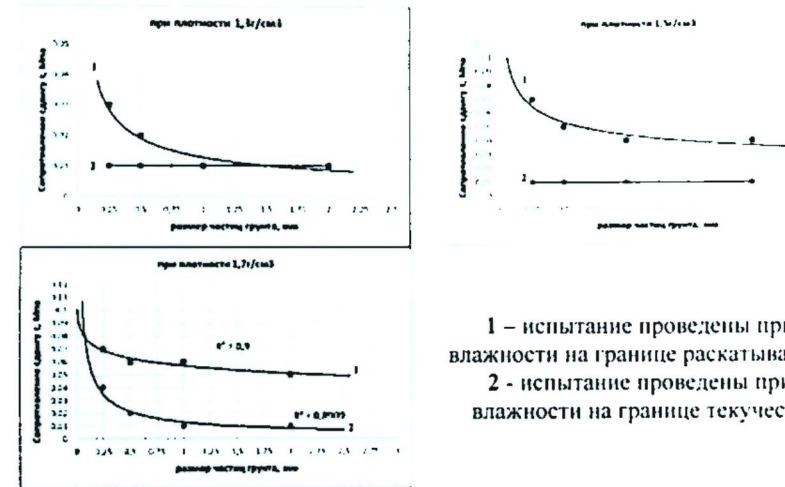


Рис. 3. Влияние диаметра частиц грунта на их сопротивляемость сдвигу

3) Результаты влияния температуры воздуха на сопротивляемость сдвигу грунтов. Согласно разработанной методике, плотность образцы-близнецы задавалась  $\rho=1500 \text{ кг/м}^3$ , размер твердых частиц  $\phi=0,25 \text{ мм}$ ; начальная заданная влажность на пределе раскатывания и на пределе текучести. Результаты представлены на рисунке 4.

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

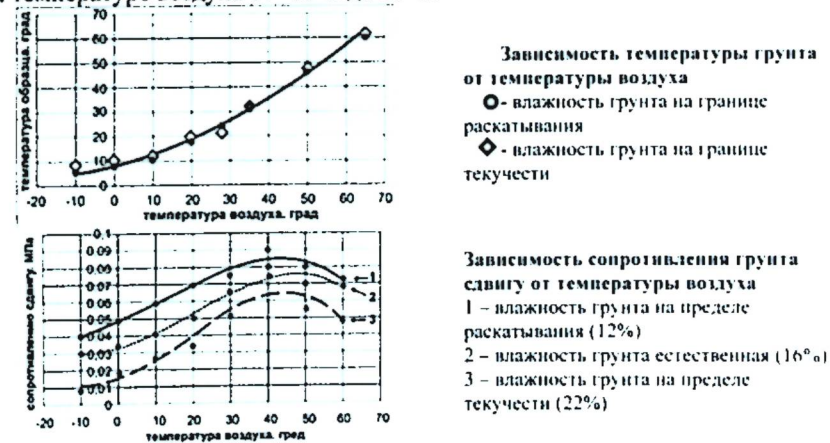


Рис. 4. Результаты экспериментов по оценке влияния сезонного колебания температуры воздуха на сопротивляемость сдвигу грунтов

Результаты определения влияния температуры на прочностные характеристики грунта при сдвиге приведены на рис.5.

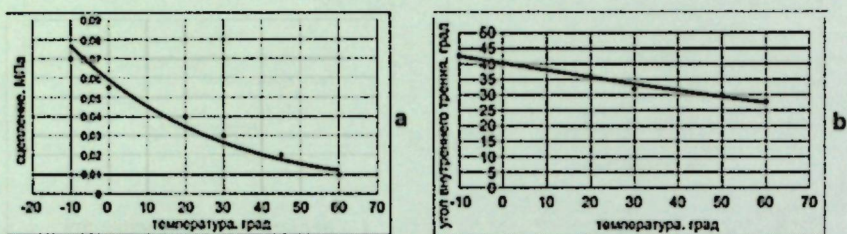


Рис. 5. Зависимость сцепления грунта (а) и угла внутреннего трения (б) грунта от температуры воздуха

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°C и при изменении температуры воздуха, температура грунта изменяется по экспоненциальной зависимости;

- с увеличением температуры от -10°C до +40°C наблюдается возрастание сопротивляемости сдвигу грунта, в зависимости от его влажности, в среднем от 0,001 МПа до 0,0082 МПа. При температуре выше +45°C наблюдается снижение сопротивления сдвигу, и при температуре +60°C при влажности 12%. Эти значения составляют 0,007 МПа, при влажности 16% - 0,069 МПа и при влажности 22% - 0,0045 МПа. - повышением температуры воздуха от -10°C до +60°C приводит к снижению сцепления грунта с 0,07 МПа до 0,01 МПа, а угла внутреннего трения - с 42° до 28°, соответственно коэффициент трения tgφ, с 0,9 до 0,53.

