

Усенов К.Ж., Асилова З.А.

ИЗМЕНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ В ЛЕССОВИДНЫХ ПОРОДАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УВЛАЖНЕНИЯ-ВЫСУШИВАНИЯ ГРУНТА

УДК : 622.01

Гидрогеологические условия определяют уровень подземных вод, следовательно, и влажность пород. При наличии в толще грунта глинистых прослоев, являющихся водоупорами, происходит переувлажнение пород на этом горизонте. При повышении грунтовых вод выше основного деформирующего горизонта прочность грунтов снижается и начинается процесс активизации оползня.

Большинство оползней Юга Кыргызстана расположены в Ошской и Жалалабатской областях. Подавляющее большинство оползней на этой территории (до 70%) образуются под воздействием подземных вод [2]. Область разгрузки подземных вод расположена на склонах речных долин, дренирующих водоносные комплексы, и ниже области их питания, причем на таких участках проявляется массовое проявление оползней. Так как наибольшее их количество зарегистрированы в местах приуроченных к бассейну реки Кугарт и Яссы, то изучение процесса увлажнения-высушивания лессовидных пород необходимо для предотвращения процессов катастрофического характера как оползень.

Изучением природы прочности лессовидных пород занимались многие исследователи (Н.Я. Денисов, А.К. Ларионов, Ю.М. Абелев, Г.А. Мавлянов, М.М. Решеткин и др.) [1], но единого мнения о природе и причинах изменения сопротивления сдвигу при увлажнении - высушивании в лессовидных породах, нет.

С точки зрения механики грунтов, устойчивое положение лессовидных пород на склоне обуславливается преобладанием силы сопротивления сдвигу над сдвигающими усилиями. Силы, удерживающие породу на склоне – природная прочность лессовидных пород в сухом состоянии – их природное сцепление, связность и силы трения, возникающие между частицами под действием вертикальной нагрузки, а силы, стремящиеся сдвинуть породу – вес самой породы, ее стремление занять наиболее низкое, более устойчивое положение на склоне.

Математическое выражение силы сопротивления сдвигу (силы, удерживающие породу в равновесном состоянии) находятся по формуле Кулона, усовершенствованной Н.Н.Масловым для связных грунтов:

$$\tau = Ptg\varphi + c + W$$

где τ – сопротивление породы сдвигу;

P - вертикальное давление, равное весу вышележащей толщи грунта;

c – структурное сцепление; для лессовидных пород – связанное с цементацией нерастворимыми солями;

W - связность грунта, зависящий от влажности породы;

$tg\varphi$ - коэффициент трения.

При изменении влажности образца от 3-5 до 16-22% происходит резкое падение величины сопротивления сдвигу (в 2,5 раза), особенно в интервале влажности 3-5-10% [1].

При дальнейшем увлажнении лессовидного суглинка от 16-22 до 24-30% величина сопротивления сдвигу незначительно уменьшается. Силы молекулярного притяжения постепенно ослабляются, снижается трение между частичками более крупных размеров за счет «смазывающего» действия абсорбированных воду глинистых частиц. Но все-таки влажность еще не достигает того предела, когда частицы грунта выходят из сферы молекулярного притяжения.

При достижении влажности, какой то определенной величины сопротивление сдвигу начинает резко падать даже при незначительном дальнейшем увлажнении. Это явление наступает в том случае, когда влажность достигает такого предела, при котором толщина водных пленок увеличивается настолько, что частицы выходят из сферы взаимного притяжения и грунт переходит в текучее состояние.

Изучение природы прочности лессовидных пород проводилось до сих пор с целью прогноза и возможного предотвращения катастрофических просадочных явлений. Нами поставлена цель, исследовать изменение сопротивления сдвигу лессовидных пород при увлажнении-высушивании грунта.

Нами проведено ряд экспериментов и выявлены определенные зависимости.

Задачи исследования:

1. Разработка методики определения сопротивления сдвигу лессовидных пород при увлажнении-высушивании грунта.
2. Установление зависимости изменения сопротивления сдвигу при многократном увлажнении высушивании.
3. Выявление характера изменения сопротивления сдвигу лессовидных пород при увлажнении-высушивании грунта.

