

ОПОЛЗНЕВЫЕ И ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА СКЛОНАХ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Зербалиев А.М.¹, Георгиева М.А.²

¹ФГОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет», г. Махачкала, Россия (367015, Махачкала, проп. Имама Шамиля, 70), e-mail: alihan_zerbaliev@mail.ru;

²ФГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, Россия (360004, Нальчик, ул. Чернышевского, 173), e-mail: maza1317@mail.ru

В силу своей распространенности по территории России оползневые и эрозионные процессы явления наносят значительный ущерб экономике страны. Анализ механизма оползневой оползневой процесса должен включать исследование объективных закономерностей проявления совокупности событий, приводящих к уменьшению устойчивости склонов и возникновению движения под действием внутренних и внешних сил. Рационально выделить стадии подготовки, непосредственного смещения и стабильности оползней. Столь сложное и многофакторное явление, как оползень, можно изучить лишь при наличии детальной количественной оценки последовательных изменений природной обстановки. В зависимости от природно-климатических условий района дан анализ механизма возникновения оползней под действием различных сил. Задачей ставится исследование причин возникновения оползней в конкретной природной обстановке с целью применения наиболее эффективных противооползневых мероприятий.

Ключевые слова: оползни, аргиллиты, глинистые породы, минералы, склоны, выветривание, усадка, лавина, земля, противооползневые меры

LANDSLIDES AND EROSION PROCESSES ON THE SLOPES OF THE MOUNTAIN AND FOOTHILL LANDSCAPES

Zerbaliev A.M.¹, Georgieva M.A.²

¹Dagestan State Technical University, Makhachkala, Russia (367015, Makhachkala, ave. Imam Shamil, 70), e-mail: alihan_zerbaliev@mail.ru;

²Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russia (360004, Nalchik, Chernyshevsky street, 173), e-mail: maza1317@mail.ru

Because of their prevalence on the territory of Russia landslides and erosion phenomena cause significant damage to the economy. Analysis of the mechanism of sliding process should include a study of the objective laws of manifestation of a set of events that lead to a decrease in the stability of slopes and the appearance of motion under the influence of internal and external forces. Rationally allocate preparation, direct displacement and stability of landslides. Such a complex and multifactorial phenomenon of landslide can be explored only if detailed quantitative assessment of the successive changes in the natural environment. Depending on the climatic conditions of the area analyzes the mechanism of landslides under the influence of various forces. The objective of the study put the causes of landslide in a specific natural environment in order to apply the most effective anti-landslide measures.

Keywords: landslides, argillites, clay rocks, minerals, slopes, weathering, shrinkage, avalanche, land landslide measures

Горные и предгорные ландшафты — это сложные измененные геосистемы состоящие из подсистем [8, 9, 13]. Одной из подсистем является склоновая подсистема, в которой и начинаются все эрозионные и оползневые процессы. В речных подсистемах большим бедствием является боковая и донная эрозия, которая сопровождается сильным обрушением склонов и берегов при подмывах [4].

В силу своей распространенности по территории России оползневые и эрозионные процессы явления наносят значительный ущерб экономике страны. Широко известны многочисленные случаи возникновения и схода оползней. К большим авариям привели

оползни на Черноморском побережье, в Краснодарском крае, Ростовской области, на Северном Кавказе [2, 3, 4].

Оползневые явления на склоновых землях Северного Кавказа приурочены к глинистым породам определенных стратегических горизонтов – от лессовидных суглинков четвертичного возраста до литифицированных глин средней юры.

Наибольшее распространение оползни имеют в глинистых породах, содержащих гипс (набухающие грунты). К таким породам на Северном Кавказе в первую очередь относятся пестроцветные глины, глинистые сланцы и песчаные глины верхнего отдела юрской системы.

Анализ механизма оползневого процесса должен включать исследование объективных закономерностей проявления совокупности событий, приводящих к уменьшению устойчивости склонов и возникновению движения под действием внутренних и внешних сил. Рационально выделить стадии подготовки, непосредственного смещения и стабильности оползней. Столь сложное и многофакторное явление, как оползень, можно изучить лишь при наличии детальной количественной оценки последовательных изменений природной обстановки.

В ряде случаев начальной стадией оползней являются пластические оползни. Они образуются на склонах или откосах, сложенных жирными глинами, имеющими высокое содержание коллоидов. Эти глины обычно имеют специфический химический и минералогический состав (преобладание вторичных слюд и минералов группы монтмориллонита над другими минералами). Они интенсивно выветриваются и становятся неустойчивыми при колебаниях влажности и температуры.

