МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Б. ОСМОНОВА

регистрационный номер НИР_____

УДК 551.435.627

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ЖАГУ им. Б.Осмонова
д.т.н., профессор
_____Усенов К.Ж.
«_____» _____ 2022 г.

ОТЧЕТ

за 2022 год по научному проекту: **«Геомеханическая оценка устойчивости оползнеопасных склонов бассейна реки Кугарт Сузакского района Жалал-Абадской области»**

(промежуточный)

Руководитель:

кандидат технических наук, доцент **Шамиев Ж.Б.**

Жалал-Абад 2022 г.

Список исполнителей

№	ФИО	Должность по НИР	Подпись
1	к.т.н., и.о. доцента Шамиев Ж.Б.	ВНС	
2	д.т.н., профессор Усенов К.Ж.	ГНС	
3	д.т.н., профессор Алибаев А.П.	ГНС	
4	к.т.н., и.о. доцента Куваков С.Ж.	ГНС	
5	к.т.н., и.о. доцента Маматова Г.Т.	СНС	
6	к.т.н., и.о. доцента Кокумбаева К.А.	НС	
7	к.т.н., и.о. доцента Осмонова Н.Т	НС	
8	аспирант Иманкулов М.А.	МНС	

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат……..…….…….....…….. 4

Введение..…….…….....…….…….…….…….…… 5

Объект и методы исследований ……7

Результаты исследований…...……..…11

Заключение……..…...…….……..…….....26

Литература.....……..……...……..28

РЕФЕРАТ

Отчет состоит из 28 страниц компьютерного набора и содержит 7 рисунок и наименований литературных источников. Основная часть исследований выполнялась в селе Карамарт, расположенный вблизи бассейна реки Кугарт Сузакского района Жалал-Абадской области, которые расположены в горной системе этого региона на высоте от 650 до 1400м над уровнем моря, располагаясь на склонах Ферганского хребта.

Ключевые слова: оползень, чрезвычайные ситуации, катаклизмы, осадки, ливни, сели, физико-механические свойства, грунты, устойчивость, коэффициент устойчивости, оценка устойчивости, прочностных характеристики грунтов. Объектами исследования являются оползнеопасные участки в селе Кара-Март, расположенные близи бассейна реки Кугарт и которые по сей день, грозит местным жителям.

Цель исследования – выявление оползнеопасных участков села Кара-Март, расположенные вдоль бассейна реки Кугарт.

В отчете изложены климатические и горно-геологические условия по данной местности, которые являются непосредственными факторами, влияющими на природные катастрофы. Приведены фактические данные из отчетов (результаты ранее выполненных исследований) ОАО “КЫРГЫЗГИИЗ” Ошский филиал и Департамента мониторинга МЧС КР.

Выявлены 4 участка, требующие детального исследования – строение инженерно-геологического строения и изучения физико-механических свойств грунтов.

Накопленные и выявленные данные должны послужить материалом по предупреждению населения о возможных опасностях и рекомендацией для МЧС по Жалал-Абадской области.

ВВЕДЕНИЕ

Сузакский район Жалал-Абадской области занимает площадь 3019 км2, что составляет 8,28% площади области. На территории района расположен г. Кок-Жангак, постоянное население составляет 11,4 тыс.человек, 123 сельских населенных пунктов, относящихся к 13 аильным аймакам: Курманбекскому (8 населенных пунктов), Барпынскому (19), Кара-Алминскому (3), Кара-Дарыянскому (3), Кугартскому (4), Кыз-Кельскому (12), Кызыл- Туускому (20), Ленинскому (3), Багышскому (7), Сайпидин-Атабековскому (17), Сузакскому (8), Таш-Булакскому (6), Ырысскому (13).

Сузакский район расположен на юге области в восточной части Ферганской впадины в пределах речных долин рек Кара-Дарья, Кугарт, их притоков и прилегающего к ним горного обрамления. На северо-востоке район ограничен Ферганским хребтом. Долинная часть расположена между отрогами и адырами Ферганского хребта, представлена речными террасами, предгорными шлейфами на абсолютных отметках от 650 до 1600 м над уровнем моря.

Основными реками района являются р. Кара-Дарья (максимальный расход 557 м3/сек), р. Кугарт (241 м3/сек), р. Кара-Алма (14,6 м3/сек), р. Чангет (58,0 м3/сек). Сток реки Кара-Дарья зарегулирован Андижанским водохранилищем. Реки снегового и снегово-ледникового питания. Начало паводкового периода март-апрель. С переходом от зимнего к летнему периоду и повышением температуры воздуха, приводящим к интенсивному таянию снежного покрова, ожидаемыми атмосферными осадками и сейсмической активностью в весенне-летний период ожидается активизация оползней на территории юга республики. На данный момент из данных МЧС КР 1204 оползневых участка угрожают населённым пунктам, объектам с возможным сходом, которые составляют 80% всех оползней республики. Каждый крупный бассейн реки отличается между собой геолого-структурными особенностями, геоморфологическим строением, гидрогеологическими условиями и климатическими факторами. Начало

бассейнаа реки Кугарт и их многочисленные притоки начинаются с юга-западных склонов Ферганского хребта. В бассейне реки описано и систематизировано 529 оползней, из них 260 оползней образовалось на склонах близких к северной экспозиции. Всего 225 оползней представляют угрозу населенным пунктам, различным объектам социально-культурного быта и инфраструктуры. Оползни имеют большую глубину захвата, достигающую 20м. Основную роль в образовании оползней играют подземные воды. Оползни-потоки длиной около 1,5 км образовались по правобережью р. Кугарт в районе села Калма-Кырчын, Таран-Базар, Кара-Алма, Кара-Март и др.