Методика эксперимента

1. Эксперимент проводился из грунта окрестности Чон-Арык. Из просеянного грунта приготовили 30 одинаковых образцов цилиндрической формы. Диаметр образца был 54мм, высота образца 20мм. Всего проводили эксперимент 10 раз. Каждый раз определяли сцепление, и угол внутреннего трения лабораторным путем на приборе П-10С.

Для достижения поставленной цели эксперимент проводили следующим образом: сначала приготовили образцы, через сутки испытали первые три образца, а остальные поставили на промачивание. Промачивали и высушивали образцы в одинаковых условиях, сдвигали при одинаковых влажностях. Увлажняли образцы каждый раз в одно и то же время ровно по одному часу, через сутки опять сдвигали следующую партию образцов. Для равномерного высушивания грунтов покрывали образцы полиэтиленом. Увлажняли грунты снизу, т.е. поставили их на платформу с одинаковыми отверстиями так чтобы вода лишь касалась основания образца. (рис.1). Каждый раз при промачивании наливалось одинаковое количество воды. Определены водно-физические свойства грунтов по [3] результаты приведены в таблице 1

Таблица 1

№ обр	Масса m, гр.	Плотность, ρ г/см ³	Уд.вес г/см ³	Плот.скел $\rho_{ск}$, т/см ³	Влажность w, %	Объем.влаж w ₀ , %	Пористость, m, %	Коэф.фильтр Кф, м/сут
1	105	2,16	2,70	1,86	16	29,3	50	3,4*10-5

После проведения эксперимента на сдвиг все образцы сдвигались на 5мм (рис 2).



Рис.1. Образцы при увлажнении



Рис.2. образцы после сдвига

2. Когда мы сопоставили сцепление с количеством увлажнения высушивания, то получили следующий график.



Рис 3.Зависимость изменения сцепления от количества увлажнения- высушивания.

В этом графике отражены результаты девяти экспериментов. Первые образцы сдвигали через сутки после их приготовления, а последние образцы после девятикратного увлажнения-высушивания. Хотя и результаты первого и последнего эксперимента почти одинаковые, но в середине эксперимента сцепление ведет себя по-разному. Как мы видим из нижеследующей таблицы, коэффициент внутреннего трения менее влиятелен на многократное увлажнение высушивание грунта.

Сцепление меняется именно из-за изменения связности грунта W, зависящей от влажности породы.

3. При многократном увлажнении высушивании образцы сохранили форму. Как видно из графика сцепление во всех случаях разное, в начале и в конце эксперимента оно увеличивается, а в середине эксперимента

сцепление почти ведет себя стабильно. Попробуем построить таблицу, отражающую изменение сцепления в зависимости от количества раз увлажнения – высушивания.

Количество замачивания высушивания, раз	Сцепление, кг/см ² ,	Коэффициент трения
1	0,5	0,5
2	0,57	0,45
3	0,43	0,45
4	0,43	0,45
5	0,4	0,5
6	0,43	0,5
7	0,43	0,45
8	0,73	0,3
9	0,45	0,5

Как видно из таблицы сцепление в данном случае изменяется от 0,4 кг/см² до 0,73 кг/см² а коэффициент внутреннего трения изменяется от 0,3 до 0,5.

Когда мы эти же грунты высушили до влажности 10% то сцепление составило 3,08 кг/см² а коэффициент внутреннего трения составил 0,15.

Вопрос о том, почему в середине эксперимента нарушается стабильное состояние сцепления в зависимости от количества раз увлажнения высушивания грунта остается открытым.

Литература:

1. Петрухина И.А. Механизм движения оползней в лессовидных породах. Гидрогеология и инженерная геология Аридной зоны СССР. Из-во «Фан» вып 3, Ташкент, 1966, стр.11-15.
2. Айтматов И.Т., Кожогулов К.Ч., Никольская О.В. Геомеханика оползнеопасных склонов, Институт физики и механики горных пород, Бишкек «Илим» 1999,-208с.
3. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований: Учебное пособие.-Л.: Недра,1990.-328с.