

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВОЗДУХА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ЕСТЕСТВЕННОГО СЛОЖЕНИЯ

Кадыралиева Г.А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Особенностью грунтов приповерхностного слоя откосов или естественных склонов горных дорог является наличие в них активной зоны, в пределах которой, под действием природно-климатических факторов происходит существенное изменение их физико-механических свойств. Формирование активной зоны на откосах и склонах происходит под воздействием внешних и внутренних силовых воздействий. К внешним из которых относятся силовые воздействия поверхностных и паводковых вод, ветровая нагрузка и технологические процессы сооружения дорожного полотна, к внутренним относятся, напряженное состояние, возникающее за счет касательных напряжений откосного контура, наличие подземных вод и сейсмическая активность /1/.

Мощность этой активной зоны измеряется первыми десятками метров и представлена грунтами, сформировавшимися в результате выветривания и влияния атмосферных осадков, сезонных колебаний температуры, скорости ветра, химического выщелачивания и в пределах этой зоны выветривания происходит нарушение местной устойчивости откоса или склона, приводящих к образованию локальных деформаций /2/.

Снижение прочностных свойств грунтов на поверхности склонов и откосов происходит за счет таких природно-климатических факторов, как циклическое промерзание и оттаивание грунта, их набухание и высушивание при изменении влажности и сезонных колебаний температуры воздуха. В результате чего изменяется состав, структура, плотность, влажность и размеры твердых частиц грунта, вследствие чего, снижаются их прочностные показатели, и возрастает мощность активной зоны. /3/.

Грунты представляют собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему состоящие из минеральных зерен, коллоидных частиц, порового пространства, связанной и рыхлосвязанной воды. Нагревание и промерзание поверхности откосов приводит к перераспределению влаги в грунте и, как следствие, изменение агрегатного состояния. При низких значениях температуры воздуха происходит снижение температуры грунта откоса, причем грунт охлаждается медленнее воздуха, в порах образуется конденсат пара, который постепенно переходит во влагу и перемещается из глубинных слоев и поступающего воздуха, в результате чего происходит увеличение объема несвязной воды, что приводит к повышению влажности грунта. Дальнейшее понижение температуры воздуха приводит к переходу образовавшейся воды в порах в лед. При нагревании грунта влага в порах постепенно испаряется, вначале с поверхности, а затем и с более глубоких горизонтов. Температура замерзания и оттаивания, льдообразование, а также изменение свойств грунтов при многократных циклических воздействиях не носят одинаковый характер во всех в типах грунтов. /табл.1/ Например, глинистые грунты, могут полностью потерять свою сплошность, скальные и полускальные, особенно сильно трещиноватые грунты начинают осыпаться, а неводостойкие скальные грунты переходят в вязкую жидкость.

Таблица 1. Данные о льдистости грунтов в зависимости от их гранулометрического состава /4/

Название грунта	Гранулометрический состав			Температура грунта, °С	Влажность, %	Льдистость, %
	песок >0,1	пыль 0,1-0,005	глина 40,00 ₅			
Пылеватый песок	10,53	82,78	6,69	-14	19,77	13,15
Суглинок	53,35	33,06	13,59	-14	33,75	16,73
Глина каолиновая	5,52	57,98	36,50	-14	54,44	43,22
Глина монтмориллонитовая	9,00	69,0	22,00	-14	71,58	51,58
Глина монтмориллонитовая	8,5	11,5	80,00	-14	174,88	120,40

Известно, что сопротивление грунтов сдвигу обусловлено силами трения, прямо пропорционально нормальному давлению, силами сцепления частиц грунта и связности.

$$\tau = P * \operatorname{tg} \varphi + C + \Sigma$$

где, P-нормальное давление на грунт

$\operatorname{tg} \varphi$ - коэффициент внутреннего трения

C –удельное сцепление грунта

Σ – связность грунта

И промерзание, и прогревание грунтов на откосе связано с потерей влаги в порах, которое оказывает существенное влияние на связность коллоидных частиц грунта, что приводит к снижению прочностных свойств грунтов в этом слое.

С целью выявления влияния сезонных колебаний температуры воздуха, на физико-механические свойства грунтов приповерхностного слоя склонов и откосов, проводили натурный

эксперимент, на оползневом участке склона, ориентированный в южном направлении с высотной отметкой 915м над уровнем моря. Выявлено, что глубина промерзания на склоне зимой составляет 10-17см./рис. 1/

Для исследования физико-механических свойств оползневого тела производили отбор образцов, каждый месяц, начиная с января по декабрь месяц, измеряли температуру воздуха и температуру грунта в момент отбора образцов и определяли влажность, плотность, гранулометрический состав и сопротивление сдвигу грунта в лабораторных условиях.