В четвертой главе «Расчет местной устойчивости откосов горных дорог» 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 мм, 1 мм и 2 мм, которые наиболее преобладают в песчано-глинистых грунтах откосов дорог. Значения прочностных показателей ( $\phi$ ,  $C$ ) изменяются в зависимости от гранулометрического состава грунтов (рис. 6).

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

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



Рис. 6. График зависимости коэффициента местной устойчивости откосов от гранулометрического состава грунтов

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

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

где,  $C$  – сцепление грунта откоса,  $\text{т/м}^2$ ;  $\gamma$  – объемный вес грунта,  $\text{т/м}^3$ ;  $\alpha$  – угол откоса, град;  $\phi$  – угол внутреннего трения грунта, град.

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

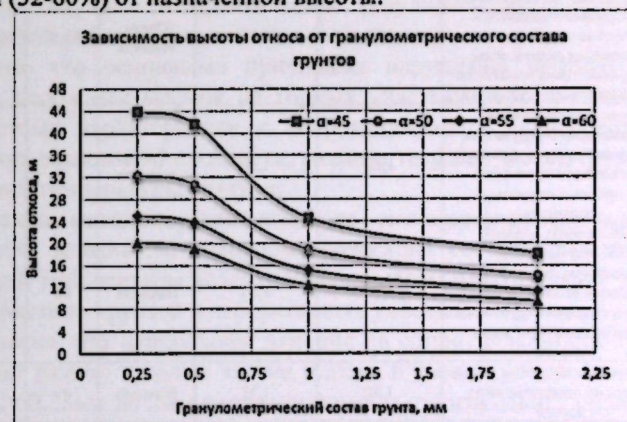


Рис. 7. График зависимости высоты откоса от гранулометрического состава грунтов

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.

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 $K \geq 1,5$	Степень опасности	Угол откоса, град	Высота откоса	
						существующая	рекомендуемая
85-87км	Наличие тектонических нарушений. Активизация оползневых процессов в результате нарушения равновесия склона: вали 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 оползневых процессов в пределах откосов серпантин	1,12	1,30	Очень высокая	63	12	9
402км	Пересечение дорогой оползневых тел, активизация оползневых процессов 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

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 2мм. На данном участке произошло нарушение местной устойчивости откоса дороги.

Вид откоса после выполнения расчетных рекомендаций представлен на рис. 8.

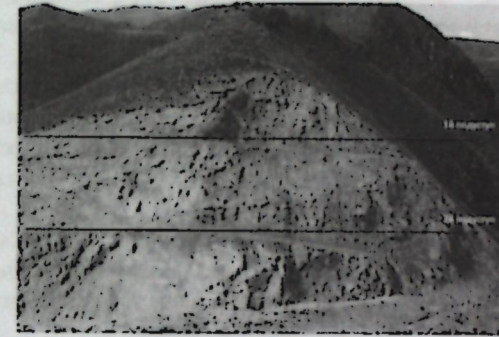


Рис. 8. Участок автомобильной дороги Бишкек-Ош на 340км выполненный в виде двоянных уступов

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

1. Формировать откос в виде двоянных 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  $60^\circ$ .

## 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. Установлена, 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  $-10^\circ\text{C}$  до  $+60^\circ\text{C}$  сопротивляемость грунтов сдвигу снижается на 70%;



