

Экспериментальные исследования

УДК 624.131.23

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ

А.Д. КАЮМОВ*, *д-р техн. наук, профессор,*

Р.М. ХУДАЙКУЛОВ**, *стажер-соискатель*

*НИИАД «Узавтойул» ГАК,

** ТАДИ, *rashidbek_19_87@mail.ru*

В статье приведены результаты исследования расчетных характеристик засоленных грунтов земляного полотна автомобильных дорог Узбекистана, используемых при расчете дорожных одежд. В результате статистической обработки экспериментальных данных получены зависимости для определения расчетных характеристик исходя от типа и количества засоления, плотности и влажности грунтов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: засоленные грунты, земляное полотно, автомобильная дорога, водно-физические свойства грунтов, лёссовый грунт, прочностные свойства засоленных грунтов.

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. Почвы, содержащие в поверхностных слоях до глубины 1-2 м в свободном состоянии более 1% легкорастворимых солей, называют солончаками [1]. Основными факторами появления засоленных грунтов вообще, в частности в Узбекистане являются искусственное орошение хлопчатника и других посевных, минерализованные грунтовые воды близко залегаемые к поверхности земли, затрудненный сток поверхностных вод и превышение количества испарения от количества атмосферных осадков, обусловленный климатическим условием региона.

Анализ литературных материалов показывает, что в засоленных грунтах земляного полотна очень часто встречаются: $NaCl$, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $NaHCO_3$, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, $CaCO_3$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и другие соли.



Рис. 1. Земляное полотно из засоленного грунта



Рис. 2. Кристаллы соли в составе грунта

Засоленные грунты распространены в основном в сухих засушливых зонах и занимают 240 млн. гектаров площади всего земного шара. В странах СНГ засоленные грунты распространены в Казахстане, в республиках Центральной Азии, на территориях северно - восточного Кавказа и юго-восточной Украины, которые занимают в общем 120,8 млн. гектаров площади. В Узбекистане орошаемые земли занимают 1970,7 тысяч гектаров площади, 50% которых приходится на вновь осваиваемые земли. В частности, 75% земель засолены в различ-

ной степени, из них слабо засоленные грунты составляют 1117,7 тысяч гектаров, средне засоленные 611,2 тысячи и сильно засоленные 241,6 тысяч гектаров земли [2], которые широко используются при строительстве земляного полотна автомобильных и железных дорог (рис. 1,2).

В настоящее время при проектировании дорожной одежды и назначения конструкции земляного полотна автомобильных дорог в условиях Узбекистана расчетные характеристики засоленных грунтов - модуль упругости грунта E_p , удельное сцепление C_p и угол внутреннего трения φ_p принимаются по нормативным документам ШНК 2.05.02-07 [3] и МКН 46-08 [4]. При их выборе, сначала устанавливаются расчетные значения влажности и плотности грунтов для данных условий, а затем при известных их значениях определяют величины прочностных и деформационных характеристик. Необходимо отметить, что в действующих нормативных документах приведены расчетные характеристики для глинистых и лёссовых грунтов. Однако, при назначении расчетных характеристик грунтов в этих документах не учитываются вид и количество солей в грунте. Это приводит к необоснованному назначению толщины дорожной одежды, высоты насыпи и крутизны откосов земляного полотна. Исходя из вышеизложенного, изучение влияния количества и вида солей в грунте на их расчетные характеристики является весьма актуальной задачей.

В Научно-исследовательском институте автомобильных дорог ГАК «Узавтоуил» проводились наблюдения за работой земляного полотна из засоленных грунтов, находящегося в длительной эксплуатации, а также за построенными опытными участками, находящимися в различных условиях их увлажнения. Обследование проводили два раза в году (весной и осенью) в течение нескольких лет (с 2000 по 2014 г.). Дорожные одежды на обследованных участках имели следующие конструкции: асфальтобетонное покрытие толщиной 10-20 см и основание из гравийно-песчаной смеси толщиной 20-30 см. В процессе наблюдений были заложены шурфы на глубинах 0-0,1; 0,3-0,4; 0,5-0,6; 0,8-0,9 и 1,1-1,3 м, где весовым методом определяли влажность и методом режущего кольца (500 см^3) плотность засоленных грунтов.

После статистической обработки результатов исследований и сравнения их многолетними данными было установлено следующее.

Разуплотнение грунта в верхней и нижней частях земляного полотна практически отсутствует, хотя годы наблюдений отличались суровой зимой и жарким летом. Средние значения коэффициента уплотнения грунта на глубине 0-0,4 м равен 1,02, на глубине 0,4-1,0 м – 0,99 и на глубине 1,0-1,5 м - 0,97.

