

**ISSN 1694-6065**

**КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ  
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА**

**ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР  
НАН КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД**

**ВЫПУСК ДВЕНАДЦАТЫЙ**

**ГИДРОГАЗОДИНАМИКА, ГЕОМЕХАНИКА И ГЕОТЕХНОЛОГИИ**

**БИШКЕК-2010**

## СОДЕРЖАНИЕ

стр

1.	о 60 летии Кожогулова К. Ч.	3
2	К.Ч.Кожогулов, О.В.Никольская, Г.А.Кадыралиева, ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВЫЕМОК ГОРНЫХ ДОРОГ	7
3.	К.Ч.Кожогулов, К.К. Абылдаев, Г.Дж.Кабаева СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА	14
4.	К.Ч.Кожогулов, К.К. Абылдаев МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КЫРГЫЗСТАНА	21
5.	К.Ч.Кожогулов, Н.А. Калдыбаев ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ МАЛЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ КЫРГЫЗСТАНА	27
6.	А.Ж. Жайнаков, Г.Д. Кабаева СОПРЯЖЕННЫЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКЕ МЕТАЛЛОВ	33
7.	Б.Т. Толобекова ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОТРАБОТКИ СО СНИЖАЮЩИМИСЯ КОНДИЦИЯМИ	40
8.	Ж.Б. Шамиев, А.П. Алибаев СПОСОБ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОДКАРЬЕРНЫХ ЗАПАСОВ С ОТРАБОТКИ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ ВЫЕМКОЙ БОГАТЫХ УЧАСТКОВ	49
9.	А.И. Бийбосунов, А.Б. Чечейбаев, А.К. Орозбекова, А.А.Ташиев АСИМПТОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ВЫВОД КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА ДЛЯ ВЯЗКОЙ СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ В СЛУЧАЕ	56

## ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ МЕСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ВЫЕМОК ГОРНЫХ ДОРОГ

К.Ч.Кожогулов, О.В.Никольская, Г.А.Кадыралиева,  
Институт геомеханики и освоения недр НАН КР,

Природно-климатические условия, литолого-структурные особенности пород, слагающих склоны, техногенное воздействие, связанное со строительством дорог, характеризуют горную территорию Кыргызстана как потенциально оползнев опасную. В условиях горного крутосклонного рельефа природные, технические и экономические факторы часто не позволяют выполнить необходимый объем инженерно-геологических изысканий. В результате уже в период строительства дороги на горном склоне наблюдаются незапланированные обрушения пород в результате нарушения общей устойчивости откосов. Нарушение местной устойчивости откосов горных дорог является одной из причин разрушения дорожного полотна и перебоев в движении транспорта, что не редко приводит к существенным экономическим потерям как грузоперевозчиков, так и дорожных служб.

Основными причинами нарушение местной устойчивости являются процессы осеннего, зимнего влагонакопления и набухания грунта перед промерзанием, морозного пучения и разуплотнения грунта, весенние атмосферные осадки, последующие прогревание грунта и потеря устойчивости вследствие перехода грунта в текучее состояние и смещения по откосу; спłyва отдельных блоков грунта по поверхности ослабления.

В период эксплуатации дорог на горных участках нередко наблюдается нарушение местной устойчивости в виде сплывов, т.е. смещение грунтов мощностью 1-1,5 м.

Принято считать, что геологические характеристики склона – его строение, крутизна, высота определяют оползневую опасность, однако главной причиной развития оползневого процесса являются грунты оползнеопасного склона. При оценке устойчивости откосов выемок горных дорог основными проблемами являются вопросы установления свойств физико-механических грунтов в массиве и выбор методики оценки устойчивости системы «склон-дорожная выемка». Грунты откосов горных дорог представляют собой чехол сместившихся осадочных пород, образовавшийся в результате процессов выветривания и распада коренных пород и являются многофазными средами, состоящими из зерен различного размера и порового пространства. Свойства грунтов определяются типом Оценка устойчивости земляного полотна на горных склонах структурных связей, составом, количественным соотношением компонентов грунта.