4. На основе анализа натуральных исследований прочностных свойств грунтов установлено, что с увеличением содержания частиц от 0,1мм до 2мм прочностные характеристики снижаются в среднем на 9-28%.
5. На основе анализа расчетных данных установлено, что коэффициент местной устойчивости зависит от гранулометрического состава грунтов слагающих откосы горных дорог, при этом с увеличением содержания частиц грунта от 0,25мм до 2мм коэффициент местной устойчивости снижается на 2-70%. При этом коэффициент местной устойчивости зависит от температуры промерзания грунтов и их оттаивания. Коэффициент местной устойчивости откосов при наличии талых грунтов ниже на 30-50%.
6. По результатам расчетов оптимальной высоты откоса в зависимости от гранулометрического состава грунта установлено, что высота зависит от гранулометрического состава грунтов, и с возрастанием содержания частиц, преобладающих в грунте откоса от  $\phi=0,25\text{мм}$ , до  $\phi=2\text{мм}$ , высота откоса уменьшается на 11-26м от назначенной высоты.
7. На откосах с покровными образованиями, где размеры твердых частиц 2мм и более составляет больше 25%, следует формировать откос в виде сдвоенных уступов, при этом ширина предохранительной бермы не должна превышать половину высоты подступа 1:2.
8. Результаты исследований внедрены в работы по оценке местной устойчивости откосов опасных оползневых участков дороги «Бишкек-Ош» и «Альтернативной дороги Север-Юг» по комплексу геологических, геомеханических параметров и физико-механических свойств пород, и разработке мероприятий по безопасной эксплуатации горных дорог (Акт о реализации научных результатов диссертационной работы от 10.01.2018г), также используется в учебном процессе в Институте горного дела и горных технологий им.акад. У.Асаналиева.

#### 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 // Изв. ВУЗов. – Бишкек, 2008. – № 3/4. – С. 185-189.
2. Кадыралиева, Г.А. Влияние физических свойств грунтов на сопротивление сдвигу [Текст] / Г.А. Кадыралиева // Сборник Междунар. науч. конф. молодых ученых «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане». – Алматы, 2010. – № 4. – С. 42-47.
3. Кадыралиева, Г.А. Проблемы оценки местной устойчивости откосов выемок горных дорог [Текст] / К.Ч. Кожогоулов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева // Современные проблемы механики сплошных сред. – Бишкек, 2010. – Вып. 12. – 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, 2010. – Вып. 12. – С. 174-181.
5. Кадыралиева, Г.А. Оценка влияния водно-физических свойств грунта на их сопротивляемость сдвигу [Текст] / Г.А. Кадыралиева // Вестн. Кыргыз. гос.

ун-т стр-ва, транспорта и архитектуры (КГУСТА) им. Н. Исанова. – 2011. – № 3 (33). – 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. Кожогоулов, О.В. Никольская, Н.Ж. Маданбеков, Р.А. Жумабаев, Г.А. Кадыралиева. Институт геомеханики и освоения недр НАН КР; – Бишкек: КГУСТА, 2011. – 40 с.
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, 2012. – Вып. 16. – 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 // Изв. Кыргыз. гос. техн. ун-та им. И. Раззакова. – Бишкек, 2013. – № 28. – 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. Кожогоулов О.В. Никольская // Изв. Нац. АН Кыргыз. Респ. – 2013. – № 2. – 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, 2013. – Вып. 18. – С. 180-189.
11. Кадыралиева, Г.А. Критерии оценки местной устойчивости откосов горных дорог на горных склонах [Текст]: / О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева // Сборник тр. междунар. науч.-техн. конф. «Современные геотехнологии в стр-ве и их науч.-техн. сопровождение». – СПб., 2014. – Ч. 1. – С. 214-221.
12. Kadyralieva, G.A. Estimation of local stability of slopes of mountain roads [Text] / G.A. Kadyralieva // Book of abstracts 1st International scientific conference «The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences». – Baku, 2014. – P. 69-71.
13. Кадыралиева, Г.А. Причины нарушения местной устойчивости откосов горных дорог [Текст] / Г.А. Кадыралиева // Современные концепции научные исследования. – М., 2014. – Ч. 3. – С. 49-52.
14. Kadyralieva, G.A. Assessment and the landslides forecast dangers of slopes in mountain-folded areas [Text] / K.Ch. Kozhogulov, G.A. Kadyralieva, B.T. Dzhakupbekov // Proceeding of the International Symposium on «Geohazards: Science, Engineering and Management». – Katmandu, Nepal, 2014. – P. 172-179.
15. Kadyralieva, G.A. Design features of transport tunnels in difficult physical-geographical conditions of Kyrgyzstan [Text] / K.Ch. Kozhogulov, O.V. Nikolskaya, G.A. Kadyralieva // The 8th International Symposium «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground» South. – Korea, Seoul, 2014. – P. 441-443.