При обнажении в результате естественных процессов или деятельности человека нижнемеловых и особенно юрских аргиллитов и аргиллитоподобных глин они подвергаются активному выветриванию. Возникает толща разрыхленной породы, в которой происходят изменения минералогического состава с заметным увеличением количества набухающих минералов. Значительно интенсивнее идут процессы набухания – усадки. Усадка, протекая неравномерно в толще грунта, вызывает появление системы трещин, имеющих на склонах специфическую ориентацию. Они развиваются нормально к склону, но на некоторой глубине, зависящей от водоотдачи грунта и интенсивности сушки, нагибаются почти параллельно поверхности. Многократно повторяющиеся объемные деформации при набухании-усадке могут быть причиной медленного оползания покровных слоев глинистых грунтов по подстилающим породам. Однако основная роль этих процессов сводится к ослаблению целостности массива системой трещин и отделению зоны, в которой происходят значительные колебания влажности. При увлажнении грунта пристенных зон трещин

размокает, заполняя их бесструктурной разжиженной массой. Скорость размокания зависит от начальной влажности, причем находится значение, оптимальное для процесса. Как правило, быстрее всего размокание происходит в подповерхностном слое. Здесь, в переувлажненном грунте, прочность падает особенно сильно.

Импульсом, вызывающим начало движения, может быть появление статического давления воды, которая заполняет трещины усадки и растяжения. Обычно оползает слой, в котором влажность, а соответственно вязкость грунта и скорость движения, переменны по глубине и во времени. Иногда быстрее перемещается зона на некоторой глубине. В голове и у бортов появляются участки с повышенной энергией, к тому же здесь выветривание начинает разрушать обнаженные породы. Локальное понижение – ложе оползня – становится аккумулятором грунтовых и атмосферных вод. Если допустить, что при прочих равных обстоятельствах возникновение первой подвижки склона обусловлено совпадением ряда случайностей, то последующее развитие оползня закономерно приурочено к ослабленному участку. Последовательные деформации приводят к образованию ложа, по которому перемещаются все новые массы грунта, поступающие с головной и бортовых частей, а также за счет захвата процессом выветривания более глубоких слоев при уменьшении мощности прикрывающих их разрыхленных масс. Существенно, что поверхностный слой обычно пассивно увлекается нижележащим, более подвижным. Так как скорость оползня меняется от участка к участку и зависит от уклонов дна, то относительно жесткая поверхностная корка претерпевает разрушения и смещается, запрокидываясь.

Основными признаками распознавания оползней являются следующие: их форма (значительно вытянутая, грушевидная), состояние грунта в градиентном слое (слой, где скорость изменяется от нуля до максимального значения, представлен переувлажненным жидкообразным грунтом), характер и скорость движения (течение со скоростями от миллиметров до метров, порой десятков и редко сотен метров в сутки), прямая зависимость активности и скорости смещения от количества атмосферных осадков (особенно велики скорости смещения после обильных дождей, следующих за засухой, или же в период оттепелей, сменяющих суровые морозы).

Оползень – скользящее смещение горных пород вниз по склону либо под влиянием силы тяжести, либо под воздействием на эти породы дополнительных сил. Нарушения устойчивости склонов и откосов – следствие природных условий: погодные условия, топографические и геологические особенности склона; инженерно-геологические свойства горных пород, слагающих толщу; режим грунтовых вод; гидрологические особенности поверхностного стока на склоне; сейсмичность района; а также деятельности человека: обводнение пластов при утечках из коммуникаций, подрезка основания склонов при

земляных работах, пригрузка вершины склона массивными сооружениями, насыпями, вибрационными воздействиями из-за транспорта, забивки свай, взрывных работ, уничтожение древесно-кустарниковой растительности на склоне и прилегающей площади [1, 9].

Исследуя формы проявления оползня и зная природную обстановку, можно установить причину возникновения оползня, а затем предусмотреть наиболее эффективные противооползневые мероприятия.

В результате подвижки тела оползня на его поверхности образуются оползневые ступени, трещины, выпучивания, заколы, деформации основания.

Набор визуальных признаков оценки оползневых явлений можно разделить на общие, присущие всем видам нарушения устойчивости склонов (откосов), и частичные, свойственные отдельным видам склоновых деформаций. К общим визуальным признакам оценки состояния оползневых явлений на склонах (откосах) относят: значительную крутизну склонового откоса, угол наклона которого приближается или превышает критический угол слагающих откос грунтов ($i \geq i_{кр}$); появление и развитие на склоне и его бровке трещин («закола»); характерные подмывы подножия склона со стороны берега; наличие на склоне оползневых «цирков», трещин, срывов, уступов и отвалов; искривление линий дорог, троп, заборов в плане; трещины в зданиях и сооружениях, стоящих вблизи бровки склона; наличие выхода фильтрационных вод на склоне и образование заболоченных участков в понижениях последних.