Расчетная влажность засоленных грунтов земляного полотна автомобильных дорог зависит от типа местности по условиям увлажнения и вида засоления грунта и равна $0,60W_T$ для 1-2 типа местности, $0,65 W_T$ для 3 (W_T - влажность на границе текучести) типа местности.

Известно, что высота насыпи назначается из условия предохранения ее верхней части от увлажнения грунтовыми и поверхностными водами, что обеспечивается требуемым возвышением низа дорожной одежды над поверхностью земли и расчетным уровнем грунтовых или поверхностных вод. Проведенные обследования дорог показывают, что минимальное возвышение поверхности покрытия в наиболее низком месте поперечного профиля над расчетным уровнем грунтовых вод в зависимости от коэффициента уплотнения грунтов при различных засолениях можно принимать по данным табл. 1.

Обследование существующих дорог показывают, что крутизну откосов насыпей, возводимых из различных засоленных грунтов в зависимости от коэффициента запаса устойчивости и нагрузки от заднего колеса автомобиля можно назначить согласно табл. 2.

Таблица 1. Значения минимального возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод

Грунты	Значения минимального возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, м							
	хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление				сульфатное и хлоридно-сульфатное засоление			
	коэффициент уплотнения							
	0,96	0,98	1,00	1,02	0,96	0,98	1,00	1,02
Слабозасоленные	1,30	1,10	0,90	0,70	1,10	0,90	0,70	0,50
Среднезасоленные	1,43	1,21	0,99	0,77	1,21	0,99	0,77	0,55
Сильнозасоленные	1,56	1,32	1,08	0,84	1,32	1,08	0,84	0,60
Избыточно- засоленные	1,69	1,43	1,17	0,91	1,43	1,17	0,91	0,65

Таблица 2. Значения крутизны откосов земляного полотна из засоленных грунтов

Засоленность грунтов	Коэффициент запаса, $K_{зап}$			
	1,00		1,25	
	Нагрузка от заднего колеса автомобиля, т			
	10	13	10	13
Слабозасоленные	1:1,0	1:1,5	1:1,5	1:2,0
Среднезасоленные	1:1,5	1:2,0	1:2,0	1:2,5
Сильнозасоленные	1:2,0	1:2,5	1:2,5	1:3,0
Избыточно-засоленные	1:2,5	1:3,0	1:3,0	1:3,5

Специальные исследования, направленные на изучение влияния вида и количества солей на расчетные характеристики засоленных грунтов - сила сцепления C_p , угол внутреннего трения φ_p и модуль упругости E_p проводились в два этапа:

1. В засоленных грунтах, искусственно сформированных в лабораторных условиях научно-исследовательского института автомобильных дорог при ГАК «Узавтойул»;

2. В полевых условиях, на опытном участке построенного на автомобильной дороге в Сырдарьинской области - 4Р33 «Даштобод-Найман (Гулистон-Гагарин)» в сульфатно и хлоридно-сульфатно засоленных грунтах (рис. 3), а также на автомобильной дороге М-37 «Самарканд-Ашхобод-Туркменбаши» на участке 321-331 км, в хлоридно и сульфатно-хлоридно засоленных грунтах (рис. 4).



Рис. 3. Общий вид опытного участка на автодороге 4Р33 «Даштобод-Найман (Гулистон-Гагарин)»



Рис. 4. Автомобильная дорога М-37«Самарканд-Ашхабад-Туркменбаши, 321-331 км»

Исследования в лабораторных условиях проведены с двумя разновидностями лессовых грунтов, отобранных в районе г. Ташкента. Гранулометрический состав грунтов был определен ситовым и пипеточным методом с предварительным отмывом грунта от легкорастворимых солей, с применением в качестве диспергатора гексаметафосфата натрия. Свойства грунтов определялись в соответствии с существующими стандартными методами исследования грунтов.

В табл. 3-5 приводятся гранулометрический состав, водно-физические свойства и химический состав исследуемых грунтов.

