

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В ЗАСОЛЕННЫХ ЗОНАХ УЗБЕКИСТАНА****RESULTS ON CALCULATED CHARACTERISTICS OF SUB GRADE SOILS IN
SALINE AREAS OF UZBEKISTAN**

Макалада Ўзбекистандын туздуу аймактарындагы автомобиль жолдору үчүн жер каптамына пайдаланылуучу топурастын эсептик мүнөздөмөлөрүнүн изилдөөлөрү боюнча жыйынтыгы берилди.

Ачык сөздөр: *жер каптамы, жабышуу күчү, стабилдүүлүк, жер астындагы минералдашкан суулар, топурактар, туздуктар, ички сүрүлүү бурчу, автомобиль жолдору.*

В статье приведены результаты исследований расчетных характеристик грунтов засоленных территорий Узбекистана используемых при возведении земляного полотна автомобильных дорог.

Ключевые слова: *Земляное полотно, сила сцепления, стабильность, минерализованные подземные воды, грунты, солончаки, угол внутреннего трения, автомобильные дороги.*

In article provided results of studies of calculated characteristics of grounds in saline areas of Uzbekistan used in the sub grade soil construction of automobile roads. On the result of interpretation was taken the graphic analytical dependence for determination of calculated characteristics of grounds including from the type of saline.

Keywords: *Sub grade, adhesive power, stability, mineralized subterranean waters, soils, saline soils, angle of internal friction, automobile roads.*

Засоленные грунты распространены в основном в сухих засушливых зонах, и составляют 240 млн. гектаров площади всего земного шара. В странах СНГ засоленные грунты распространены в Казахстане, в республиках Центральной Азии, на территориях северо - восточного Кавказа, юго – Восточной Украины и составляют 120,8 млн.гектаров площади.

В Узбекистане орошаемые земли составляют 1970,7 тысяч гектаров площади, из них 50% приходится на вновь освоенных земель. В частности, 75% земель в различной степени засолены, слабозасоленные грунты составляют 1117,7 тысяч гектаров, средnezасоленные 611,2 тысяч, сильно засоленные составляют 241,6 тысяч гектаров земли и они широко используются при строительстве земляного полотна автомобильных дорог[1]. Использование засоленного грунта является одной из актуальных проблем проектирования и строительства автомобильных дорог, в связи с развитием дорожного строительства в достаточно засушливых районах и использованием в таких районах местных засоленных грунтов для возведения земляного полотна.

К засоленным грунтам относятся грунты, содержащие в верхней метровой толще более 0,3% по массе легкорастворимых - хлористых, сернокислых и углекислых солей натрия, кальция и магния. Основной фактор появления засоленных грунтов - минерализованные грунтовые воды, расположенные близко к поверхности земли и засоленные горные породы. Основным критерием появления засоленных грунтов это отсутствие возможности стока воды и преобладания количества испарения от количества

атмосферных осадков. Засоленные грунты широко распространены в равнинных, степных, степно-адырных и адырных местностях.

Почвы, содержащие в поверхностных слоях до глубины 1-2 м в свободном состоянии более 1% легкорастворимых солей, называют солончаками. Они образуются в результате подтягивания к поверхности по капиллярам грунтовой воды, содержащей растворимые соли. Эти соли при испарении воды накапливаются в верхних слоях грунта. Выпадающие во влажные периоды года атмосферные осадки, интенсивность которых в засушливых районах невелика, способны вымывать вниз лишь наиболее растворимые соли, большая же часть солей аккумулируется в верхних слоях грунта. В отдельных случаях количество солей бывает настолько значительным, что они выделяются слоем на поверхности грунта.

Анализ литературных материалов показывает что, при засолении грунтов применяемых в земляном полотне очень часто встречаются следующие соли: NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 и $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и другие [2].

Допустимое содержание солей в грунте земляного полотна определяется их количеством, которое может быть растворено в воде, заполняющей поры грунта, уплотненного при оптимальной влажности. Классификация засоленных грунтов по пригодности для дорожных работ [3] приведена в таблице 1.

Таблица 1 -Классификация засоленных грунтов

Степень засоления грунтов	Среднее содержание солей в используемом слое грунта, % по массе при засолении		Возможность использования в дорожном строительстве при устройстве	
	хлоридном и сульфатно-хлоридном	сульфатном, хлоридно-сульфатном и содовом	земляного полотна	оснований из грунта, укрепленного вяжущими
слабозасоленные	0,8-3,0	0,8-1,5	пригодны	
среднезасоленные	3,0-6,0	1,5-4,0	пригодны	пригодны с ограничением
сильнозасоленные	6,0-11,0	4,0-10,0	пригодны с ограничением	непригодны
избыточно-засоленные	>11,0	>10,0	непригодны	

В действующих нормативных документах ШНК 2.05.02-07 [4] и МКН 46-08 [5] приведены расчетные характеристики для глинистых и лёссовых грунтов, которые применяются при расчете конструкции дорожных одежд. Однако на этих документах при расчете степень засоления не учитывается. Это приводит к необоснованному назначению толщины дорожных одежд, высоты насыпи и откосов земляного полотна. Исходя из отмеченных, изучение свойств засоленных грунтов различного типа и разработка оптимальной конструкции дорожной одежды для этих условий является весьма актуальной задачей.