Отбор производили прямо в теле оползня, зачистив поверхности склона на 50-100см. Образцы подвергали испытанию в день отбора, в лабораторных условиях. По числу пластичности грунты склона относятся к суглинкам $I_p=9-14$ и имеют равномерно распределенные в грунте включения фракций размерами 2-7мм, которые заметны визуально.

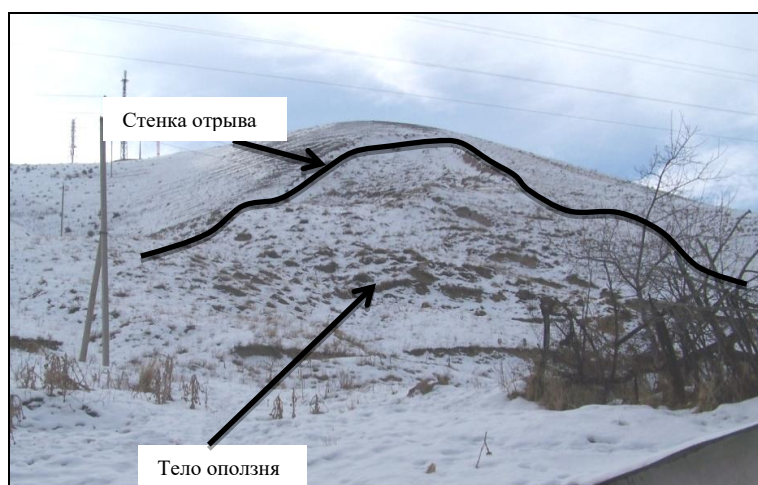


Рис. 1. Оползневой склон, на котором производился отбор образцов естественного сложения

Наблюдения за изменением температурного режима грунта оползневого тела проводили как по поверхности, так и по глубине. Температуру грунта измеряли термометром KI&BNT. /рис.2/

