



УДК: 556.624.131.1/628

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-2-210-216

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ПОКРОВНОЙ ТОЛЩИ
И ИХ РОЛЬ В ИЗУЧЕНИИ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ
(НА ПРИМЕРЕ Г. КОК-ЖАНГАК)**

**PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF GROUNDS OF COATING THRESHOLD
AND THEIR ROLE IN THE STUDY OF THE REMAINED PROCESSES
(BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF KOK-ZHANGAK)**

**З.А. Асилова¹, Н.А. Абдирашитова²
Z.A. Asilova¹, N.A. Abdirashitova²**

¹Жалал-Абадский научный центр,
Кыргызстан, г. Жалал-Абад, ул. Токтогула 24,
²Жалал-Абадский государственный университет,
Кыргызстан, г. Жалал-Абад, ул. Ленина 57

¹Jalal-Abad Scientific Center,
24 Toktogul St, Jalal-Abad, Kyrgyzstan
²Jalal-Abad Scientific Center, Jalal-Abad State University,
57 Lenin St, Jalal-Abad, Kyrgyzstan

E-mail: altin_1991@mail.ru

Аннотация

В последние десятилетия наблюдается активизация оползней и рост числа оползневых очагов, причем этот процесс связан не столько с природными, сколько с антропогенными факторами. Согласно международной статистике около 80 % современных оползней связано с деятельностью человека. Антропогенные оползни, приуроченные к искусственным откосам насыпей и выемок, распространены повсеместно, во всех природных зонах при наличии благоприятных литологических и гидрогеологических условий. На бывшем Кок-Жангакском месторождении сместилось несколько масс лессовидных суглинков больших объемов. В связи с чем были изучены физико-механические свойства оползневых участков, расположенных в г. Кок-Жангак. Физико-механические свойства грунтов изучались в полевых и лабораторных условиях на образцах ненарушенной и нарушенной структуры, согласно ГОСТ.

Abstract

In recent decades, there has been an increase in landslides and an increase in the number of landslide foci, and this process is associated not so much with natural as with anthropogenic factors. According to international statistics, about 80 % of modern landslides are associated with human activities. Anthropogenic landslides, confined to artificial slopes of embankments and excavations, are ubiquitous in all natural areas with favorable lithological and hydrogeological conditions. Anthropogenic landslides were observed at a number of coal deposits in Kyrgyzstan (Kok-Zhangak, Angren, Sulukta, etc.), where loess-like loams, bedrock debris and bedrock were displaced. In the former Kok-Jangak field, several masses of loess-like loams of large volumes were displaced. In this connection, the physicomachanical properties of landslide sites located in Kok-Zhangak were studied. Physical and mechanical properties of soils were studied in field and laboratory conditions on samples of undisturbed and impaired structure, according to GOST. A hydrogeological map of the site is also described. Geological studies allow to accurately determine the depth of bedrock.

Ключевые слова: грунт, суглинок, природная влажность, удельный вес, объемный вес, пористость.

Keywords: soil, loam, natural moisture, specific weight, volumetric weight, porosity.

Введение

На сегодняшний день геологическое строение и гидрогеологические условия территории играют важную роль в распространении, формировании и активизации оползневых процессов [Семенов, 2004; Тимкин, 2007]. При этом влияние свойств грунтов является определяющим фактором. Бесспорно, этот вопрос был изучен, в наличии имеются расчетные схемы, а также были созданы геомеханические модели [Skempton, 1960; Воскресенский, 1971; Емельянова, 1972; Кожогулов и др., 1993; Шестернев, Васютин, 2011; Nelson, 2013]. Но в таких работах учитываются свойства грунтов как удельное сцепление, угол внутреннего трения и некоторые их производные. Таким образом, можно сказать, что остаются малоизученными свойства грунтов как влажность, гранулометрический состав, пористость, пластичность и др.

Обломочный материал на изучаемой территории слабовыветрелый, плохой окантанности, представлен хлоритовыми сланцами [Котлов, 1978]. Также на территории были выделены подземные воды, зоны открытой трещиноватости палеозойских пород, водоносные комплексы мезозойских и палеогеновых отношений, подземные воды спорадического распространения и водоносные горизонты в неогеновых четвертичных отложениях.