Исходя их геологических, гидрологических, климатических условий необходимо изучить геологическое строение, а также выявление и оконтуривание участков.

ОБЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На территории Сузакского района около 80% территории относится к горным сооружениям, а 20% к равнинным типам рельефа. На карте-схеме прогнозирования чрезвычайных ситуаций показано местоположение участков возможной активизации оползнеопасных процессов (рис.1).

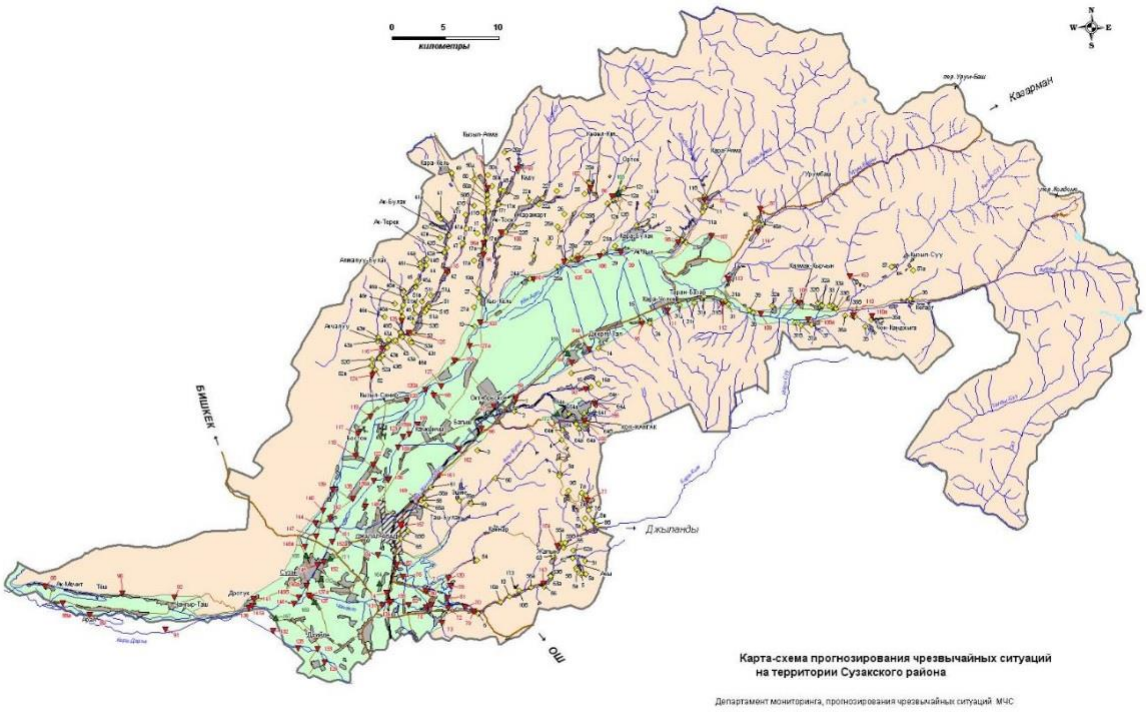


Рисунок 1. Местоположение участков возможной активизации оползнеопасных процессов

Объектами исследования являются оползнеопасные участки села Карамарт, находящийся на высотной отметке 1300-1400 метров над уровнем моря. В этом районе в зимний период наблюдается сильные выпадки снега и с наступлением весеннего времени – ливневые дожди, которые спровоцируют оползни (рис.2).

Рисунок 2. Село Карамарт

Основным методом исследования является статистический анализ данных, так как ранее проводились ряд исследований по оползнеопасным участкам. Изыскательской организацией КыргызГИИЗ (Ошский филиал) в села Карамарт произведены инженерно-геологические работы, по оценке оползневой опасности. По результатам работ рекомендовано произвести частичную разгрузку оползня, запретить новое строительство на исследуемом участке, организовать наблюдение, организовать отвод поверхностных вод с оползнеопасных склонов.

В 2015 году Центрально-Азиатским институтом прикладных исследования Земли по договору «Единая база данных об оползнях Кыргызстана по Джалал-Абадской области» проведены исследования. По результатам проведенных исследований по степени опасности определены три категории оползней:

- *оползни первой категории опасности требуют круглогодичных мониторинговых наблюдений и принятия заблаговременного решения об отселении жителей из зоны поражения;*

- *оползни второй категории опасности, находящиеся в стадии подготовки и вторичных смещений, требуют ежегодных мониторинговых обследований в сезоны активности оползнеформирующих факторов. При*

переходе оползня от второй в первую степень опасности должен решаться вопрос отселения жителей, попадающих в зону оползневого риска;

- *оползни третьей категории опасности, где ранее по выданным предписаниям население из зон возможного поражения отселено или оползни находятся в стадии возможных остаточных смещений.*

На данных участках требуется проведение плановых мониторинговых обследований для оценки оползней, которые возможно перейдут во вторую степень опасности. Повышение опасности данных оползней может быть связано с новой разгрузкой склона в аномально влажные месяцы и годы, в фазы активности современных тектонических движений, в годы подъема уровня подземных вод и в период сейсмической активности.

По основным преобладающим факторам образования и развития выделены оползни, где решающую роль играют атмосферные осадки, за счет деятельности подземных вод. По стадии развития оползней выделены стадии: 1 – подготовки, 2 – движения, 3 – стабилизации или вторичных смещений. По степени риска, который определяется как сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий, способное принести кому-либо ущерб или убыток, выделены следующие градации. Риск: 0 – не представляет угрозы, 1- угрожает полям, дорогам и подпруживанием рек, и 2 – угрожает жилым домам, промышленным объектам.