- 16.Кадыралиева, Г.А Особенности свойств горных пород в зонах влияния тектонических нарушений золоторудных месторождений Кыргызстана [Текст] / К.Ч. Кожоголов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева // Материалы 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. Кожоголов, О.В. Никольская // Труды II Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы механики и стр-ва транспортных сооружений», посвящ. 80-летию Заслуженного деятеля науки и техники Казахстана, акад. Нац. АН Казахстан, д-ра техн. наук, проф. 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 [Text] / K.Ch. Kozhogulov, O.V. Nikolskaya, G.A. Kadyralieva // Proceeding of the 6th International geotechnical symposium «Disaster mitigation in special geoenvironmental conditions». – Madras, Chennai, India, 2015. – P.197-199.
- 19.Кадыралиева, Г.А. Устойчивость бортов нагорных карьеров в зонах влияния тектонических нарушений [Текст]: / К.Ч. Кожоголов, О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева, Б.Т. Джакупбеков // Фундаментальные и прикладные проблемы горных наук № 2 ИГД им. Н.А. Чинакала СО РАН. – Новосибирск, 2015. – С. 240-244.
- 20.Кадыралиева, Г.А. Нарушение местной устойчивости откосов автомобильных и технологических горных дорог [Текст]: / О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева // Вестн. Кырг. гос. ун-т стр-ва, транспорта и архитектуры (КГУСТА). – Бишкек, 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 // Вестн. Кырг.-Рос. Славян. ун-та. – Бишкек, 2016. – Т. 16, № 5. – 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, 2017. – С. 45-50.
- 23.Kadyralieva, G.A. Assessment peculiarities of the constructions stability in the areas of affected by mining operations [Text] / G.A. Kadyralieva, B.T. Dzhakupbekov, S.J. Kuvakov // The Second Geo-Institute – Kazakhstan Geotechnical Society Joint Workshop on TC 305 "Geotechnical Infrastructure for Megacities and New Capitals". – Orlando, New York, 2018. – P. 112-116.

Кадыралиева Гульзат Асанбековнанын 25.00.20 - геомеханика, тоо тектерди жардыруу менен талкалоо, рудник аэрогазодинамикасы жана тоо-кен жылуулук физикасы жана 25.00.22 - геотехнология (жер астында, ачык) адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын изденип алуу учун «Тоо тектеринин физика-механикалык касиеттеринин комплекси боюнча тоо жолдоруунун жантаймаларынын жергиликтүү туруктуулугун балоо» деген темада жазылган диссертациясынын

## РЕЗЮМЕСИ

**Негизги создөр:** жантайма, тоо жолу, параметрлер, туруктуулук, тоо тектери, касиеттер, температура, болүкчөлөр өлчөмүнүн курамы, нымдуулук.

**Изилдөөнүн объектиси:** тоо жолундагы жантаймалардын тоо тектери

**Изилдөөнүн максаты:** тоо жолдорундагы жантаймалардын жергиликтүү туруктуулугуна жана параметрлерине топурактын болүкчө өлчөмүнүн курамы жана температуранын мезгилдик өзгөрүшүнүн таасиринин даражасын аныктоо.

**Изилдөөнүн методдору:** тоо жантайларындагы тоо тектеринин болүкчөлөр өлчөмүнүн курамы жана абанын тепературасынын таасири аркасында жылуууга болгон карлышыгына баа беруу боюнча эксперименталдык метод

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

**Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы:**

1. Жантайлардагы топурактардын жылышууга болгон каршылыгына таасир берген алардын болүкчө өлчөмүнүн курамы себептеринин бирн экени белгиленди. Топурактардын катуу болүкчөлөрүнүн 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°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 болүкчө өлчөмүнүн курамын эске алуу менен тоолуу жолдордогу жантаймалардын жергиликтүү туруктуулугуна баа берүү ыкмасы негизделденди иштеп чыгарылды.
4. Абанын температурасы мезгилдүү өзгөрүүсү жана топурактардын болүкчө 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:** установление степени влияния гранулометрического состава грунтов и сезонных колебаний температуры на местную устойчивость и параметры откосов горных дорог.

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

**Аппаратура исследований:** прибор 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°С 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:** Determination of the degree of influence of soil granulometric composition and seasonal temperature fluctuations on local stability and parameters of slopes of mountain roads.

**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 + 60°C, 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.

**Кадыралиева Гульзат Асанбековна**

**Оценка местной устойчивости откосов горных дорог по комплексу  
физико-механических свойств грунтов**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано к печати 23.05.2019 г.

Формат бумаги 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Объем 1,25 п.л.

Бумага офсетная. Печать офсетная

Тираж 100 экз. Заказ 724

---

720020., Бишкек. ул. Малдыбаева, 34, б  
Кыргызский государственный университет строительства,  
транспорта и архитектуры