На территории Кыргызстана породами, в которых формируются оползни, являются суглинки - рыхлые континентальные или морские четвертичные отложения, тонкообломочные, плохо отсортированные. Такие грунты содержат 30-50 % частиц размером менее 0,1 мм, в том числе 10-13 % частиц размером менее 0,05 мм, а также обломочный материал крупнее 1 мм (50-70 %).. Развитие оползней в суглинках на горных дорогах происходит вследствие того, что крутой и высокий склон глубоко подрезан дорожной выемкой или другим геотехническим сооружением, что со временем приводит к потере устойчивости, и смещению значительных горных масс вниз по склону.

Основным условием перехода грунта на склоне в неустойчивое состояние является снижение прочностных характеристик грунта и снижение его сопротивлению сдвигу

Переход грунта на откосах в неустойчивое состояние зависит от прочностных характеристик грунта и снижение его сопротивлению сдвигу за счет изменения влажности, температуры и размера твердых частиц грунта.

В откосах дорожных выемок, пройденных в малосвязных и водонеустойчивых грунтах в результате замачивания поверхности откоса дождевыми осадками и поверхностными водами развиваются эрозионные деформации, в откосах, сложенные супесчаными и песчаными грунтами, на поверхности откоса развивается механическая суффозия и вынос грунта на проезжую часть дороги в местах выхода подземных вод.

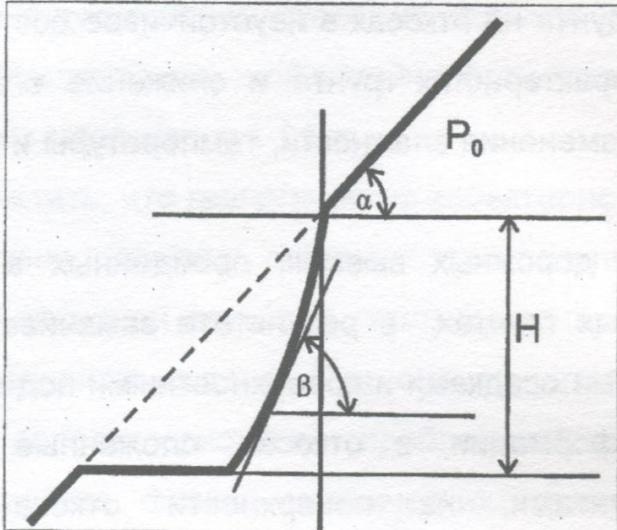
Под неустойчивым состоянием грунтового массива при условии постоянства суммарного вектора внешних воздействий понимается такое его состояние, когда незначительное по величине изменение физико-механических свойств грунта «может нарушить равновесие массива, причем произойдут изменение структуры грунта и движение массива до тех пор, пока грунт не приобретет нового состояния равновесия» [1].

Нарушение местной устойчивости формируется в виде трещины по бровке и поверхности откоса, которые могут служить очагами дальнейшего развития деформаций.

Оценка устойчивости откосов выемок дорог на горных склонах необходима при индивидуальном проектировании горной дороги и включает решение таких проблем как:

- 1 - оценка общей устойчивости склона и откоса выемки,
- 2 - оценка местной устойчивости откосов дорожных выемок на склоне;

Оценка общей устойчивости откоса производится по известному методу Бишопа Ямбу. При этом отличительной особенностью расчета общей устойчивости откосов горных дорог является учет нагрузки на откос вышележащих пород. (рис.1)



H-высота откоса, м;  $P_0$  – нагрузка пород склона в пределах призмы сползания, МПа;  $\alpha$  – угол склона, град;  $\beta$  – угол откоса, град.