Активизация оползневых процессов может быть связана с атмосферными осадками, повышением сейсмической активности. В связи с тем, что 2017 год отличался многочисленными активизациями оползней из-за метеорологических факторов, склоны ослаблены и склонны к активизации при незначительных осадках и сейсмических подвижках. Органам местного самоуправления в период продолжительных атмосферных осадков необходимо информировать население о возможной активизации оползневых процессов.

Исследования проводились в изучении геологического строения четырех участков, в которых наблюдаются схожие физико-механические свойства грунтов (покрова). Анализированы результаты ранее выполненных исследований по изучению физико-механических свойств грунтов, которые дают разные показатели каждый год.

Были изучены инженерно-геологическое строение особо опасных участков (геометрические параметры).

РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рельеф местности представляет собой склон северо- западной экспозиции, крутизной порядка 23-27 градусов, с относительной высотой порядка 130- 150м, Абсолютная высота наивысшей точки 1400 метров над уровнем море. Поверхность склона покрыта густой травяной растительностью и редкими кустарниками. Основная часть склона, и целом, слабо подвержена расчленению эрозией, имеет выдержанную, сглаженную поверхность. На поверхности изучаемого участка выделяются элементы рельефа более мелкого порядка: водораздельная поверхность, ложбины, террасы, обрывистый н покатый уступ террасы, зияющие, ступенчато-извилистые, ориентированные вдоль водораздельной липни, разрывы по трещинам.

По подножию склона прослеживается террасовая поверхность» пойма и русло реки. Гидрографическая сечь представлена р. Карамарт и ее боковыми составляющими. По сей день гидрологический режим реки не изучен. Климатические условия изучаемого района приводится по данным многолетних наблюдений по метеостанции «Жергетал» и в целом для данной местности характерно жаркое, засушливое лето со среднегодовым количеством осадков 456 мм. По данным многолетних наблюдений на вышеуказанной метеостанции количество осадков за год составляет 699мм, суточный максимум осадков равняется 45 мм.

Сейсмичность изучаемого района в соответствии со СНиП КР 20-02.2009 составляет 9 баллов. Гидрогеологические условия характеризуются распространением безводных комплексов пород четвертичного и дочетвертичного периодов. По периметру подошвы склона, в пределах изучаемой площади, водопроявления в виде родников или мочажин нигде не наблюдаются.

Геологическое строение представлено с поверхности мощной толщей (20-25м. и более) лессовидных суглинков светло- и темнокоричневых,

твердых, полутвердых и тугопластичных, высокопористых, сильнопросадочных, пролювиальных, средне-верхнечетвертичного возраста. В морфологическом отношении участок работ находится в пределах юго-западных предгорий Ферганского хребта, в долине реки Карамарт являющимся правым притоком реки Кугарт – основного базиса эрозии данного региона.

Ниже глубин 25-30 м, на водораздельной части склона по данным ВЭЗ залегают породы коренной основы со значением удельного электрического сопротивления в пределах от 5-8 до 23-32 Ом.м. но значениям УЭС отождествляются с глинами и алевролитами неогенового возраста.

Физико-механические характеристики грунтов изучались ОАО «КЫРГЫЗГИИЗ» Ошский филиал в лабораторных условиях по отобранным образцам нарушенной и ненарушенной структур.

Образцы грунта ненарушенной структуры в основном отобраны из шурфа и из скважин, пробуренных в верхней части склона. Данные лабораторных анализов показывают, что естественная влажность суглинков в массиве меняется без определенной закономерности. Разброс их значений колеблется 17,2 до 24,5%.

Максимальное значение влажности отмечено на глубине 6 м. На данной глубине грунт находится в текуче-пластичном состоянии (I=0,929). В этой же скважине, в мягко-пластичном состоянии грунты обнаружены в интервалах глубин 10-12 м. Такого же состояния грунты установлены в интервале глубин 8-12 м. и на глубине 5 м.

По данным ВЭЗ, по значениям удельного электрического сопротивления, грунты в зоне влияния трещин и на некотором удалении от них имеют близкие количественные показатели по глубине.

По расчетным данным лессовидные суглинки сильнопросадочные при замачивании, тип грунтовых условий по просадочности 11. Возможная величина просадки от собственного веса при расчетной мощности просадочной толщи равной 9-15м. достигает 13,95-42,66 см.

Физико-геологические явления и процессы проявляются в виде просадочности II типа, с образованием трещин, ориентированных субпараллельно водораздельной линии.

Относительно села Карамарт нами выявлены 4 участка, требующие детального изучения (рис. 3.)

