

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ СКЛОНА И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Джаманбаев М. Дж.¹, Омуралиев С. Б.²

¹Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич - доктор физико-математических наук, профессор, ректор, Кыргызский государственный университет им. И. Раззакова;

²Омуралиев Сагындык Бекишевич - кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт геомеханики и освоения недр

Национальная академия наук Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: атмосферные осадки увлажняют грунты склонов и снижают их прочностные характеристики. Сопротивление грунта сдвигу является одной из важнейших его характеристик, так как характеризует устойчивость грунта в склонах, а также в основаниях различных инженерных сооружений. Разработан расчетный метод на основе установленных зависимостей сопротивляемости сдвигу от влажности исследуемого грунта и вертикальных нагрузок и получена зависимость коэффициента устойчивости от влажности грунта для конкретного оползневого склона.

Ключевые слова: сцепление, угол внутреннего трения, сопротивление грунта сдвигу, устойчивость, влажность, оползень.

INFLUENCE OF MOISTURE ON THE SLOPE STABILITY AND STRENGTH PROPERTIES OF CLAY SOIL

Dzhamanbayev M.¹, Omuraliyev S.²

¹Dzhamanbayev Murataly - doctor of physical and mathematical sciences, professor, the rector, KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF I. RAZZAKOV;

²Omuraliyev Sagyndyk - candidate of physical and mathematical sciences, the senior research associate, INSTITUTE OF GEOMECHANICS AND DEVELOPMENT OF A SUBSOIL NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE KYRGYZ REPUBLIC, BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC

Abstract: precipitation moistened soil slopes and reduce their strength characteristics. Soil shear resistance is one of its most important characteristics, since resistance in the soil characterizes the slopes, as well as various engineering structures bases. A calculation method based on the established relationships shear resistance of the test soil moisture and the vertical load and the dependence on soil moisture stability coefficient for a particular landslide slope.

Keywords: clutch, angle of internal friction of soil shear strength, resistance, humidity, landslide.

УДК 532.546, 628.36 (575.2)

Влияние климатических условий на формирование и развитие оползневых явлений определяется количеством атмосферных осадков, распределением их по сезонам года, температурой воздуха, глубиной сезонного промерзания и др. Наибольшее влияние на устойчивость склонов оказывают условия увлажнения: количество атмосферных осадков, коэффициент увлажнения (отношение количества атмосферных осадков к испаряемости), распределение атмосферных осадков по площади и во времени.

Атмосферные осадки увлажняют грунты склонов и снижают их прочностные характеристики. Сопротивление грунта сдвигу является одной из важнейших его характеристик, так как характеризует устойчивость грунта в склонах, а также в основаниях различных инженерных сооружений.

Вопрос о сопротивляемости грунтов сдвигу является наиболее сложным в случае глинистых грунтов, которые в подавляющем большинстве случаев и вызывают развитие оползней. Прочность грунтов при сдвиге в свою очередь характеризуется основными прочностными характеристиками – удельным сцеплением и углом внутреннего трения.

В работе [3] приводятся данные о том, что только один этот фактор может привести к образованию оползня во время дождей.

В работе [4] утверждается, что кажущееся сцепление между частицами грунта падает от 0,045 МПа в естественном состоянии до 0,015 МПа при насыщении этих грунтов водой, т.е. в 3 раза.

При увлажнении грунта до полного водонасыщения наблюдается падение не только величины сцепления грунта от 0,023 до 0,001 МПа, но и угла внутреннего трения от 34 до 25° [1].

Терцаги [5] приводит обстоятельную сводку возможных механических причин оползней. При этом он различает внешние и внутренние причины оползней. Внешние причины вызывают рост сдвиговых напряжений на склоне. Сюда входят: подрезание основания склона рекой, влияние землетрясений и отложение осадков у бровки склона. К внутренним причинам относится то, что уменьшает сопротивление грунтов сдвигу (влажность).

Целью данной работы является разработка расчетного метода на основе установленных зависимостей сопротивляемости сдвигу от влажности исследуемого грунта и вертикальных нагрузок, и установление зависимости коэффициента устойчивости от влажности грунта.

Для оценки сопротивляемости сдвигу суглинистого грунта, были подготовлены образцы-близнецы одинаковой плотности $1,98 \text{ г/см}^3$ при различных значениях влажности (13%, 14%, 17%, 22%, 24%, 26%, 28%). Испытания проводились по методике неконсолидированно-дренированного среза при нормальных давлениях P : 0,1; 0,2 0,3 МПа. Плотность грунта определяли методом режущего кольца. Испытание грунтов на сдвиг в лабораторных условиях проводилось на приборе одноплоскостного среза типа ПС-10. Сразу после сдвига из области среза отбирали пробы грунта для определения его влажности. Это позволяет построить график зависимости предельного сопротивления грунта сдвигу от влажности. Три-четыре серии таких испытаний при различных давлениях (p_1, p_2, p_3) дают возможность построить семейство кривых предельного сопротивления сдвигу как функции влажности (рис. 1, а). Используя этот график, строят другой график — зависимости предельного сопротивления сдвигу от давления для любой влажности (рис. 1, б). По такому графику устанавливают значения удельного сцепления c_w и угла внутреннего трения φ_w грунта, обладающего определенной влажностью. Таким образом, значения c_w и φ_w относятся к определенному состоянию грунта. Зная эти характеристики грунта при различных влажностях, можно построить график зависимостей удельного сцепления и угла внутреннего трения от влажности (рис. 1, в).