Таблица 3. Гранулометрический состав грунтов

Грунт №	Содержание фракций, %					Наименование грунта по ШНК 2.05.02-08
	0,25-0,15	0,15-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005	
1	0,3	1,02	57,62	12,26	28,80	Легкий пылеватый суглинок
2	0,4	13,09	61,56	7,94	17,01	Тяжелая пылеватая супесь

Таблица 4. Водно-физические свойства грунтов

Грунт №	Предел текучести, W_l	Предел раскатывания, W_p	Число пластичности, I_p	Оптимальная влажность, W_o	Максимальная плотность, ρ кг/м ³
1	0,27	0,19	0,08	0,15	1790
2	0,266	0,21	0,056	0,17	1750

Таблица 5. Химический состав грунтов

Грунт №	Содержание, %		
	легкорастворимых солей	гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	карбонатов ($CaCO_3$)
1	0,210	0,44	20,0
2	0,144	0,22	22,0

По содержанию легкорастворимых солей исследованные грунты относятся к незасоленным, а по дорожной классификации - это легкий пылеватый суглинок и тяжелая пылеватая супесь.

Образцы из лессовых грунтов измельчали механическим путем и просеяли через сито размером 1 мм. Затем хлоридные и сульфатные соли ($NaCl$, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (мелкокристаллический) и $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (крупнокристаллический) растворяли в различных соотношениях: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 4, 12 % на воде. Подготовленный солевой раствор добавляли в грунт, перемешивали и получили смесь засоленного грунта с различной степенью засоления. 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 и помещали в эксикатор. Для равномерного распределения влажности искусственно увлажненный засоленный грунт выдерживали в эксикаторе 24 часа. Затем грунт уплотняли в специальное кольцо с диаметром 7,1 см и высотой 3,5 см до коэффициента 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 C и угол внутреннего трения ϕ .

Сила сцепления C и угол внутреннего трения ϕ определили при вертикальной нагрузке 0,1; 0,2; 0,3 МПа. Значения сдвига по горизонтальной плоскости определяли с помощью мессуры. После установки мессура постепенно поэтапно загружали сдвигающие касательные (горизонтальные) нагрузки. Разность сдвигающих нагрузок между этапами составляла 20% от вертикальной нагрузки.

Горизонтальную нагрузку увеличивали до момента происхождения сдвига образца и фиксировали его значения. Этот процесс повторяли на шести образ-

цах под соответствующей вертикальной нагрузкой. После этого составляли график зависимости сопротивления грунта сдвигу от вертикальной нагрузки и определяли φ и C .

На первом цикле исследования в лабораторных условиях формовали образцы, уплотняя их до максимальной плотности при оптимальной влажности с содержанием соли в составе 5% $NaCl$ и 3% $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$. При проведении испытания контролировали влажность и плотность грунта в зоне сдвига. Практически влажность и плотность в зоне сдвига во всех случаях оказывалась одинаковой и равной влажности и плотности до сдвига, из чего следовало, что уплотнения в процессе сдвига не происходило. Результаты исследований представлены в табл. 6.

Таблица 6. Прочностные свойства засоленных грунтов

Грунт	Сцепление C , МПа	Угол внутреннего трения φ , град
Незасоленный	0,026	26
Засоленный (5% $NaCl$)	0,017	30
Засоленный (3% $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$)	0,019	32

Из табл. 6 следует, что у засоленных грунтов, содержащих как хлористый, так и сернокислый натрий, сцепление меньше, а угол внутреннего трения больше, чем у незасоленных грунтов. Это можно объяснить тем, что в грунте с оптимальной влажностью, содержащим 5% $NaCl$ и 3% $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ при 20⁰С растворяется соответственно 3,54 и 2,58% солей, а в кристаллическом состоянии остается соответственно 1,46 и 0,42%. Эти соли, являясь структурными элементами, увеличивают дисперсность грунта.

Поскольку на поверхности кристаллов легкорастворимых солей не образуются одно-коллоидных пленок, то с увеличением содержания соли в нерастворенном состоянии, т.е. в качестве механической примеси в грунте сцепление падает, а угол внутреннего трения увеличивается.

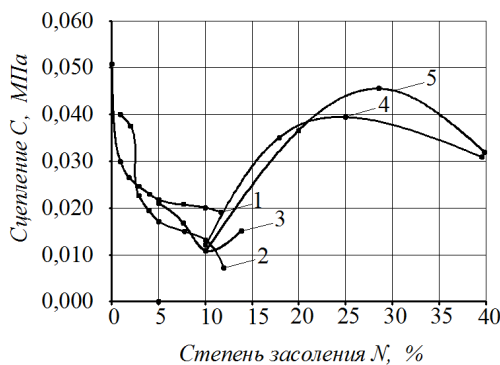


Рис. 5. График зависимости удельного сцепления засоленного грунта от степени засоления:

1- $NaCl$, 2- $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, 3- $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 4- $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (мелкокристаллический), 5- $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (крупнокристаллический)