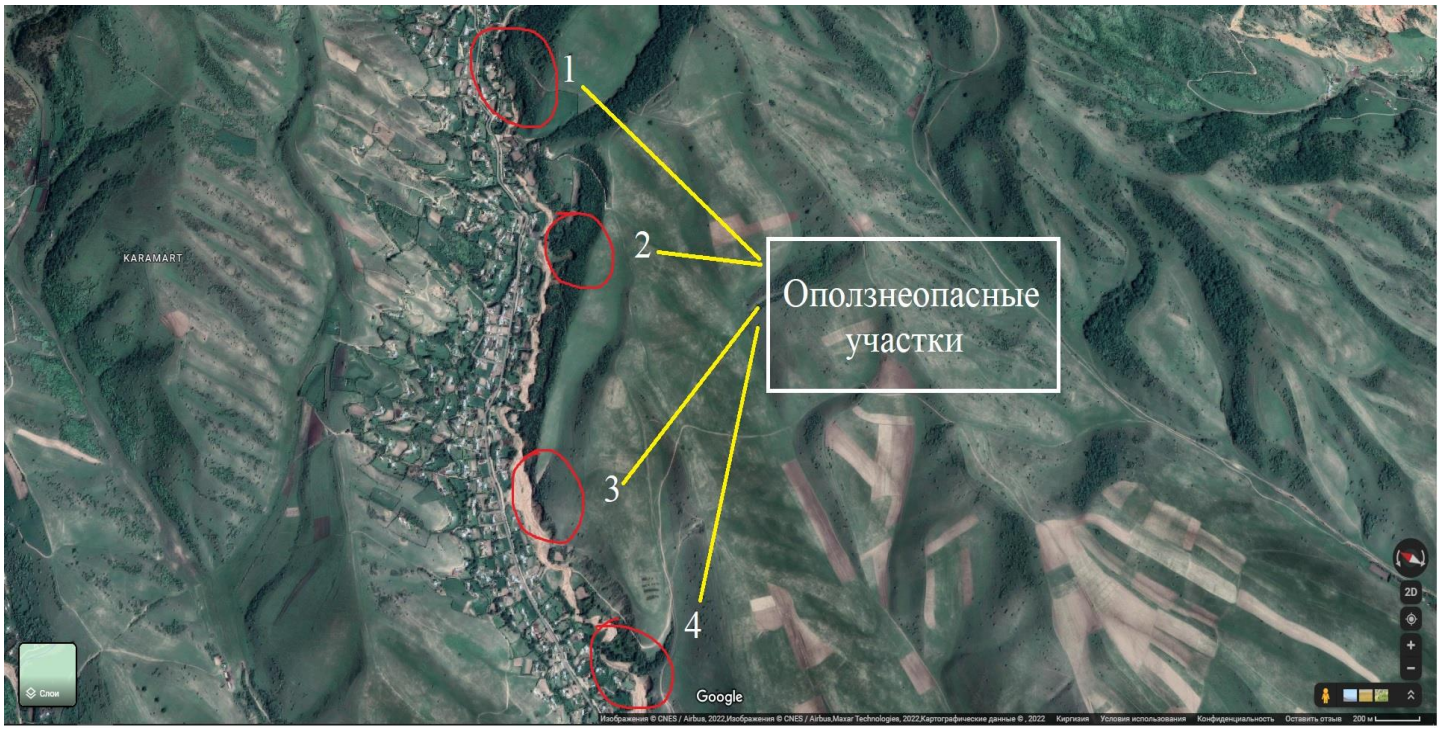


Рисунок 3. Выявленные участки, требующие исследования

Рисунок 4. 4-й участок.

4-й участок характеризуется одним из опасных, так как имеются следы оползней. Кроме того, как видно рисунке 4, на верней части на поверхности имеются следы просадки протяженностью 85 метров, а глубина просадки составила порядка 25-30 см. Отметим, что близ лежащие жилые дома, застройки и общеобразовательная школа занесены в красную зону.

3-й участок имеет аналогичный характер с четвертым участком. А 2-й и 1-й участи являются угрозой для реки Карамарт. При сползании склонов 1-го и 2-го участков могут перекрыть реку Карамарт, и в свою очередь река смоет все жилые дома.

Выявление условий, в результате которых склон становится оползнеопасным, и факторов, приводящих к этому состоянию, имеет первостепенное значение при геотехнических исследованиях. Только комплексный подход и детальный анализ делает возможным оценить размеры опасности и предложить соответствующие защитные меры. Огромное разнообразие склоновых явлений отражает многообразие факторов, которые могут нарушить устойчивость склонов.

П.С. Рогозин, посвятивший много лет изучению оползней в одной из своих работ писал «какие именно процессы, имеющие значение для образования оползней, происходят на склоне, как они развиваются, какое значение имеют для устойчивости склона и в каких геологических условиях протекают, может быть установлено только для каждого данного склона или отдельного оползня путем проведения изыскательских и исследовательских работ». Это совершенно правильное указание обязывает в каждом конкретном случае обращать внимание на ряд факторов, характеризующих тип оползня и условия, которые определяют механизм оползневого смещения.

Выявление основнх влияющих факторов на устойчивость оползнеопасных склонов.

К основным факторам, влияющие на оползнеопасный склон относятся:

- Возможные изменения веса пород, зависящие от их состояния или от естественной конфигурации склона или же от увеличения в породах количества воды (в результате дождей, поливов, просачивания воды в водопроводных трубах и т.п.);
- Гидродинамическое давление воды, выходящей на склоне или в откосе;
- Суффозионные выносы на поверхности оползневого склона;
- Гидростатическое давление в трещинах скальных пород;
- Сейсмические толчки и горновзрывные колебания;
- Искусственные нагрузки на верхней части оползневого склона;
- Сотрясения и вибрация от работы машин и движения поездов;
- Речная эрозия – подмыв нижней части оползня;
- Абразия – образование береговых абразионных платформ и ниш;
- Искусственная подрезка нижней части оползневого склона при строительстве железных дорог, строительных котлованов и др.;

- Искусственные насыпи и отвалы на голове оползня и на верхней части оползневого откоса;
- Оттаивание мерзлых пород;
- Наличие милонитизации, тальковых или хлорито-серпентинитовых прослоев в массивах твердых пород. Все или часть перечисленных факторов, в зависимости от местных условий, должны учитываться при выборе инженерных мероприятий, предотвращающих развитие оползней.

Отметим, что без изучения физических свойств грунтов трудно прогнозировать устойчивость склонов. Физические свойства грунтов являются характеристиками, которые описывают физическое состояние того или иного грунта, а также его способность к изменению своего состояния под воздействием различных физико-химических факторов.