В ходе исследования выявлено, что глубина залегания коренных пород для большинства оползнеопасных склонов на уч. Кок-Жангак составляет от 7 до 15 м.

Существенную роль в интенсификации эрозии играет тот факт, что часть характеризуемой территории подработана подземными выработками, в результате чего природное равновесие нарушается [Леонтьев, Рычагов, 1979; Арустамов, 2006]. Глинистые грунты, которые встречаются в разрезе исследованной территории, проявляют просадочные свойства при замачивании, в основном, от нагрузок меньших бытового давления ($P_{\text{быт}}$).

Методология и методика исследования

Физико-механические свойства грунтов изучались в полевых и лабораторных условиях на образцах ненарушенной и нарушенной структуры, согласно ГОСТ.

Для получения более полной характеристики свойств грунтов, изменения их по глубине и простиранию привлечены материалы изысканий прошлых лет, выполненные Ошским отделом института «КиргизГИИЗ» [Михайлов, Соломин, 2008; Михайлов и др., 2009].

Сдвиговые характеристики определялись при условии полного водонасыщения без предварительного уплотнения. Сдвиг ускоренный, сдвиговые нагрузки: 50, 100, 150 кПа.

Результаты и их обсуждение

Были взяты образцы из пяти оползневых участков, расположенных в окрестности города Кок-Жангак расположенной в Жалал-Абадской области, Кыргызской Республики.

Выделены следующие группы грунтов:

1. Глинистые грунты низкогогорного типа рельефа;
2. Глинистые грунты горно-долинного типа рельефа;
3. Глинистые грунты пойм;
4. Крупнообломочные грунты;
5. Скальные грунты.

Ниже приводится подробная характеристика физико-механических свойств грунтов каждого элемента.

Глинистые грунты низкогогорного типа рельефа.

Здесь выделяются лессовидные суглинки и супеси. Суглинки от палевого до бурого цвета, макропористые, иногда ожелезненные, с гравием до 10 %, с щебнем до 30 %, консистенция от твердой до тугопластичной, карбонатизированные (содержание



карбонатов от 11.8 до 22.7 %), от быстро до слабозамокаемых, незасоленные, встречаются выше и ниже уровня грунтовых вод.

Физико-механические свойства суглинков приведены в табл. 1 из которой видно, что грунт очень рыхлого сложения ($\mathcal{E}_\phi = 1.114$; $\gamma_{ск} = 1280 \text{ кг/м}^3$); степень влажности 0.184–0.61, в среднем 0.405, т.е. грунт в естественном состоянии далек от водонасыщения.

Суглинки обладают просадочными свойствами при замачивании от нагрузок [Мирошников, 1999].

Значения коэффициента относительной просадочности в интервале нагрузок 0–30 кПа изменяется в пределах 0.001–0.141.

Средние значения удельного сцепления грунта и угла внутреннего трения следующие:

$$C_{cp} = 13.9 \text{ кПа}, \varphi_{cp} = 21^\circ.$$

Таблица 1.
Table 1.

Основные характеристики физико-механических свойств суглинков
Main characteristics of the physico-mechanical properties of loams

	Удельный вес γ , кг/м ³	Объемный вес		Природная влажность w , %	Пористость p , %
		Влажного грунта, γ_v , кг/м ³	Скелета $\gamma_{ск}$, кг/м ³		
Минимальное значение	2690	1390	1180	7.1	50.4
Максимальное значение	2740	1620	1340	23.9	56.6
Среднее значение	2710	1500	1280	16.7	52.6

Особо следует отметить из суглинков низкогорного типа рельефа грунты, отобранные из тела оползня, характеризующего по образцам ненарушенной структуры [Баринов, 2003; Кожоголов, Никольская, 2010].