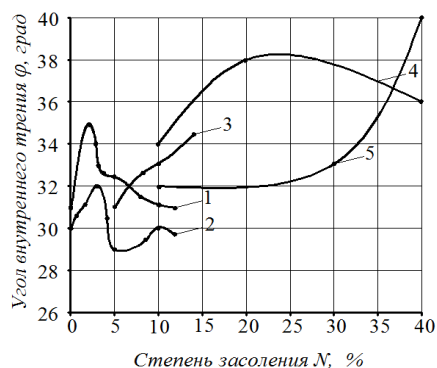


Рис. 6. График зависимости угла внутреннего трения засоленного грунта от степени засоления:

1- $NaCl$, 2- $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, 3- $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 4- $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (мелкокристаллический), 5- $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (крупнокристаллический)

Результаты исследований на втором цикле по выявлению влияния количество солей, такие как $NaCl$, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (мелкокристаллический) и $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (крупнокристаллический) на прочностные характеристики, представлены на рис. 5 и 6.

В результате исследований установлено (рис. 5 и 6), что хлористый натрий в малых концентрациях (до 1%) увеличивает сцепления и угла внутреннего трения грунта. В процессах пептизации и частичной дегидратации грунта, происходящих под влиянием слабых растворов хлористого натрия, уменьшается толщина водных пленок грунтовых частиц и увеличивается число контактов в единице объема. В связи с этим происходит коагуляция, сжатие диффузного слоя, уменьшение количества связанной воды, часть солей остаются в нерастворенном состоянии, т.е. в качестве механической примеси.

С увеличением дозировки хлористого натрия до 13% уменьшается сила сцепления и угла внутреннего трения грунта.

Сернокислый натрий до 3% уменьшает сцепления грунтов и увеличивает угол внутреннего трения грунта. Однако с увеличением дозировки этой соли до 13% приводит к уменьшению силы сцепления, а угол внутреннего трения практически не изменяется по сравнению с незасоленными грунтами.

С увеличением содержания сернокислого магния до 13% уменьшается сила сцепления и угол внутреннего трения грунта.

Гипсовые грунты отличаются от незасоленных повышенным сопротивлением сдвигу. С увеличением количества гипса до 30-40% практически увеличивается сила сцепления и угол внутреннего трения.

Для определения деформационных характеристик в выше приведенном порядке приготовили образцы 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 .

При определении модуля упругости засоленного грунта удельные нагрузки на грунты прикладывали в зависимости от влажности грунтов при испытаниях, и она имела 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.

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) [5].

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 отобранных с места обследования.

Экспериментально полученные в лабораторных и полевых условиях значения расчетных характеристик засоленных грунтов C , φ , E были статистически обработаны. Их значения при коэффициенте уплотнения $K_y = 1,0$ приведены в табл. 7.

Таблица 7. Расчетные характеристики засоленных грунтов при $K_y = 1,0$

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

Примечание: в числителе - слева значения модуль упругости грунта E_p (МПа), справа значения угол внутреннего трения грунта φ_p (град), в знаменателе значения сила сцепления грунта C_p (МПа).

Из табл. 7 следует, что с увеличением влажности грунтов и количества солей уменьшаются их расчетные характеристики не зависимо от типа засоления, но с увеличением коэффициента уплотнения наоборот, увеличиваются.

После математического анализа экспериментальных данных получены выражения для определения расчётных характеристик сульфатно и хлоридно-сульфатно (СХС), хлоридно и сульфатно-хлоридно (ХСХ) засоленных грунтов:

$$\left. \begin{aligned} E_{СХС} &= \Delta E_W (W_{РАС}^2 - 1,9 \cdot W_{РАС} + 0,98) - \Delta E_N (N^2 + 23 \cdot N + 1,20) + \Delta E_3 (K_3^2 - 0,25 \cdot K_3 - 0,64) \\ E_{ХСХ} &= \Delta E_W (W_{РАС}^2 - 1,9 \cdot W_{РАС} + 0,98) - \Delta E_N (N^2 + 23 \cdot N + 1,20) + \Delta E_3 (K_3^2 - 0,27 \cdot K_3 - 0,64) \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} C_{СХС} &= \Delta C_W (W_{РАС}^2 - 1,99 \cdot W_{РАС} + 1,10) - \Delta C_N (N + 0,22) + \Delta C_3 (K_3^2 - 1,8872 \cdot K_3 + 0,890) \\ C_{ХСХ} &= \Delta C_W (W_{РАС}^2 - 1,80 \cdot W_{РАС} + 0,88) - \Delta C_N (N + 0,33) + \Delta C_3 (K_3^2 - 1,8872 \cdot K_3 + 0,890) \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{СХС} &= \Delta \varphi_W (W_{РАС}^2 - 1,82 \cdot W_{РАС} + 1,31) - \Delta \varphi_N \cdot N \\ \varphi_{ХСХ} &= \Delta \varphi_W (W_{РАС}^2 - 2,02 \cdot W_{РАС} + 1,89) - \Delta \varphi_N \cdot N \end{aligned} \right\} (3)$$

