

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА СМЕЩЕНИЕ СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ

ДЖАМАНБАЕВ М.Дж., КГТУ им. И.Раззакова

ОМУРАЛИЕВ С.Б. О., Институт геомеханики и освоения недр НАН КР
izvestiya@ktu.aknet.kg

В статье изложена методика проведения лабораторных испытаний по выявлению качественных особенностей смещения глинистых грунтов в зависимости от его механического состава.

Метеорологические факторы (осадки в зимний период времени, толщина снегового покрова, интенсивность снеготаяния и ливни в весенний, летний и осенний период), несомненно, играют значительную роль в активизации оползневых процессов. При этом одними из основных факторов оползневых процессов являются атмосферные осадки в весенний и осенние периоды [1, 2, 3, 4].

Устойчивость склонов и откосов зависит от атмосферных осадков и от самой породы. Например, одинаковые по количеству осадков ливни вызывают поверхностную эрозию, а продолжительные дожди – глубокую инфильтрацию и обводнение рыхлых глинистых пород. Изменение влажности этих пород приводит к значительному повышению их объемной массы (иногда на 20 – 30%) и уменьшает сопротивление сдвигу. Они приобретают свойства пластичности и текучести, что приводит к сходу оползней.

В процессе смещения склонов и откосов под воздействием гидродинамических сил в некоторых случаях оползни-потоки и оплывины приобретают характер грунтовой массы. При этом численное значение прочностных характеристик и угол образующегося откоса можно определять методом моделирования в лотке [5, 6, 7].

Методика проведения лабораторных испытаний

На основе анализа существующих моделей лотков и их конструкций нами для проведения лабораторных исследований по выявлению качественной картины образования трещин на модельных материалах и покровных отложениях оползнеопасных склонов при увлажнении их атмосферными осадками была создана экспериментальная установка.

Установка представляет собой лоток с прозрачными стенками, сделанными из оргстекла высотой 40 см, шириной 10 см, длиной 60 см и емкостями с водой, равномерно распределенными по длине увлажняемого склона. При этом общий объем воды составляет 10000 см³, что обеспечивает насыщение грунта в лотке до образования трещин отрыва.

На экспериментальной установке можно исследовать влияние атмосферных осадков на смещение покровных суглинистых отложений при различной интенсивности дождя. Для фиксации заданного угла наклона лотка применяется вертикальная стойка с отверстиями, в которые вставляется металлический стержень на соответствующую высоту стойки.

Модель склона возводится в прозрачном лотке для наблюдения за качественной картиной образования места (нижняя или верхняя часть лотка) трещин и развития смещения. Для создания прочного контакта между основанием грунта и дном лотка в дне лотка укрепили материал, чтобы основание грунта оставалось неподвижным на наклонной плоскости. В противном случае при отсутствии трения склон соскальзывал бы вниз.

Боковые стенки покрывали водонепроницаемой пленкой для предотвращения утечки воды между стенками и дном лотка.

В качестве глинистого материала образцов использованы покровные лессовидные суглинки. Наполнителем в образцах является речной песок, просеянный через сито с размером ячейки 1 мм для удаления крупных частиц. При подготовке к опытам грунт размельчали деревянным пестиком и просеивали через сито с отверстиями в 2 мм. Склон создавали методом послойного трамбования, т.е. через каждые 10 см грунт уплотняли ручной трамбовкой и доводили плотность и влажность грунта до их природных значений. Все опыты проводились с трехкратной повторностью, затем получали средние значения.

На поверхность откоса засыпали крупнозернистый песок (2 см) для равномерного проникновения воды в тело склона. По литературным источникам, предельными углами наклона склона, при которых происходит оползневые процессы, считаются 20° – 30° . Лоток устанавливали наклонно под углом 25° , который оставался постоянным в течение всего опыта. Для замачивания грунтов открывали краны на емкостях, пускали воду в грунт с интенсивностью в пределах (0,2 – 0, мм/мин.) в течение 1 – 3 часов.

Результаты экспериментальных исследований

При насыщении грунта водой с интенсивностью 0,2 – 0,4 мм/мин спустя 6 дней склон начал деформироваться, на поверхности склона в нижней его части появились трещины, преимущественно в поперечном направлении (с раскрытием до 2–4 мм). На поверхности склона не были отмечены продольные и радиальные трещины. Вода скопилась в трещинах, склон полностью водонасытился, и произошел небольшой отрыв нижней части откоса высотой $(1/3)H$ и длиной 15 см. Глубина развития трещин от 2 – 8 см.