Суглинок лессовидный, желтовато-коричневого цвета, макропористый, твердой консистенции, с единичными полуокатанными обломками серых песчаников размером в поперечнике 100–150 мм, карбонатизированные (содержание карбонатов 17.6–19.6 %), быстрозамокаемые. Показатели физико-механических свойств суглинка приведены в табл. 2. Грунт довольно плотного сложения, чем резко отличается от окружающих ненарушенных суглинков ($\mathcal{E} = 0.575–0.699$, $\gamma_{ск} = 1590–1720 \text{ кг/м}^3$).

Суглинки отобранные из тела оползня просадочные. Удельное сцепление грунта 22.4–28.3 кПа, угол внутреннего трения 22°–34°; значение объемного веса 1860–2040 кг/м³.

Таблица 2.
Table 2.

Основные характеристики физико-механических свойств лессовидных суглинков
The main characteristics of the physico-mechanical properties of loess loams

	Удельный вес γ , кг/м ³	Объемный вес		Природная влажность w , %	Пористость p , %
		Влажность грунта, γ_v , кг/м ³	Скелета $\gamma_{ск}$, кг/м ³		
Среднее значение	2.71	1950	1650	17.75	38.80

Супеси низкогорного типа рельефа желтовато-коричневого и бурого цвета, макропористые, твердой и пластичной консистенции, карбонатизированные (содержание карбонатов 12.2–17.3 %), быстрозамокаемые. Характеризуемые грунты имеют очень ограниченное распространение: встречаются в виде прослоев мощностью 2.1–4.0 м в толще суглинков. Грунт рыхлого сложения ($\mathcal{E}_{cp} = 0.987$, $\gamma_{ск\ cp} = 1370 \text{ кг/м}^3$), степень влажности 0.297–0.690, в среднем 0.516.

Глинистые грунты горно-долинного типа рельефа.

В этой группе грунтов выделены следующие разновидности: суглинки, супеси и глины [Демин, 2009]. Среди суглинков выделяется 4 слоя:

- суглинки насыпные;
- суглинки просадочные;
- суглинки непросадочные;
- суглинки на контакте с коренными породами.

Суглинки насыпные встречаются в интервале глубин 0–4.1 м и характеризуется по одному монолиту. Сулгинок темно-серого цвета, гумусированный, макропористый, твердой консистенции с обломками кирпича, корнями деревьев, быстроразмокаемый; физико-механические свойства показаны в табл. 3.

Таблица 3.
Table 2.

Основные характеристики физико-механических свойств насыпных суглинков
The main characteristics of the physico-mechanical properties of bulk loams

	Удельный вес γ кг/м ³	Объемный вес		Природная влажность w , %	Пористость ρ , %
		Влажность грунта γ_v кг/м ³	Скелета $\gamma_{ск}$ кг/м ³		
Среднее значение	2710	1570	1300	21.4	52.1

Грунт рыхлый ($\mathcal{E} = 1.089$, $\gamma_{ск} = 1300$ кг/м³), степень влажности 0.532. Суглинки просадочные горно-долинного типа рельефа. Суглинки лессовидные, от желтовато-коричневого до темно-коричневого цвета, макропористые, твердой-мягкопластичной консистенции, незасоленные. Грунт довольно рыхлого сложения ($\mathcal{E}_{ср} = 0.934$, $\gamma_{ск\ ср} = 1410$ кг/м³) в среднем 0.646. Встречаются аномально плотные грунты с объемным весом 1930–2040 кг/м³ и коэффициентом пористости 0.654–0.602. Такие характеристики взяты из материалов изысканий прошлых лет [Мосолков, Кочетков, 1979]. Средние значения просадочных характеристик следующие: $C_{ср} = 13.2$ кПа, $\varphi_{ср} = 25^\circ$. Нормативное значение объемного веса $\gamma^u = 1720$ кг/м³.

Суглинки непросадочные горно-долинного типа рельефа. Характеризуемые грунты распространены, в основном, ниже 7 м, ниже уровня грунтовых вод. Суглинки лессовидные от палевого до буровато-серого цвета, консистенция их в основном тугопластичная-текучепластичная, местами карбонатизированные, ожежененные, незасоленные.