Для точного определения наименования грунта и его основных характеристик, необходимых для расчета устойчивости, обязательно определение физических характеристик лабораторным путем.

Основные физические характеристики грунтов следующие:

- Влажность;
- Плотность;
- Границы текучести и раската;
- Плотность минеральных частиц;
- Гранулометрический состав;
- Максимальная плотность и оптимальная влажность.

Природная *влажность грунта* — это количество воды, содержащееся в порах грунта в условиях естественного залегания. От природной влажности грунта зависит его несущая способность и при повышенной влажности грунт может снижать свои прочностные характеристики в несколько раз. Пониженная влажность грунта так же является неблагоприятным свойством, так как грунты с низкой влажностью предрасположены к просадочности. В лабораторных условиях природная влажность определяется путем

высушивания грунта до постоянного веса при температуре 105° С. Для определения влажности необходимо следующее оборудования: сушильный шкаф, весы, алюминиевые или стеклянные бюксы, эксикатор с хлористым кальцием.

Одной из основных характеристик грунта является плотность. Для того, чтобы в лабораторных условиях определить плотность грунта необходимо вычислить отношение массы вещества к его объему. Плотность зависит от минерального состава, пористости и влажности.

Плотность грунта определяется путем отбора проб грунта ненарушенного сложения и последующего анализа в лабораторных условиях. Для большинства грунтов используется самый простой способ определения плотности – метод режущего кольца. При определении плотности данным методом необходимы следующие приборы и оборудование: режущее кольцо, нож, пластинки с гладкой поверхностью (из стекла, металла и т.д.) и лабораторные весы.

Кроме природной влажности грунтов при принятии проектных решений важно знать влажность грунта на границе текучести и раската. Влажность на верхней границе пластичности называется границей текучести и характеризует переход грунта из пластичного в текучее состояние, т.е. показатель текучести изменяется с изменением содержания в конкретном грунте воды. Эту влажность условно определяют, как влажность такого состояния грунта, при которой балансирный конус (конус Васильева) погружается под действием собственной массы за 5 с на глубину 10 мм. Влажность на нижней границе пластичности называется границей раскатывания. При этой влажности происходит потеря пластичности грунта. Граница раскатывания характеризуется весовой влажностью грунта, при незначительном уменьшении которой пластичное тесто, приготовленное из грунта и воды, при раскатывании в жгут толщиной 3 мм начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм.

Данный вид испытания помогает определить целый ряд инженерно-геологических свойств глинистых горных пород.

Для определения плотности минеральных частиц используется стеклянный сосуд определённой формы и известным объёмом – пикнометр, а также дополнительные инструменты – эксикатор, ступка с пестиком, термометр, сушильный шкаф, бюксы и песчаная баня. Результаты исследования заносятся в журнал и проводятся вычисления необходимого показателя – плотности минеральных частиц грунта. Чаще всего пикнометр используется для определения плотности твёрдых веществ, либо очень вязких жидкостей, для которых измерение плотности другими средствами измерения не представляется возможным. Данный метод очень прост, но для уменьшения погрешности испытания необходимо проводить с использованием высокоточных весов. Плотность минеральных частиц грунта является важным качественным показателем для определения нормативных значений прочностных и деформационных характеристик, которые, в свою очередь, позволяют оценить несущую способность грунтов, и возможность их дальнейшего использования в качестве оснований фундаментов.

Гранулометрическим составом грунта называется содержание в нем частиц различной величины, выраженное в процентах к весу абсолютно сухого образца. Гранулометрический состав является основной характеристикой грунта, от которой зависят другие физические характеристики: плотность, влажность, пористость и коэффициент фильтрации. В условиях лаборатории проводить исследования грунта на гранулометрический состав возможно следующими способами: ситовой (разделение частиц грунта по размеру частиц путем просеивания его через набор сит с отверстиями разного диаметра), ареометрический (измерение плотности отстаиваемой суспензии ареометром через определенные промежутки времени) и пипеточный (основан на учете скорости падения

частиц в спокойной воде). Ситовой способ используется на песчаных грунтах, а пипеточный и ареометрический способы – на глинистых.

Наиболее существенная характеристика, на основании которой специалисты делают заключение о несущей способности грунта, - его *прочность.* Именно от прочности грунта зависит насколько стабильно и долго простоит сооружение без перекосов, деформаций и превышающих норму отклонений от вертикальных, горизонтальных осей. Несомненно, чем выше и массивнее сооружение, тем более крепким должно быть его основание. Чтоб получить сведения о грунтовой породе, которая станет опорой для строения, специализированными компаниями проводится определение прочности грунтов. Результаты исследований в некоторых случаях могут показать необходимость смены места расположения объекта, укрепления грунта, разработки особой конструкции фундамента.

Для оценки запаса устойчивости бортов карьеров и откосов существует ряд методов: метод круглоцилиндрической поверхности скольжения или Ямбу-Бишопа, метод Ю.И. Соловьева, метод Р.Р. Чугаева или методом плоских поверхностей сдвига, Метод Fp (приближенный метод горизонтальных сил Н.Н. Маслова), метод касательных сил (метод Г.М. Шахунянца, метод алгебраического суммирования, метод плоских поверхностей сдвига, метод алгебраического сложения сил), аналитический метод Г.М. Шахунянца, метод блока и призм Б.К. Хоу, метод давление от призмы обрушения по Кулону и т.д.