При дальнейшем замачивании произошло сдвижение участка грунта ниже склона, и начала развиваться система трещин вверх по склону. После этого вода заполнила трещины, деформации резко ускорились, и произошло характерное оползание значительной части склона. После проведения опытов были отобраны образцы по глубине для определения основных физико-механических вышеперечисленных характеристик грунтов (табл. 1).

Таблица 1. Основные характеристики физико-механических свойств модельного материала после схода

Раз	мм	Выс	ота	модельный материал (глина: песок = 40:60)%
-----	----	-----	-----	--

	Опыты	Плотность частиц грунта, г/см ³ ,	Плотность грунта, г/см ³	Плотность в сухом состоянии, г/см ³	Природная влажность, % (до схода)	Влажность (после схода), %	Пористость, %	Коэффициент пористости, д.е	Степень влажности, д.е	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа
		ρ_s	ρ	ρ_d	W	W	n	e	S_{r1}	φ	C
40x10x60	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Опыт №1	2,68	2,24	1,87	10	20	30	0,44	1,23	26	0,01
	Опыт №2	2,68	2,19	1,81	10	21	32	0,48	1,17	22	0,007
	Опыт №3	2,68	2,23	1,87	10	19	30	0,43	1,18	24	0,01
	Ср. знач.	2,68	2,22	1,85	10	20	31	0,45	1,19	24	0,009

Полученные данные подтверждают, что в процессе инфильтрации нарушаются структурные связи модельных материалов. После схода влажность составляла 19 – 22 %, плотность меняется в диапазоне 2,19 – 2,24 г/см³ и соответственно пористость варьируется в пределах 30 – 32 %. В связи с этим резко уменьшается сцепление от 0,01 МПа до 0,007 МПа. Следовательно, при влажности 19 – 22% в модельных материалах (глина:песок = 40:60)% на склонах неизбежны образование и сход оползней различного объема в зависимости от механического состава.

В связи с продолжительными дождями в весенний период 2002 года на склонах предгорных долин в окрестностях Бишкека произошли многочисленные поверхностные оползни типа оплывин и сплывов. Таких оплывин было отмечено три: одна в селе Орто-Сай, которая, перекрыв дорогу, угрожала близко расположенным к ней домам, и две с северного склона горы Боз-Болток (с. Чон-Арык), перекрывшие дорогу для проезда транспорта. Эти оползни произошли в мае 2002 года после сильных ливневых дождей. Рассматриваемый участок представляет собой склон до 20 – 25⁰, тело оползня сложено супесчано-суглинистым грунтом.

Для исследований по определению смещений в покровных отложениях оползнеопасных склонов при увлажнении их атмосферными осадками были отобраны образцы из нижней части стенки срыва.

По предложенной нами методике были также проведены опыты с образцами природного грунта. Через пять дней склон начал деформироваться, и на поверхности склона появилась начальная поперечная трещина шириной до 0,3 см. Здесь тоже мы не обнаружили продольных и радиальных трещин. Небольшой отрыв нижней части склона произошел с глубины (2/3)Н. После отрыва опять появились поперечные трещины, которые

распространялись вверх по склону. В дальнейшем склон полностью водоносился, и основная масса сползла. Глубина развития трещин от 5 до 10 см и длина блоков, разделенных трещинами, от 10 до 17 см.

Опыты подтвердили, что замачивание грунта в наклонном лотке способствует развитию трещин и приводит к подвижкам отдельных блоков. После окончания опытов были взяты образцы для определения основных физико-механических характеристик покровного суглинка (табл.2).

Таблица 2. Основные физико-механические свойства покровного отложения после смещения.

Размер лотка, см	Высота грунтовой массы, см	Опыты	Суглинистый грунт (с.Чон-Арык, горы Боз-Болток)									
			Плотность частиц грунта, г/см ³ ,	Плотность грунта, г/см ³	Плотность в сухом состоянии, г/см ³	Природная влажность (до схода), %	Влажность (после схода), %	Пористость, %	Коэффициент пористости, д.е	Степень влажности, д.е	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа
			ρ_s	ρ	ρ_d	W	W ₁	n	e	S _r	ϕ	C
40x10x60	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Опыт №1	2,70	1,97	1,53	10	29	43	0,77	1,02	22	0
		Опыт №2	2,70	2,02	1,59	10	27	41	0,74	1,05	22	0,007
		Опыт №3	2,70	2,01	1,57	10	29	42	0,73	1,05	22	0,003
		Ср. знач.	2,70	2,00	1,56	10	28	42	0,75	1,04	22	0,003

Из таблицы 2 следует, что влажность во время схода составляла 27 – 29%. Грунты плотные, плотность меняется в диапазоне 1,97 – 2,02 г/см³, соответственно пористость варьируется в пределах 42 – 43%. Замачивание грунтов оказывает существенное влияние и на прочностные характеристики грунтов. Нарушается структура суглинистых покровных отложений, уменьшается сцепление от 0,007 до 0 МПа.