Супеси горно-долинного типа рельефа, встречаемые в разрезе описываемой территории в виде прослоев в толще суглинков, лессовидные, от желтовато-коричневого до бурого цвета, иногда карбонатизированные и ожежененные.

Глина в разрезе описываемой территории встречена ниже уровня грунтовых вод. Глина серого цвета, лессовидная, мягкопластичной консистенции, с линзами песка, среднезоторфованная, очень рыхлая ($\mathcal{E} = 1.662$, $\gamma_{ск} = 999$ кг/м³) степень влажности 0.908, непросадочная, незасоленная. Удельное сцепление глины $C = 30$ кПа, угол внутреннего трения $\varphi = 26^\circ$; объемный вес $\gamma = 1570$ кг/м³.

Глинистые грунты пойм.

Из этой группы грунтов встречены суглинки, характеризующиеся по одному монолиту. Суглинок лессовидный, бурого и коричневого цвета, с гравием от 20 % до 40 %, полутвердой-мягкопластичной консистенции (по полевому описанию), макропористые, непросадочный, довольно плотного сложения ($\mathcal{E} = 0.689$, $\gamma_{ск} = 1610$ кг/м³) степень влажности 0.93.

Крупнообломочные грунты.



Из описываемой территории из этой группы встречены следующие разновидности: гравийный, галечниковый, щебенистый и глыбовые грунты. Гравийный грунт маловлажный и влажный, с супесчаным заполнителем до 20 %, в заполнителе песок крупный. Обломочный материал слабыветрелый, плохой окатанности, представлен хлоритовыми сланцами. По результатам полевых определений значение объемного веса гравийного грунта: $\gamma = 2040 \text{ кг/м}^3$.

Галечниковый грунт от маловлажного до водонасыщенного, встречается с суглинистыми до 20 %, с супесчаным до 30 % и песчаным заполнителем до 6.07 %, в заполнителе песок средней крупности). Обломочный материал слабыветрелый, слабоокатанный. Представлен метаморфизованными породами. Значение объемного веса галечника: $\gamma = 2130 \text{ кг/м}^3$.

Щебенистый грунт маловлажный и влажный, с песчаным заполнителем до 20.63 % (в заполнителе пески пылеватые, средней крупности и крупный), с содержанием валунов размером в поперечнике 30–40 см до 13.62 %. Обломочный материал представлен метаморфизованными породами. Среднее значение объемного веса щебенистого грунта 2140 кг/м^3 . Глыбовый грунт встречен в разрезе от маловлажного до водонасыщенного, с суглинистым и супесчаным заполнителем до 30 %.

Гидрогеологическая характеристика участка. В исследуемом районе выделены подземные воды зоны экзогенной открытой трещиноватости палеозойских пород, водоносные комплексы мезозойских и палеогеновых отношений, подземные воды спорадического распространения и водоносные горизонты в неогеновых четвертичных отложениях [Мосолков, Кочетков, 1979]. Выходы подземных вод палеозоя и мезозоя на дневную поверхность наблюдаются в пределах низкогорного типа рельефа в верховьях ручьев Курган-Таш, Кок-Жангак, Четмалай в виде многочисленных родников нисходящего типа, которые дают начало поверхностным водотокам этих ручьев. Подземные воды палеозоя и мезозоя объединены в зону развития трещинных вод, приуроченную к низкогорному типу рельефа, подземные воды четвертичных отложений – в зону развития грунтовых вод, приуроченную к горно-долинному типу рельефа. Ниже дается описание подземных вод, развитых в пределах низкогорного и горно-долинного типов рельефа [Петина и др., 2009; Айдаралиев и др., 2012].