Определение метода оценки устойчивости

При изучении этих методов можно выявить, что каждый из перечисленных методов с вводимыми разными параметрами практичны для разного условия бортов нагорных карьеров месторождения открытым способом. Проведем анализ результатов двух инженерных методов, основанные на равновесии сил – метод круглоцилиндрической поверхности скольжения и метод Г.М. Шахунянца по оценке устойчивости бортов

нагорных карьеров открытым способом на примере тестовых задач. Метод решения задач, в которых условие предельного равновесия удовлетворяется в каждой точке некоторой области прибортового массива для расчета параметров равно устойчивых откосов вогнутого профиля и нагруженных откосов плоского профиля в условиях однородных пород разработан В.В. Соколовским и С.С. Голушкевичем. При дальнейшем развитии метода предельного напряженного состояния Г.Л. Фисенко и В.Т Сапожников установили, что этим методом могут быть рассчитаны не только плоские нагруженные откосы, но также и откосы выпуклого профиля при определенных контурных условиях. Для практического использования в расчетах устойчивости откосов применяются методы, основанные на предельное равновесие в откосе, которое удовлетворяется не во всех точках некоторой области массива, а лишь по ее внутренней границе.

Направление сил, действующих на i-расчетный блок и соответствующий ему фрагмент многоугольника сил приведены на рис.1.

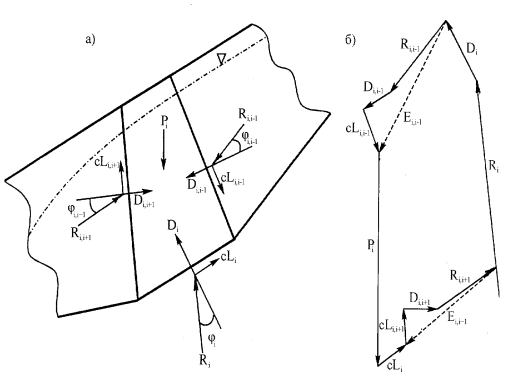


Рисунок. Схема к расчету условия предельного равновесия:

а) - i-го блока в прибортовом массиве и распределение сил;

б) - соответствующий фрагмент многоугольника сил;

Надо учитывать, что нижние границы блоков является поверхность скольжения, которая в зависимости от структурного строения прибортового массива горных пород частично или полностью может проходить по естественным поверхностям ослабления, по которым сопротивление сдвигу значительно меньше, чем по другим направлениям. Границы между блоками

принимаются подобно тому, как располагается второе семейство поверхностей скольжения при расчетах методом предельного напряженного состояния.

Условие равновесия расчетного блока в проекции на его основание имеет следующий вид[3]:

$$\Delta T_i = P_i \cdot \sin(\gamma_i - \varphi_i) - \tilde{N}_i l_i \cdot \cos\varphi_i + \tilde{N}_{i,i-1} l_{i,i-1} \cdot \cos(\gamma_{i,i-1} - \gamma_i + \varphi_i) - \tilde{N}_{i,i+1} l_{i,i+1} \cdot \cos(\gamma_{i,i+1} - \\ - \gamma_i + \varphi_i) + 0 D_i \cdot \sin\varphi_i + D_{i,i-1} \cdot \sin(\gamma_{i,i-1} - \gamma_i + \varphi_i) - D_{i,i+1} \cdot \sin(\gamma_{i,i+1} - \gamma_i + \varphi_i), \quad (1)$$

где: ΔTi – разность сдвигающих и удерживающих сил,

γi, γi,i-1, γi,i+1 – углы наклона соответствующих граней блока,

φi, φi,i-1, φi,i+1 – углы трения пород по соответствующим граням.

Уравнение равновесия (1) позволяет получить уравнение предельного равновесия прибортового массива, которая разделено на конечное число блоков:

$$\Delta T = \Delta T_n + f_{n,n-1} \cdot \Delta T_{n-1} + \ldots + \prod_{i=1}^{n-1} f_i \cdot \Delta T_i , \quad (2)$$

где: $f_i = \dfrac{\sin(\gamma_{i,i+1} - \gamma_i + \varphi_i + \varphi_{i,i+1})}{\sin(\gamma_{i,i-1} - \gamma_i + \varphi_i + \varphi_{i,i-1})}$

Параметр f_i имеет значение проекционного коэффициента разности сдвигающих и удерживающих сил i-го блока на основание i+1-го блока.

Рассмтрим метод решения плоской задачи устойчивости бортов карьера. При расчете устойчивости бортов нагорных карьеров помимо геомеханических факторов, необходимо учитывать влияние формы верхней части склона, на котором формируется борт карьера и как следствие параметры потенциальной призмы обрушения. При крутых углах падения естественной поверхности ослабления, если этот угол много больше угла внутреннего трения, коэффициент устойчивости определяется по известной формуле, предложенной Иофиным С.Л.:

$$Ky = \frac{P\cos\alpha tg\varphi' + C'S}{P\sin\alpha} \quad (3)$$

где Р – масса всей призмы возможного обрушения; S – площадь потенциальной поверхности обрушения; С', и φ' – расчетное сцепление и расчетный угол внутреннего трения по потенциальной поверхности скольжения; α – угол наклона поверхности ослабления, по которой возможно обрушение.

Расчетные значения сцепления С' и угла внутреннего φ' трения определяются по данным определяемых на образцах в пересчете на массив и с введением в последние минимального значения коэффициента запаса устойчивости Ку = 1,2.

Расчетное сцепление пород определяется по формуле:

$$C' = \frac{C_o}{k_y}, \qquad (4)$$

Расчетный угол внутреннего трения определяется по формуле:

$$\varphi'_p = \frac{arctg\varphi}{k_y} \qquad (5)$$

здесь ky – расчетное значение коэффициенты устойчивости; Со – сцепление пород; φ – угол внутреннего трения пород, определенные на образцах соответственно.