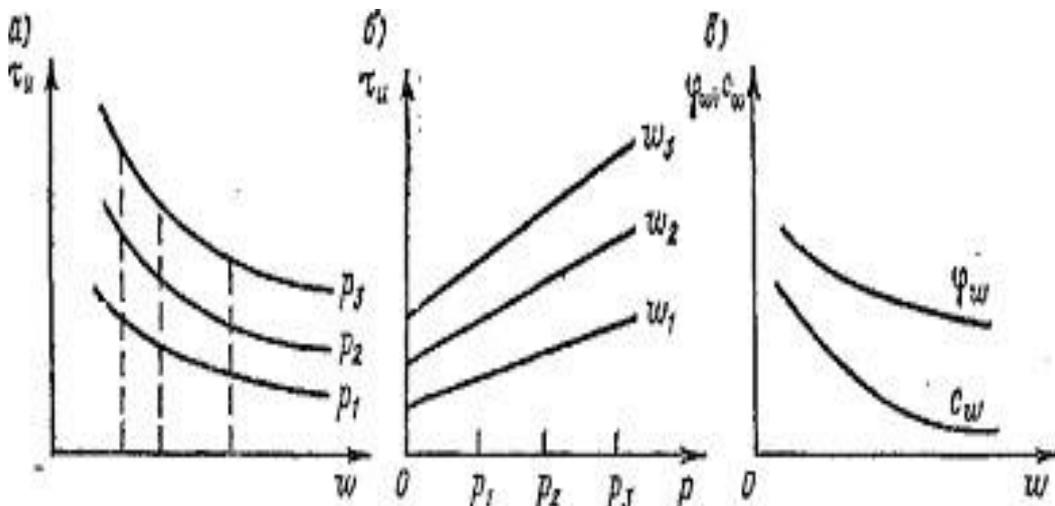


Рис. 1. Зависимости предельного сопротивления сдвигу от влажности (а) и от давления (б); зависимость параметров c_w и φ_w от влажности (в)

Проведены лабораторные исследования суглинков, отобранных в оползневых накоплениях (с. Чон-Арык, горы Боз-Болтоқ, высота стенки срыва $H=2,5$ м с заложением 1:2,2), с целью определения зависимости основных прочностных показателей от влажности: $C=f(w)$ и $\varphi=f(w)$. За теоретическую основу была принята теория «плотности-влажности» Н. Н. Маслова [2].

Далее приводится расчетный метод на основе установленных зависимостей сопротивляемости сдвигу грунтов от их влажности и вертикальных нагрузок.

На рисунке 2 приведены экспериментальные данные изменения сопротивления сдвигу для суглинистого грунта $\tau=f(P, W\%)$, а также значения параметров C и φ .

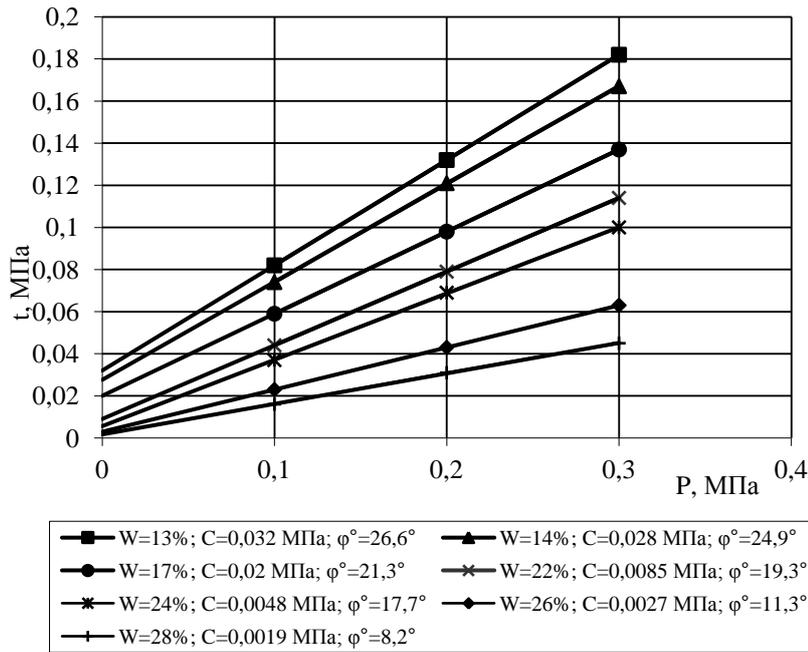


Рис. 2. Зависимость сопротивления сдвигу для исследуемого грунта $\tau=f(P, W\%)$

На рисунке 3 приведены изменения $C=f(W)$ и $\phi=f(W)$ для исследуемого грунта.