Подземные воды низкогорного типа рельефа (зона развития трещинных вод). Водовмещающие породы представлены кварцово-серицитовыми сланцами, известняками, песчаниками, конгломератами, гравелитами, алевролитами сильно трещиноватыми. Тип водопроницаемости трещинный, либо пластово-трещинный гидравлический режим безнапорный, то есть и напорные воды, иногда с самоизливом из скважин. Питание их осуществляется за счет инфильтраций атмосферных осадков и притока из прилегающих заводненных зон. Разгрузка – путем выклинивания в виде родников, приуроченных к подножию склонов небольших сайков и их тальвегам, дренирование горными выработками и перетоком в прилежащие трещиноватые зоны и водоносные комплексы и горизонты по разломам. Родники обычно нисходящие одиночные и групповые эрозионные, а также тектонические экранированные. Высачиваются либо непосредственно из коренных пород, либо через покровный делювий, проллювий, коллювий.

Заключение

1. Геологические исследования позволяют точно определить глубину залегания коренных пород, так для большинства оползнеопасных склонов на уч. Кок-Жангак коренные породы залегают глубиной от 7 до 15 м.

2. Инженерно-геологические исследования позволяют выявить причины формирования оползневых процессов.

3. Существенную роль в интенсификации эрозии играет тот факт, что часть характеризуемой территории подработана подземными выработками, в результате чего природное равновесие нарушается. Над подземными выработками образуются провалы, по которым также стекает талая и дождевая вода. Помимо этого, отсутствие растительного покрова и выпас скота также благоприятствуют развитию эрозионных процессов.

4. Глинистые грунты, встреченные в разрезе исследованной территории, проявляет просадочные свойства при замачивании, в основном, от нагрузок меньших бытового давления ($P_{\text{быт}}$) равного 32 кПа.

Список литературы

References

1. Айдаралиев Б.Р., Ибатулин Х.В., Ордобаев Б.С. 2012. История исследований развития оползневых процессов. Известия ВУЗов Кыргызстана, 1: 15–17.
Aydariyev B.R., Ibatulin Kh.V., Ordobayev B.S. 2012. History of studies of the development of landslide processes. Izvestiya VUZov Kyrgyzstana, 1: 15–17.
2. Арустамов Э.А. 2006. Безопасность жизнедеятельности. М., Издательский Дом «Дашков и Ко», 496.
Arustamov E.A. 2006. Life Safety. Moscow, Publishing House «Dashkov i Ko», 496.
3. Баринов А.В. 2003. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. Москва, ВЛАДОС, 495.
Barinov A.V. 2003. Natural emergencies and protection from them. Moscow, VLADOS, 495.
4. Воскресенский С.С. 1971. Динамическая геоморфология формирования склонов. Москва, МГУ, 229.
Voskresenskiy S.S. 1971. Dynamic geomorphology of the formation of slopes. Moscow, Moscow State University, 229.
5. Демин А.М. 2009. Оползни в карьерах: анализ и прогноз. Москва, ГЕОС, 85.
Demin A.M. 2009. Landslides in quarries: analysis and forecast. Moscow, GEOS, 85.
6. Емельянова Е.П. 1972. Основные закономерности оползневых процессов. Москва, Издательство Недр, 312.
Emelyanova E.P. 1972. Basic laws of landslide processes. Moscow, Publishing House Nedra, 312.
7. Кожоголов К.Ч., Никольская О.В. 2010. Прогнозирование оползневой опасности склонов на территории Кыргызстана. Современные проблемы механики сплошных сред, 11: 64–69.
Kozhogulov K.Ch., Nikolskaya O.V. 2010. Forecasting of the landslet hazard of slopes on the territory of Kyrgyzstan. Modern problems of continuum mechanics, 11: 64–69.
8. Кожоголов К.Ч., Никольская О.В., Ибатулин Х.В. 1993. Оползни Юга Кыргызстана. Бишкек, КиргНИИНТИ, 46.
Kozhogulov K.Ch., Nikolskaya O.V., Ibatulin Kh.V. 1993. Landslides of the South of Kyrgyzstan. Bishkek, KirgNIINTI, 46.
9. Котлов Ф.В. 1978. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. Москва, Недра, 183.
Kotlov F.V. 1978. Changes in the geological environment under the influence of human activity. Moscow, Nedra, 183.
10. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. 1979. Общая геоморфология. Москва, Высшая школа, 279.
Leontyev O.K., Rychagov G.I. 1979. General Geomorphology. Moscow, Vysshaya shkola, 279.
11. Мирошников Л.Д. 1999. Человек в мире геологических стихий. Санкт-Петербург, Наука, 192.
Miroshnikov L.D. 1999. Man in the world of geological elements. St. Petersburg, Nauka, 192.
12. Михайлов Л.А., Маликова Т.В., Шатровой О.В., Михайлов А.Л., Соломин В.П. 2009. Психологическая защита в чрезвычайных ситуациях. Санкт-Петербург, Питер, 98.
Mikhaylov L.A., Malikova T.V., Shatrovov O.V., Mikhaylov A.L., Solomin V.P. 2009. Psychological protection in emergency situations. St. Petersburg, Peter, 98.
13. Михайлов Л.А., Соломин В.П. 2008. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них. Санкт-Петербург, Питер, 143.