Влияние на устойчивость бортов карьеров оказывают: рельеф склона; наличие структурных нарушений в виде разломов; трещины и их ориентация относительно борта карьера; местоположение карьера относительно склона; мощность зоны выветривания. При повышении влажности этих пород сцепление грунтах резко снижается на порядок и в этом случае для расчета значений коэффициенты устойчивости принимают следующее выражение:

$$ctg\alpha tg\varphi' = 1 \qquad (6)$$

Из (6) следует, что устойчивость бортов карьеров на оползневых склонах и склонах определяется только углом падения наносов или трещин напластования и расчетным значением угла внутреннего трения.

В сильно трещиноватых породах склонов, при условии, что параметры уступов превышают расстояние между трещинами, что позволяет

рассматривать прибортовой массив как изотропный, поверхность скольжения рассчитывается как криволинейная. В этом случае расчет устойчивости производится в пределах потенциальной призмы сползания методом алгебраического сложения сил[7], или метод Бишопа[8], при этом потенциальная поверхность скольжения призмы сползания разбивается на блоки длиной не менее одного метр. Коэффициент устойчивости рассчитывается по формуле

$$Ky = \frac{\sum N_i tg\phi + \sum C_i' l_i}{\sum T_i} \qquad (7)$$

где N_i, T_i – нормальная и касательная составляющие массы i-го блока призмы сползания; l_i -длина основания i-го блока призмы сползания.

В однородной среде предельный угол откоса можно рассчитать исходя из знания сцепления пород, плотности пород, а также условной и расчетной глубина карьера.

$$\beta i\eth == ar\tilde{n}tg\frac{tg\varphi}{1-H_c/H} \qquad (8)$$

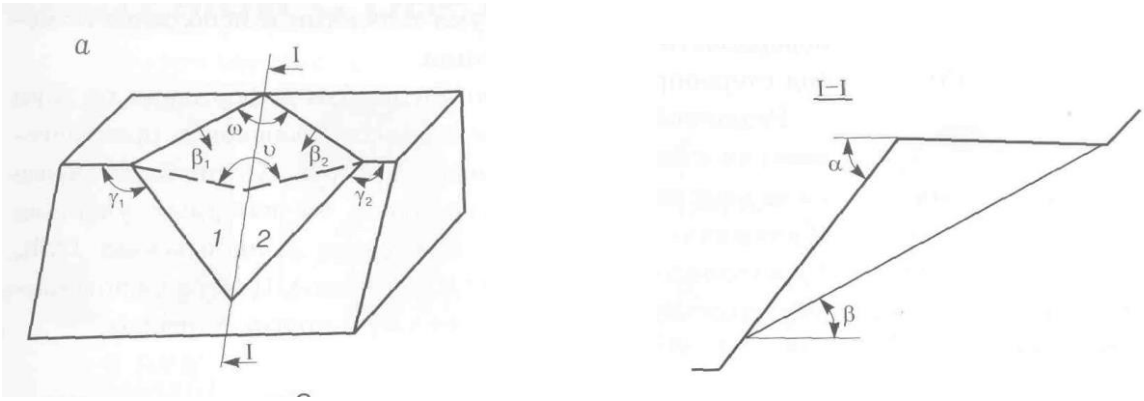
где $H_c = \frac{6{,}14C}{\rho} ctg(45^0 - \varphi/2)$ - условная глубина связности пород; Н – фактическая глубина карьера С, и φ соответственно удельное сцепление и угол внутреннего трения; ρ – интегральная плотность пород.

Обрушения бортов нагорных карьеров происходят по тектоническим нарушениям, системам трещин или слоистости. При подрезке такого борта поверхность скольжения будет не плоской, а состоять по крайней мере из двух сопрягающихся плоскостей (рис.2). Величина угла сопряжения (δ) таких поверхностей обуславливается азимутами их простирания и углами падения. Максимальное значение этого угла, при котором возможен сдвиг пород по этим плоскостям должно быть не менее $\delta = 90^0 - \varphi$. Такой метод называется - метод решения объемной задачи устойчивости бортов карьера

Для определения параметров поверхности скольжения, которая образовалось тектоническими нарушениями или системами трещин предлагается использовать азимутальные меридиональные сетки, у которых плоскость проекции совпадает с одним из меридианов[9]. Величину двугранного угла (δ) определяют в следующей последовательности [9]:
находят положение полюсов поверхностей, для чего линии простирания каждой из них совмещают с вертикальным диаметром сетки В.В.Каврайского и на горизонтальном диаметре откладывают от нее на расстоянии 900 точки Р1 и Р2;

совмещают с горизонтальным диаметром точку a_1 (след линии пересечения поверхностей 1 и 2) и также откладывают от неё расстояние 900 (точка К);

вращают кальку, с нанесенными на ней линиями поверхностей ослабления и откоса, до совмещения точек Р1, Р2 и К и одним из меридианом, копируют его и отсчитывают угловое расстояние δ между поверхностями ослабления 1 и 2 по этому меридиану. Величину угла ω находят по дуге круга, отсчитывая по часовой стрелке.