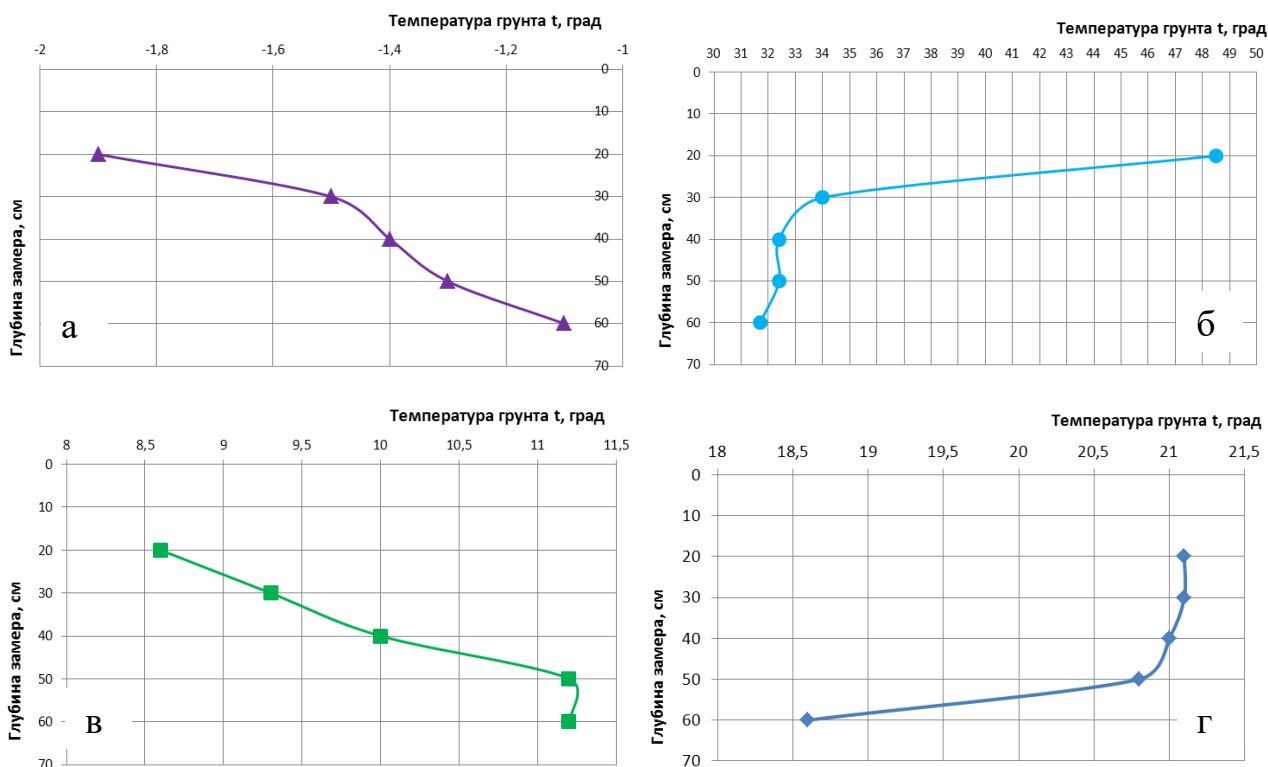


Рис.2. Изменение температуры грунта по глубине откоса:
а) в феврале месяце; б) в июле месяце; в) в октябре месяце; г) в мае месяце

На основе проведенных исследований выявлено, что значение температуры в грунте в жаркое время года (июнь, июль, август сентябрь) превышает температуру воздуха, поскольку при больших температурах грунт нагревается, держит тепло в себе и не успевает охладиться в ночное время суток. В холодное время года (октябрь, ноябрь, декабрь, январь) температура грунта ниже, чем температура воздуха, за счет того, что не успевает нагреться в теплое время суток (днем)./табл. 2/

При низких температурах атмосферного воздуха замерзшая вода в порах грунта увеличивает его прочностные показатели, а при повышении температуры воздуха грунт нагревается растопливая замерзшую воду, увеличивая в них влажность, что приводит обратно, к снижению их прочности.

Таблица 2. Значения температуры грунта на склоне и температуры воздуха в момент отбора образцов

Месяцы измерения	Температура воздуха, град	Температура грунта, град
Январь	+6,8	-0,1
Февраль	+1,2	+1,9
Март	+12,1	+12,9
Апрель	+20,0	+14,8
Май	+27,0	+25,8
Июнь	+13,6	+17,2
Июль	+45,1	+48,5
Август	44,2	47,3
Сентябрь	+27,1	+27,4
Октябрь	+7,1	+6,0
Ноябрь	+5,44	+3,8
Декабрь	-1,6	-1,4

На основе проведенных исследований зависимости влажности грунта от сезонного колебания температуры выявлено, что в летний период года, значение влажности грунта приповерхностном слое склона в среднем составляет 12,48%. Начиная с конца февраля по апрель месяц влажность грунтов увеличивается максимально до 19,68%, практически достигая предел текучести грунтов /рис. 3/.

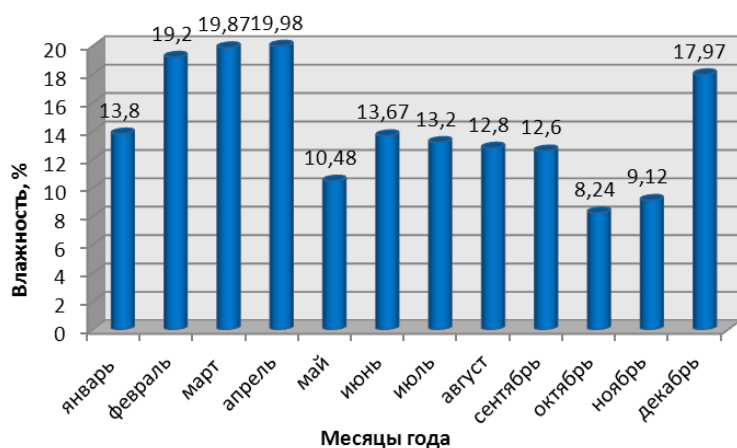


Рис. 3. Изменения влажности грунта по месяцам

Влияние температуры воздуха на плотность грунтов показало, что чрезмерно увлажненный грунт имеет низкую плотность, а чем меньше влаги в грунте, плотность в них увеличивается. По результатам наблюдений за изменением плотности грунтов оползневого тела показали, что с января по май месяц грунты имеют низкую плотность, так как в этот период грунты имеют максимальные значения влажности, поскольку из-за нагревания воздуха происходит таяния льда в грунте. Максимальные показания плотности до $\gamma = 2600 \text{ кг/м}^3$ в июле месяце, когда температура воздуха составляет $+45,1^\circ\text{C}$, а температура грунта превышает атмосферного $+48,5^\circ\text{C}$. Затем идет обратное снижение плотности до 2100 кг/м^3 . /рис. 4/