Mikhailov L.A., Solomin V.P. 2008. Emergencies of natural, man-made and social nature and protection from them. St. Petersburg, Peter, 143.

14. Мосолков В.А., Кочетков В.Н. 1979. Сводный геологический отчет по северной площади Кок-Жангакского каменноугольного месторождения по пересчету запасов на новые кондиции действующих шахт №40, «Капитальная» и подсчету запасов по разведенным участкам Кок-Жангак-Глубокий. Фрунзе, 350.

Mosolkov V.A., Kochetkov V.N. 1979. Consolidated geological report on the northern area of the Kok-Zhangak coal field on recalculating reserves for new conditions of existing mines №40, Kapitalnaya and calculating reserves for the explored areas of Kok-Zhangak-Gluboky. Frunze, 350.

15. Петина В.И., Гайворонская Н.И., Белоусова Л.И. 2009. Формирование и развитие оползневых явлений на территории Белгородской области. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 9 (11): 126–132.

Petina V.I., Gaivoronskaya N.I., Belousova L.I. Formation and development of crystal phenomena in the territory of the Belgorod region. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 9 (11): 126–132.

16. Семенов В.А. 2004. Чрезвычайные ситуации при опасных природных явлениях. Калуга, Научная литература Н.Ф. Бочкаревой, 112.

Semenov V.A. 2004. Emergencies for natural hazards. Kaluga, Nauchnaya literatura N.F. Bochkarevoy, 112.

17. Тимкин А.Н. 2007. Природные катастрофы и их закономерности (изучать, чтобы предотвращать). Москва, Феникс, 50.

Timkin A.N. 2007. Natural disasters and their laws (learn to prevent). Moscow, Phoenix, 50.

18. Шестернев Д.М., Васютич Л.А. 2011. Исследование влияния антропогенных воздействий на изменение геоэкологических условий урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита). Вестник Забайкальского государственного университета, 6 (73): 117–121.

Shesternev D.M., Vasyutich L.A. 2011. Research of the effect of anthropogenic impacts on the change of geocological conditions of urbanized territories of the southern cryolitozone (on the example of Chita). Transbaikal State University Journal, 6 (73): 117–121.

19. Nelson S.A. 2013. Slope stability, Triggering Events, Mass wasting Events. Natural Disasters, Tulane University, EENS 3050.

20. Skempton A.W. 1960. Effective stress in soil, concrete and rock. Proceedings of Conference on Pore Pressure and Suction in Soils. Butterworth, London, 4–16.

Ссылка для цитирования статьи Reference to article

Асилова З.А., Абдирашитова Н.А. Физико-механические свойства грунтов покровной толщи и их роль в изучении оползневых процессов (на примере г. Кок-Жангак) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43, №2. С. 210–216. doi: 10.18413/2075-4671-2019-43-2-210-216

Asilova Z.A., Abdirashitova N.A. Physico-Mechanical Properties of Grounds of Coating Threshold and Their Role in the Study of the Remained Processes (by the Example of the City of Kok-Zhangak) // Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 2019. V. 43, №2. P. 210–216. doi: 10.18413/2075-4671-2019-43-2-210-216