Рис 1. Схема к расчету устойчивости откосов выемок горных дорог на горном склоне

Расчет коэффициента устойчивости в этом случае производится по предлагаемой зависимости (1)

$$K = \frac{\gamma_0 h \cos \beta \operatorname{tg} \varphi + C h \sin \beta}{\gamma_0 \sin \beta + \gamma_{\text{скл}} h_{\text{дол}} \sin \alpha} \geq 1,5 \quad (1)$$

где  $\gamma_0$  – плотность грунта откоса,  $\text{MN/m}^3$ ;  $h$  – высота откоса, м;  $\beta$  – угол откоса, град;  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта в массиве, град;  $C$  – сцепление грунта в массиве, МПа;  $\gamma_{\text{скл}}$  – плотность грунта на склоне,  $\text{MN/m}^3$ ;  $\alpha$  – угол склона, град;  $h_{\text{дол}}$  - высота склона в пределах возможной призмы обрушения откоса, м

Местная устойчивость откосов горных дорог производится на основании комплексных геомеханических инженерно-геологических исследований склонов, и лабораторных определений плотностных и прочностных свойств и состояния грунтов.

Расчет и анализ устойчивости дороги на горном склоне базируется на следующих данных:

- общие инженерно-геологические, гидрогеологические и климатические условия района строительства.
- очертание поперечного профиля откоса выемки на склоне,
- геотехнический разрез по расчетному поперечнику с выделением границ литологических разностей грунтов.
- значения физико-механических свойств грунтов, слагающих откос и основание выемки, пересчитанные на свойства грунтов в массиве.
- расчетные временные нагрузки от проходящего транспорта (наведенная сейсмичность).

Нарушение местной устойчивости откосов проявляется в виде спłyва откосов, возникающего в результате снижения прочности грунтов под влиянием физико-химического выветривания и избыточного увлажнения за счет атмосферных осадков или выклинивания грунтовых вод.. В результате этих процессов изменяются водно-физические свойства грунтов состав, структура, плотность, влажность, снижаются прочностные показатели грунта за счет промерзание и оттаивание грунтов, их набухания и усадки при изменении влажности на поверхности откоса в зоне аэрации. Кроме этих процессов, в грунтах, в зависимости от их минерального состава может протекать диффузионное выщелачивание, вынос, перенос и отложение солей водой инфильтрующихся осадков и грунтовой водой, а также окисление минералов и соединений в грунте с кислородом воздуха и инфильтрующейся водой.

В качестве расчетной схемы оценки местной устойчивости предлагается  $H$  – высота откоса, м;  $h_a$  – мощность активного воздействия сезонных колебаний влажности и температуры



Рис 2. Общая схема к расчету местной устойчивости откосов горных дорог на склоне

Оценку местной устойчивости в этом случае предлагается рассчитывать по измененной по сравнению [2] формуле

$$K_u = \gamma h_a \cos \beta \operatorname{tg} \phi + C \sin \beta + W \quad (2)$$

где  $\gamma$  – плотность грунта в зоне активного воздействия процессов выветривания,  $\text{MN/m}^3$ ;  $h_a$  – мощность активного воздействия сезонных колебаний влажности и температуры, м;  $\beta$  – угол откоса, град;  $\phi$  – угол внутреннего трения грунта в натурных условиях;  $h$  – высота откоса, м;  $C$  – сцепление грунта в натурных условиях,  $\text{МПа}$ ;  $W$  – связность грунта (обратимая часть сцепления грунта,), зависящая от его влажности

На основании проведенных лабораторных и натурных исследований, установлено, что при оценке местной устойчивости откосов выемок дорог на горных склонах выявлено ряд проблем, которые до настоящего времени не получили должного развития. Это, в первую очередь, определение прочностных свойств грунтов и их изменение при сезонных колебаниях температуры и влажности; определение параметров зоны активного воздействия внешних

факторов на прочностные свойства грунтов; определение связности грунтов;

Расчет геометрических параметров выемок горных дорог на склоне следует производить для каждого конкретного участка дороги с учетом особенностей строения склона и изменяющихся свойств грунтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Госстройиздат, 1963.
2. Методические указания по оценке местной устойчивости откосов и выбору способов их укрепления в различных природных условиях.- М.: 1970
3. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Второе издание переработанное. Издательство литературы по строительству: М.: 1971.
4. Грунты Грунтоведение. Под ред. Сергеева Е.М. М.: Изд. МГУ, 1983. 389с