Специальные исследования направленные на изучение влияния качества и количества солей на расчетные характеристики засоленных грунтов применяемых при проектировании конструкции дорожной одежды-сила сцепления C , угол внутреннего трения φ и модуль упругости E проводились в два этапа:

1. В засоленных грунтах, искусственно сформированных в лабораторных в научно-исследовательском институте автомобильных дорог при ГАК «Узавтойул».
2. В полевых условиях, сульфатно и хлоридно-сульфатно засоленных грунтах на автомобильной дороге в Сырдарьинской области 4Р33 «Даштобод».

Найман (Гулистон-Гагарин)», а также на опытном участке построенном на автомобильной дороге М-37 «Самарканд-Ашхобод-Туркменбаши» на участке 321-331 км, в хлоридно и сульфатно-хлоридно засоленных грунтах.

В лабораторных условиях образец из лессовидной супеси легкой пылевой измельчали механическим путем и просеяли через сито размером 1 мм. Затем растворяли хлоридно и сульфатные соли в количестве 1, 2, 3, 5, 8, 10, 4, 12 % воде и добавили в грунт и перемешивали и получили смесь засоленного грунта с различным засолением. После этого смесь засоленного грунта высушили на воздухе и вновь измельчали механическим путем и просеяли через сито размером 1 мм. Просеянный грунт увлажняли до нужной влажности: 0,60; 0,70; 0,80; 0,90 W_T (W_T - влажность при текучести) и положили в эксикатор. Для равномерного распределения влажности грунт выдерживали в эксикаторе 24 часа. Затем грунт уплотнялся в специальное кольцо с диаметром 7,1 см и высотой 3,5 см с коэффициентами уплотнения 0,94; 0,96; 0,98; 1,00; 1,02. После этого кольцо с грунтом поместили в прибор «Маслова-Лурье» для определения силы сцепления S и угла внутреннего трения φ . Сила сцепления S и угол внутреннего трения φ определили при вертикальной нагрузке 0,1; 0,2; 0,3 МПа. Значения сдвига по горизонтальной плоскости определяется с помощью мессуры. После установки мессуры загружается касательная (горизонтальная) нагрузка. Горизонтальная нагрузка загружается постепенно. Для этого можно использовать ведро с водой. Если нет возможности постепенной загрузки, то нагрузка загружается поэтапно. Разность нагрузок между этапами должна составлять 20% от вертикальной нагрузки.

Горизонтальная нагрузка увеличивается до происхождения сдвига образца и фиксируется. Этот процесс повторяли на четырех образцах под соответствующей вертикальной нагрузкой. После этого составляется график зависимость сопротивления грунта сдвигу от вертикальной нагрузки, и определяются φ и S .

В выше приведенном порядке приготовили образец засоленного грунта в металлическом кольце с диаметром 10 см и высотой 11 см. На поверхность уплотненного образца поместили штамп с диаметром 3 см и на рычажном прессе определили модуль упругости засоленного грунта E при различном удельном давлении P .

Модули упругости грунта E вычисляли с применением зависимости, рекомендуемой для испытания жестким штампом [5,6]:

$$E = \frac{\pi P D (1 - \mu_{sp}^2)}{4 l_y}; \quad (1)$$

где: $\pi/4$ - коэффициент, учитывающий особенности нагружения жестким штампом;

l_y - упругая деформация, мм;

D - диаметр штампа, см;

μ_{sp} - коэффициент Пуассона ($\mu_{sp} \approx 0,35$).

Удельные нагрузки на грунты прикладывали в зависимости от влажности грунтов при испытании. Удельные нагрузки имели значения 0,03-0,2 МПа.

В полевых условиях для определения значения динамических модулей упругости грунтов применили установку динамического нагружения и для статических модулей упругости, рычажный пресс. Установка динамического нагружения снабжена динамометрическим кольцом с тензодатчиками, что позволяет контролировать величину усилия. В качестве амортизатора использовали специальное резиновое кольцо либо пружину. Для измерения деформаций применяли специальные пластины с тензодатчиками и записью на осциллограф, который фиксировал величину деформации на движущейся бумажной ленте с увеличением от 2 до 48 раз. При статическом нагружении деформации измеряли индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм.

При полевых исследованиях нами был вычислен коэффициент перехода от значения модуля упругости грунтов, определенного путем испытания статическими

нагрузками $E_{С.Н}$, к значениям, полученным в условиях динамического нагружения $E_{Д.Н}$ по формуле:

$$K_{ПЕР} = E_{Д.Н} / E_{С.Н}; \quad (2)$$

Исследования показывают, что при расчетной влажности $W_p=0,55 \div 0,70$ коэффициент перехода равно на 1,15.