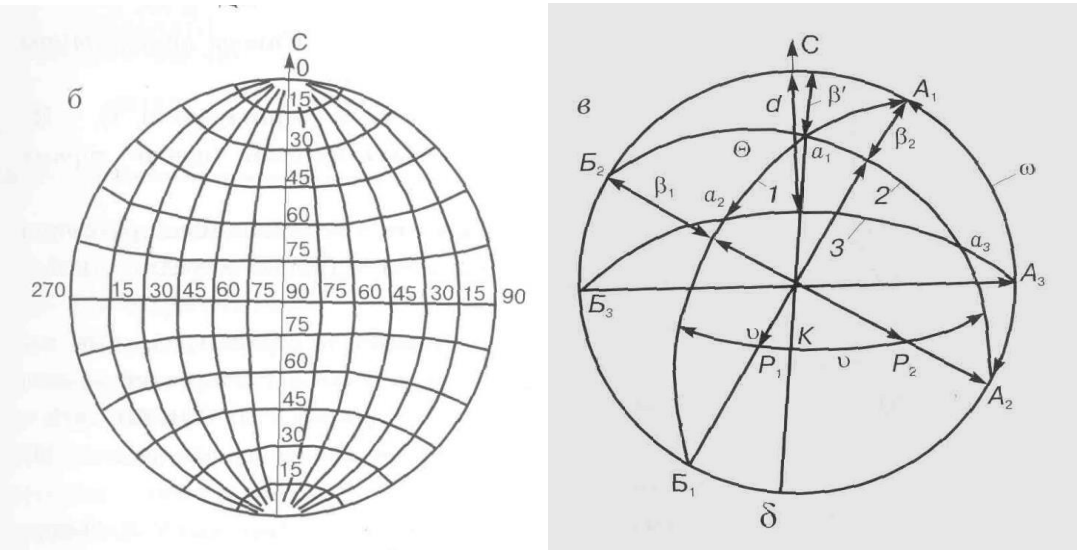


Рисунок. Схема для решения объемной задачи устойчивости откоса, ослабленного двумя сопряженными трещинами: а – модель откоса; и расчетный профиль; б – азимутальная сетка; в – определение параметров объемной поверхности скольжения;

На основании полученных значений элементов залегания потенциальной поверхности скольжения строится план и профиль участка уступа, и определяется коэффициент его устойчивости по формуле:

$$K_y = \frac{ctg\beta_1 tg\varphi_1'}{\sin\Theta} + \frac{ctg\Theta(tg\varphi_2' \pm \sin\varepsilon tg\varphi')}{\cos\varepsilon} + \frac{C_1'S_1 + C_2'S_2}{P\sin\beta_1\sin\Theta}, \qquad (9)$$

где S_1 и S_2 - площади поверхностей ослабления 1 и 2.; P - масса потенциальной призмы разрушения; знак «+» соответствует значению ε = δ + 900, знак «-» - значению ε = δ - 900

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом анализ материалов по изучению климатических особенностей, геологического строения и ранее исследованных данных свидетельствует о необходимости дополнительном и детальном изучении физико-механических свойств грунтов по четырем выявленным участкам.

Вышеописанная ситуация с состоянием грунтов позволяет делать выводы о том, что возможно происходит интенсивное замачивание массива грунта на склоне поверхностными (дождевыми и талыми) водами по имеющимся старым (1992 года) и новым (2017года) трещинам при их инфильтрации.

По методу решения плоской задачи выявлено, что оценка напряженного состояния прибортового массива определялась методом алгебраического сложения сил. Метод этот не учитывает реакции между блоками и исходит из того, что призма возможного обрушения смещается как единое целое, хотя не соответствует практике. Это приводит к увеличению погрешности определяемого коэффициента запаса устойчивости[2]. Для метода плоской задачи, наиболее надежным и универсальным методом расчета устойчивости откосов является метод многоугольника сил (метод векторного сложения сил), учитывающий все силы, действующие по границам выделенных блоков, как внутренние, так и внешние (в том числе и силы гидростатического давления).

При расчете устойчивости бортов нагорных карьеров методом решения плоской задачи, помимо геомеханических факторов, необходимо учитывать влияние формы верхней части склона, на котором формируется борт карьера и как следствие параметры потенциальной призмы обрушения. Уменьшением угла сопряжения нарушений δ в прибортовом массиве δ увеличивается объемный эффект и возрастают силы распора породного клина[10]. При значениях δ = 900, породный клин свободно смещается по поверхностям скольжения, при этом основными силами являются трение и

сцепление. С увеличением угла δ в прибортовом массиве уменьшается объемный эффект и как следствия снижается устойчивость этого клина. Предельной значение этот угол имеет при совпадении азимутов простирания и углов падения поверхностей 1 и 2(рис.).

Результаты выявленных данные должны послужить материалом по предупреждению населения о возможных опасностях и рекомендацией для МЧС по Жалал-Абадской области.

Список литературы.

1. Отчет Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики, 2004-2019 гг. (Департамент мониторинга МЧС КР).
2. Оползни Киргизии, их типы, условия образования и меры борьбы с ними / Х.В.Ибатулин / Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней/ Душанбе, 1970, с.11-13
3. Результаты стационарного изучения оползневых процессов юга Киргизии / Х.В.Ибатулин / Вопросы инженерной геодинамики. Ташкент, 1978, с.40-44.
4. Опыт оценки устойчивости склонов по уровню подземных вод, К.Ч.Кожогулов, Х.В.Ибатулин / инф. Листок № 176(5030), КыргызИНТИ. 1992.
5. Региональный прогноз развития оползней по геолого-тектоническому признаку / К.Ч.Кожогулов, Х.В.Ибатулин / Инф.листок № 175 (5030), КыргызИНТИ, 1992.
6. О влиянии подземных вод на образование оползней юга Киргизии / Х.В.Ибатулин / Проблемы инженерной геодинамики, Ташкент, 1974 г., с. 27-31.
7. Оползни юга Кыргызстана / К.Ч.Кожогулов, О.В.Никольская, Х.В.Ибатулин / Бишкек, 1993, -47с.