Частные визуальные признаки оползневых проявлений обычно бывают характерны для определенных видов нарушений устойчивости. О будущих обвалах, т.е. внезапных обрушениях откосов и склонов в скальных и полускальных породах и вывалах, т.е. падении с высоты отдельных камней и блоков породы, как правило, свидетельствуют: значительная выветренность и расчленение пород на блоки; наличие глинистых прослоек и их увлажнение; высота, крутизна и оголенность склона; присутствие навалов камней от прошлых деформаций. На движение осыпей укажет скопление у подножия крутых склонов обломочных продуктов выветривания горных пород.

О покровных оползнях, т.е. смещении отложений четвертичного периода по коренным породам, свидетельствуют наклоненные деревья («пьяный лес»), телеграфные столбы, перекошенные строения. Опльвы (локальные тарельчатые смещения песчаных и суглинистых грунтов) характерны для переувлажненных склонов в местах выхода фильтрационных вод, при быстром понижении уровня воды в водохранилище, при динамическом воздействии на увлажненный откос.

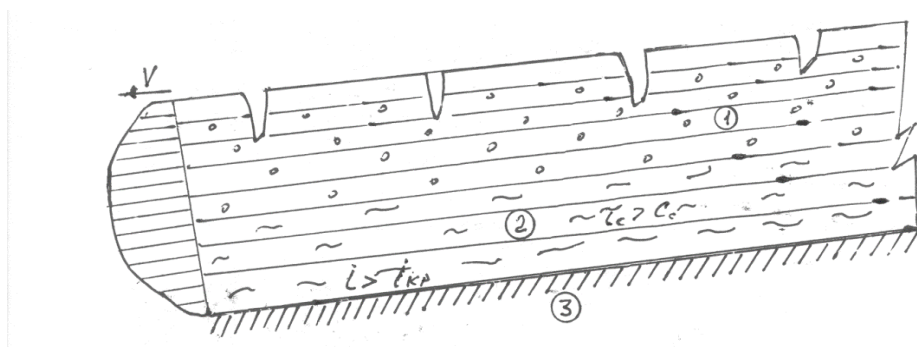
При оценке устойчивости сложенных литифицированными глинами склонов поведение различных по степени выветренности толщи пород может быть схематизировано тремя расчетными моделями механики дискретных сред:

1) модель блочного строения (безраспорная среда, породы, раздробленные трещинами на отдельности);

2) модель зернистой среды (осыпи материала мелкого дробленого, создающего распор при передаче нагрузок, в том числе и от собственного веса);

3) упруговязкая модель, способная воспринимать растягивающие усилия (грунт, в котором в результате физического и химического выветривания возникли силы сцепления, именно в таких глинистых грунтах образуются оползни).

Анализ механизма развития оползней показывает, что на разных стадиях процесса глинистые грунты в оползне могут быть рассмотрены в расчетных схемах как тела: упругие – начальная фаза, образование трещин усадки и растяжения; вязкопластичные – начальная стадия движения, когда весьма существенно сказываются структурная прочность и начальное сопротивление сдвигу; вязкие – в сформировавшихся потоках при достаточно больших уклонах, когда величиной начального сопротивления сдвигу можно пренебречь. Весьма часто в пределах одного оползня в разных его отделах (в голове, средней части и языке, либо в разных слоях по глубине) грунты ведут себя как упругие, вязкопластичные и вязкие тела.



Инженерно-геологическая схема движения оползня:

1 – коренной массив; 2 – водонасыщенные глинистые массы градиентного слоя; 3 – контактная поверхность скольжения (литифицированные глины); 4 – трещины выпучивания

Масса оползня весом P (кг) движется при уклоне $i \geq i_{кр}$ с некоторым углом β . Эта масса грунта создает:

1) нормально к ней направленное давление $N = P \cdot \cos \beta$; (1)

2) касательное (сдвигающее) усилие $\tau_c = P \cdot \sin \beta$; (2)

Наиболее эффективный метод борьбы с активными формами нарушения устойчивости откосов – воздействие на основную причину, обуславливающую развитие оползня, или чаще – на группу основных причин.

На оползневых склонах рассматривается проведение противооползневых мероприятий следующего характера [9, 11, 13].