Средние величины сопротивления сдвигу при трех вертикальных нагрузках – 0,1; 0,2 и 0.3 МПа получились следующие (табл.3):

Таблица 3. Средние величины сопротивления сдвигу при трех вертикальных нагрузках

После схода модельный материал –1 и суглинистый грунт – 2		
P, МПа	1-τ, МПа	2-τ, МПа

0,1	0,054	0,043
0,2	0,099	0,083
0,3	0,144	0,123

Все эти данные представлены на рис. 1.

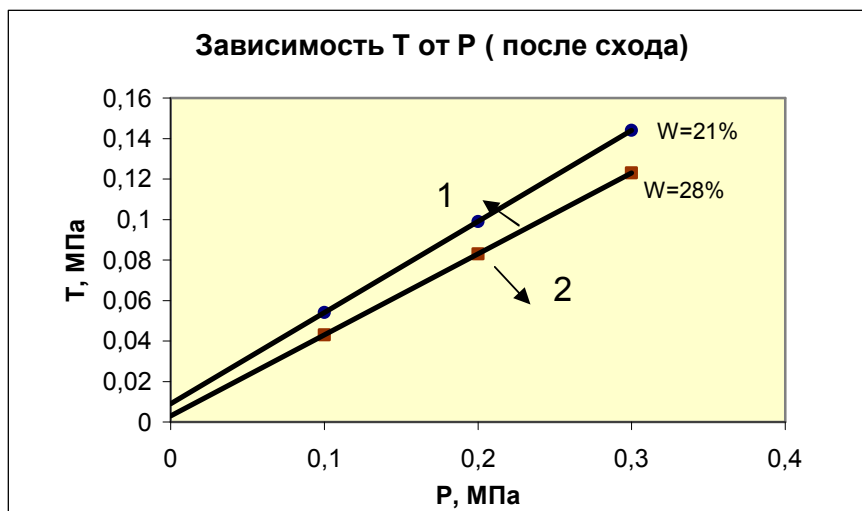


Рис.1. Зависимость сопротивления сдвигу от вертикального давления после схода.

С изменением влажности и плотности суглинистых грунтов изменяются их состояние и свойства и, в частности, консистенция. Особенно при нарушении структуры уменьшаются величины сил сцепления и внутреннего трения между частицами.

Из графика видно, что с увеличением влажности до предела текучести сцепление стремится к нулю. Значит, при увлажнении 21% модельный материал – глина:песок=40:60% – переходит в текучее состояние, а суглинистый грунт при увлажнении – 28%.

Выводы

1. Установлено, что при влажности 19 – 22% в модельных материалах (глина:песок = 40:60)% – на склонах неизбежны образование и сход оползней различного объема в зависимости от механического состава.
2. В результате физического моделирования оползневых склонов с углом наклона 25° и интенсивностью осадков в пределах 0,3 мм/мин. установлено, что образование первоначальных трещин происходит в нижней их части при достижении среднего значения влажности суглинистых грунтов 28%.

Литература

1. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. – М.: Недра. 1972. 308 с.
2. Кюнтцель В.В. Закономерности оползневого процесса на Европейской территории СССР.- М.: Недра. 1980. 213 с.

3. Менглибаев М. Оползни Чаулиса и их типы.//Тр.ГИДРОИНГЕО.Душанбе. Донши. 1968.-Вып.12. С.187-191.
4. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г., Лосев В.А. Мониторинг оползневых процессов на горнопромышленных территориях Кыргызстана // Проблемы геомеханики и геотехнического освоения горных территорий. Бишкек: Илим. 2001. С. 413-422.
5. Мирасланов М. Методика изучения и прогнозирования некоторых инженерно-геологических явлений при эксплуатации ирригационных систем на лессовых грунтах-«Гидрогеология и инженерная геология аридной зоны СССР», сб.10, изд-во «ФАН» УзССР, Ташкент, 1969.
6. Мирасланов М.К. К методике моделирования некоторых типов оползней в лессовых породах в полунатурной модели. – В кн.: Вопросы инженерной геодинамики. Ташкент, 1972, с. 54-77.
7. Шадунц К.Ш. Оползни-потоки. М.: Недра,1983. 120 с.