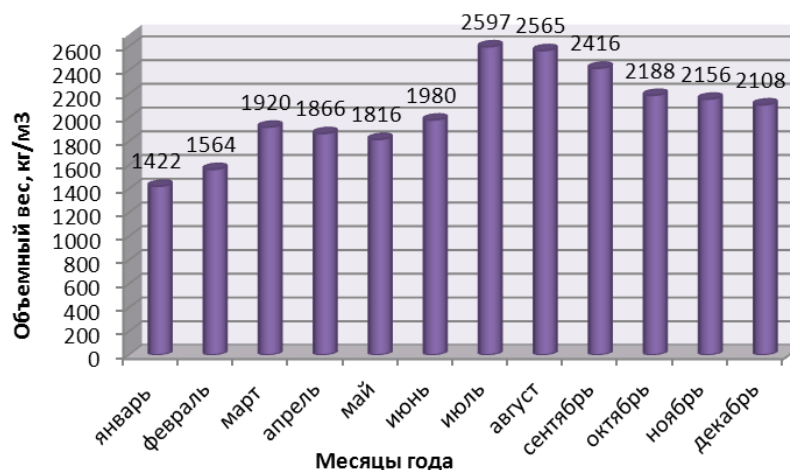


Рис. 4. Изменения плотности грунта по месяцам

Как известно, прочностью грунта называется его способность, воспринимать силы внешнего воздействия, не разрушаясь. Прочность грунтов оценивается сопротивлением их сдвигу. Сопротивление сдвигу характеризуется углом внутреннего трения и сцепления. Сопротивления сдвигу грунтов зависит как от влажности, плотности, гранулометрического состава, так и от сезонного колебания температуры. Результаты лабораторных экспериментов по оценке влияния температуры воздуха на угол внутреннего трения и сцепления грунтов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Изменение угла внутреннего трения и сцепления грунтов по месяцам

Месяцы года	Угол внутреннего трения φ , град	Сцепления C , МПа
Январь	31	0,004
Февраль	21	0,047
Март	23	0,05
Апрель	23	0,04
Май	14	0,056
Июнь	31	0,004
Июль	17	0,043
Август	22	0,03
Сентябрь	16	0,013
Октябрь	21	0,013
Ноябрь	19	0,01
Декабрь	16	0,03

Максимальные значения угла внутреннего трения составляют в июне и январе месяце в среднем $\varphi=31^{\circ}$, минимальные $\varphi=15^{\circ}$ в мае, сентябре и декабре месяце. Низкие значения сцепления грунтов выявлены в январе и июне $C=0,004$ МПа, максимальные значения сцепления в феврале, марте и мае месяцев в среднем $C=0,05$ МПа.

На основании проведенных лабораторных исследований по оценке влияния сезонных колебаний температуры на физико-механические свойства грунтов на склонах откосах установлено, что:

- в летний период года, значение влажности грунта в среднем составляет 12,48%, в весенний период года увеличивается максимально до 19,68% и наблюдались подвижки тела оползня;

- максимальные показания плотности грунтов до $\gamma=2600\text{кг/м}^3$ в июле месяце, когда температура воздуха составляет $+45,1^{\circ}\text{C}$, а температура грунта превышает атмосферного $+48,5^{\circ}\text{C}$;

- максимальные значения угла внутреннего трения составляют в июне и январе месяце в среднем $\varphi=31^{\circ}$, минимальные $\varphi=15^{\circ}$ в мае, сентябре и декабре месяце.

- низкие значения сцепления грунтов выявлены в январе и июне месяце $C=0,004\text{МПа}$, максимальные значения сцепления в феврале, марте и мае месяцев в среднем составляет $C=0,05\text{МПа}$.

- сезонные колебания температуры воздуха в результате промерзания и оттаивания, высушивания и замачивания грунтов атмосферными осадками приводит к снижению их физико-механических свойств и как следствие нарушению местной устойчивости склонов и откосов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.М. Львович, Ю.Л. Мотылев Укрепление откосов земляного полотна автомобильных дорог. Москва. Изд. «Транспорт» 1979
2. Г.А. Кадыралиева Влияние физических свойств грунтов на сопротивление сдвигу «Инновационное развитие и востребованность науки в современном казахстане» IV Международная научная конференция. Алмата, 2010г (стр. 42-47)
3. О.В. Никольская, Г.А. Кадыралиева Оценка влияния сезонных колебаний температуры на прочностные свойства грунтов и местную устойчивость откосов горных дорог «Современные проблемы механики сплошных сред» вып. 16, Бишкек 2012 г (стр. 238-245).
4. М.Н. Гольдштейн Деформации земляного полотна и оснований сооружений при промерзании и оттаивании. Государственное транспортное железнодорожное издательство. Москва 1948.