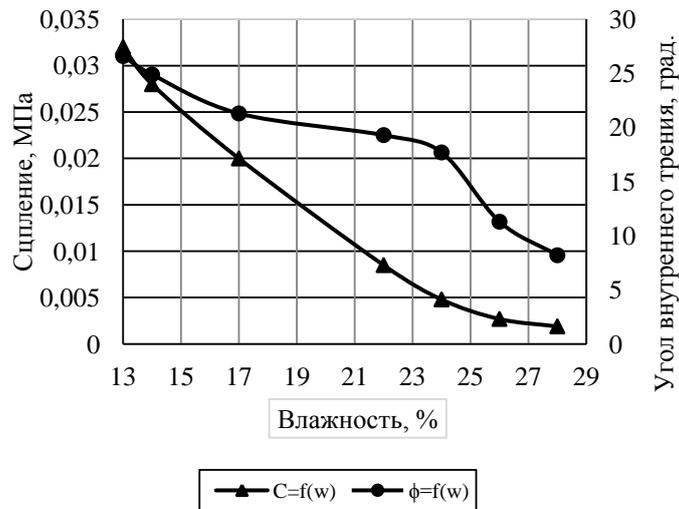


Рис. 3. График зависимости сцепления и угла внутреннего трения от влажности исследуемого грунта

Из рисунка 3 видно, что увеличение влажности грунта приводит к резкому уменьшению параметров C и ϕ^0 вследствие перехода от пластичного, текучепластичного состояния в текучее. Сцепление грунта уменьшается от 0,032 до 0,0019 МПа, а угол внутреннего трения снижается от 26,6⁰ до 8,2⁰ при увлечении влажности 13⁰ – 28⁰.

На рисунке 4 приведены расчетные значения $\tau=f(W\%, P)$ с учетом изменения C , $\phi=f(W)$ (рисунок 3).

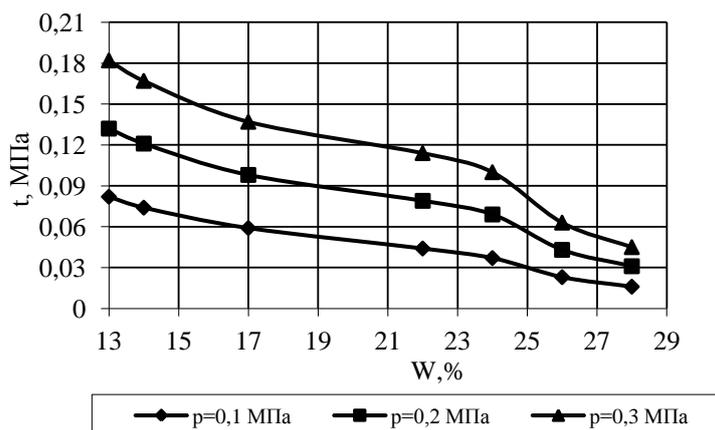


Рис. 4. Зависимость вида $\tau=f(W\%,P)$ сопротивления сдвигу для исследуемого грунта

Из графика (рисунок 4) видно, что сопротивление сдвигу грунта при влажности 13 – 28% снижалось от 0,132 до 0,031 МПа, т.е. с увеличением влажности сопротивление сдвигу исследуемого грунта, снижается в 4,26 раза.

Для ряда показателей влажности были использованы данные графиков (рисунок 3) и определена устойчивость оползневого склона. По результатам вычислений установлено, что коэффициент устойчивости данного оползневого склона выражается зависимостью вида:

$$K_{уст.} = 0,0022W^2 - 0,2252W + 4,9593,$$

где W – природная влажность склона.

Увеличение влажности грунта приводит к резкому уменьшению параметров C и ϕ вследствие перехода от пластичного, текучепластичного состояния в текучее. Разработан расчетный метод на основе установленных зависимостей сопротивляемости сдвигу от влажности исследуемого грунта и вертикальных нагрузок и получена зависимость коэффициента устойчивости от влажности грунта для конкретного оползневого склона.

Список литературы / References

1. Зарецкий Ю. К., Ломбардо В. И. Статика и динамика грунтовых плотин. М.: Энергия, 1983. 254 с.
2. Маслов Н. Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними). М.: Стройиздат, 1977. 320 с.
3. Fukuoka M. (1980). Landslides associated with Rainfall // Geotechnical Engineering. Vol. 11. Pp. 1-29.
4. Geotechnica (1967). Estabilizacao de Telube-Estrado do Jaquia. Report GB-224/67 from Geotechnica S. A. Sursan. Guandara. Brasil.
5. Terzaghi K (1950). "Geol.Soc.Amer.Engineering Geology" (Berkly) Volume. P. 83.