1. Мероприятия по охране, ограничивающие деятельность человека в районе склона: зеленый пояс – запрещение рубки леса, корчевания и разработки участков под огороды, уничтожения кустарника, травяного покрова; строительство – установление границы предельной застройки, типа и массы сооружений, снос существующих сооружений, замедление темпов строительства; земляные работы – запрещение любых разработок грунта в пассивной зоне – у подножия, загрузки склона в активной зоне у бровки, увеличение крутизны откоса, вскрытия неустойчивых горизонтов плавучей консистенции; водное хозяйство – запрещение спуска поверхностных вод и поливов, содержание в порядке водоотводящих и осушительных устройств, водопроводно-канализационных сетей, заделка ям, трещин, установление безопасных уровней и темпов сработки вод, омывающих откосы; динамические воздействия – запрещение применения взрывных работ, забивки свай, работы транспортных средств.

2. Водоотводные, осушительные и дренажные мероприятия и устройства делят на поверхностные устройства и мероприятия (планировка местности, заделка трещин, устройство покрытий, дамб обваловывания, нагорных и осушительных каналов, лотков, каптаж источников); дренажные устройства (продольные и поперечные прорезы и галереи, дренажные шахты, поглощающие скважины и колодцы); изоляционные мероприятия (устройство различных инъекционных завес, глинизация, замораживание грунтов).

3. Землеустроительные мероприятия направлены на разгрузочные работы в активной зоне – полный съём оползневых масс, срезка активной части оползня, очистка скальных откосов, террасирование и уположивание склона, общая планировка склона; пригрузку в пассивной зоне – подсыпка и отвалы; покрытие скальных склонов сетками; устройство каменных ловушек.

4. Механическое крепление склонов заключается в устройстве одиночных анкерующих элементов в виде свай различного типа, проходящих сквозь оползень в коренные породы, или ряда в виде шпунтовых стенок, инъекционных и мерзлотных завес и др.

5. Подпорные сооружения возводят в виде шпунтовых стенок (металлических, железобетонных, деревянных), подпорных стен (каменных, бетонных, железобетонных),

стен из свай оболочек большого диаметра, а также в виде упорных валов из грунта, каменной наброски.

6. Для искусственного уплотнения и закрепления грунтов на склоне проводят различные виды инъекций (цементация, силикатизация, битуминизация, глинизация).

Список литературы

1. Деревенец Ф.Н., Маций С.И. Оценка устойчивости склонов и оползневых давлений: учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ. – 2011. – 140 с.
2. Зербалиев А.М., Гусейнова М.Р. Исследование противоэрозионной технологии самотечного орошения земель // Природообустройство. – 2009. – № 2. – С. 43–48 .
3. Зербалиев А.М. Состояние и перспективы мелиоративного освоения земель в Дагестане // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2010. – № 8(68). – С. 38–40.
4. Зербалиев А.М. Проблемы и перспективы развития мелиорации земель в Дагестане // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2010. – № 8(68). – С. 38–40.
5. Ламердонов З.Г. Инновационные технологии защиты берегов рек. – Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2012. – 236 с.
6. Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю. Инновационные технологии управления эрозионно-аккумулятивными процессами на горных и предгорных ландшафтах. – Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2015. – 228 с.
7. Патент Российской Федерации № 2318096, МПК Е 02 D 17/20; Способ возведения противоэрозионной защиты склонов. / Хаширова Т.Ю.; заяв. 16.05.2006; опубл. 27.02.2008, Бюл. № 6. – 4 с.
8. Патент Российской Федерации № 2325482, МПК Е 02 D 17/20; Е 02 В 3/12 Сооружение для противоэрозионной защиты склонов. / Хаширова Т.Ю.; заяв. 28.09.2006; опубл. 27.05.2008, Бюл. № 15. – 5 с.
9. Патент Российской Федерации № 2327838, МПК Е 02 D 17/20; Противоэрозионная защита склонов из габионных тюфяков. / Хаширова Т.Ю.; заяв. 06.10.2006; опубл. 27.06.2008, Бюл. №18. – 5 с.
10. Патент Российской Федерации № 2332541, МПК Е 02 D 17/20; Е 02 В 3/12 Устройство для противоэрозионной защиты крутых склонов. / Хаширова Т.Ю.; заяв. 01.10.2006; опубл. 27.08.2008, Бюл. № 24. – 5 с.
11. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. – Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2007. – 220 с.

12. Хаширова Т.Ю., Ламердонов З.Г., Кузнецов Е.В. Концептуальная модель охраны горных и предгорных ландшафтов как природно-техногенного комплекса природообустройства // Мелиорация и водное хозяйство. – 2007. – № 6. – С. 43–46.
13. Хаширова Т.Ю., Апанасова З.В. Применение компьютерного моделирования в проблемах оценки экологического состояния природных ландшафтов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: www.science-education.ru/120-15355.

Рецензенты:

Ламердонов З.Г., д.т.н., профессор, Кабардино-Балкарский аграрный университет, г. Нальчик;

Хаширова Т.Ю., д.т.н., Кабардино-Балкарский государственный университет, г. Нальчик.