Наряду с определением статических и динамических модулей упругости рабочего слоя земляного полотна на опытном участке и на существующих автомобильных дорогах, устанавливали прочностные характеристики грунта - угла внутреннего трения и сцепления непосредственно на опытной секции с помощью прибора одноплоскостного вращательного среза (а.с. № 1678969) [7,8].

Для контроля прочностные характеристики, определенные прибором одноплоскостного вращательного среза, сопоставляли со значениями угла внутреннего трения и удельного сцепления, полученного в лабораторных условиях на приборе "Маслова-Лурье", используя образцы грунта отобранные с места обследования.

Экспериментально полученные значения засоленных грунтов C, φ, E были статистически обработаны. Их значения при коэффициенте уплотнения $K_y=1,0$ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Экспериментально полученные значения засоленных грунтов

Степень засоления $N, \%$	Сульфатное и хлоридно-сульфатное засоление				Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление			
	Влажность грунтов, в долях W_T							
	0,60	0,70	0,80	0,90	0,60	0,70	0,80	0,90
0	$\frac{80}{29}$ 0,054	$\frac{62}{26}$ 0,043	$\frac{50}{25}$ 0,036	$\frac{44}{24}$ 0,031	$\frac{76}{26}$ 0,064	$\frac{60}{24}$ 0,053	$\frac{49}{23}$ 0,046	$\frac{43}{22}$ 0,051
3	$\frac{78}{27}$ 0,052	$\frac{60}{24}$ 0,041	$\frac{48}{23}$ 0,034	$\frac{42}{22}$ 0,029	$\frac{74}{24}$ 0,062	$\frac{58}{22}$ 0,051	$\frac{47}{21}$ 0,044	$\frac{41}{20}$ 0,049
6	$\frac{76}{25}$ 0,049	$\frac{58}{22}$ 0,038	$\frac{46}{21}$ 0,031	$\frac{40}{20}$ 0,026	$\frac{72}{22}$ 0,059	$\frac{56}{20}$ 0,048	$\frac{45}{19}$ 0,041	$\frac{39}{18}$ 0,046
9	$\frac{73}{22}$ 0,046	$\frac{55}{19}$ 0,035	$\frac{43}{18}$ 0,028	$\frac{37}{17}$ 0,023	$\frac{69}{20}$ 0,056	$\frac{53}{18}$ 0,045	$\frac{42}{17}$ 0,038	$\frac{36}{16}$ 0,043
12	$\frac{70}{20}$ 0,043	$\frac{52}{17}$ 0,032	$\frac{40}{16}$ 0,025	$\frac{34}{15}$ 0,020	$\frac{66}{17}$ 0,053	$\frac{50}{16}$ 0,042	$\frac{39}{15}$ 0,035	$\frac{33}{14}$ 0,040

Примечание: в числителе - слева модуль упругости грунта E (МПа), справа угол внутреннего трения грунта φ (град), в знаменателе сила сцепления грунта C (МПа).

Таким образом, результаты проведенных экспериментов показывают, что качество и количество солей в грунтах влияет на их расчётные характеристики: модуль упругости E , угол внутреннего трения φ , сила сцепления C . При этом расчётные характеристики с увеличением влажности и количества солей уменьшаются, но с увеличением коэффициента уплотнения увеличиваются.

При составлении конструкции дорожных одежд значения расчётных характеристик засоленных грунтов в зависимости от количества и качества солей рекомендуется назначать по выше приведенной таблице.

Список литературы

1. Қўзиёв, Р.Қ. Ўзбекистон Республикаси тупроқ қопламалари атласи [Текст]. / Р.Қ. Қўзиёв, В.Е.Сектименко, А.Ж.Исмонов //“*Ер геодезия кадастр*” Давлат қўмитаси. – Тошкент:2010.- 44 б.

2. Научно-технический отчет по теме «Оценка влияния водно-солевого режима грунтов на основания транспортных сооружений и разработка их устойчивых конструкций»[Текст]. -Ташкент: ТАЙИ, 2014. - 154с..

3. Худайкулов Р.М. Автомобиль йўл пойи грунтларининг шўрланишманбалари таҳлили “ТошДТУ” хабарлари [Текст] / Р.М. Худайкулов. – Тошкент: 2014.-. 221-225 б.

4. ШНК. 2.05.02-07 Автомобильные дороги. Нормы проектирования[Текст]. – Ташкент: 2007. - 89 с.

5. МКН 46-2008. Инструкция по проектированию нежестких дорожных одежд[Текст]. – Ташкент: 2008. - 246 с.

6. G. Grondin, A. Guimond, G. Dore Impact of permafrost thaw on airfield and road infrastructures in Nunavik-Quebec. ROADS (PIARC), 2006. №332.

7. Seed, H.B., Mitchell, J.K., Chan, C.K. Studies of swell pressure characteristics of compacted clays. *Highway research board*. 1962. № 113. P.27.

8. А. с. № 1678969. Устройство для определения свойств грунто[Текст].-. М.: Бюлл. изобр. 1991. - № 35.