где $\Delta E_W, \Delta E_N, \Delta E_3, \Delta C_W, \Delta C_N, \Delta C_3, \Delta \varphi_W$ и $\Delta \varphi_N$ - соответственно коэффициенты учитывающие влажность, степень засоления, коэффициент уплотнения грунтов, значения которых приведены в табл. 8.

Таблица 8. Коэффициенты учитывающие влажность, степень засоления и коэффициент уплотнения грунтов

Сульфатное и хлоридно-сульфатное засоление					
$\Delta E_W, \text{ МПа}$	300	$\Delta C_W, \text{ МПа}$	0,15	$\Delta \varphi_W, \text{ град}$	50
$\Delta E_N, \text{ МПа}$	0,0238	$\Delta C_N, \text{ МПа}$	0,0009	$\Delta \varphi_N, \text{ град}$	0,7
$\Delta E_3, \text{ МПа}$	178,57	$\Delta C_3, \text{ МПа}$	4,643	-	-
Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление					
$\Delta E_W, \text{ МПа}$	275	$\Delta C_W, \text{ МПа}$	0,325	$\Delta \varphi_W, \text{ град}$	25
$\Delta E_N, \text{ МПа}$	0,0238	$\Delta C_N, \text{ МПа}$	0,012	$\Delta \varphi_N, \text{ град}$	0,7
$\Delta E_3, \text{ МПа}$	357,14	$\Delta C_3, \text{ МПа}$	4,643	-	-

Таким образом, результаты проведенных экспериментов в лабораторных и полевых условиях показывают, что не только влажность и плотность, а также вид и количество солей в грунтах влияет на их расчётные характеристики - модуль упругости E_p , угол внутреннего трения φ_p , удельное сила сцепления C_p . Из

ходя из этого необходимо учитывать вида и количества засоления грунтов при расчете дорожных одежд.

При разработке конструкции дорожных одежд, значения расчётных характеристик засоленных грунтов в зависимости от влажности и плотности, количества и вида солей рекомендуется определить по выражениям (1)-(3).

Л и т е р а т у р а

1. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. – Ч. 2: М.: Транспорт, 1987. - 415 с.
2. Кузиев Р.К., Сектименко В.Е., Исмонов А.Дж. Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан (на узб. языке). – Госкомитет «Кадастр земли». - Ташкент, 2010. - 44 с.
3. ШНК. 2.05.02-07 Автомобильные дороги. Нормы проектирования. –Ташкент, 2007. – 89 с.
4. МКН 46-2008. Инструкция по проектированию нежестких дорожных одежд. – Ташкент, 2008. – 246 с.
5. А. с. № 1678969. Устройство для определения свойств грунтов. – М.: Бюлл. изобр. – 1991. – № 35.

References

1. Babkov, V.F., Andreev, O.V. (1987). *Proektirovanie Avtomobil'nyh Dorog*, part 2, Moscow: Transport, 415 p.
2. Kuziev, R.K., Sektimenko, V.E., Ismonov, A.J. (2010). *Atlas Pochvennogo Pokrova Respubliki Uzbekistan* (in Uzbek.), Goskomitet “Kadastr Zemli”, Tashkent, 44 p.
3. ShNK. 2.05.02-07: “*Avtomobil'nie Dorogi*”: Normy proetirovaniya, Tashkent, 2007, 89 p.
4. MKN 46-2008: “*Instruktsiya po Proetirovaniyu Nezhostkih Dorozhnyh Odezhd*”, Tashkent, 2008, 246 p.
5. A.S. № 1678969: “*Ustroistvo dlya Opredeleniua Svoystv Gruntov*”, Moscow: Byull. Izobr., 1991, № 35.

ESTIMATED CHARACTERISTICS OF SUB GRADE SOILS

A.D. Kayumov*, R.M. Hudaykulov**

*NIAD “Uzavtoyul” GAK, **TADI, Uzbekistan, Tashkent

In the paper, results of studies of estimated characteristics of grounds in saline areas of Uzbekistan used in the sub grade soil construction of automobile roads are given. As the result of interpretation of experimental data, the graphic analytical dependences for determination of estimated characteristics of grounds according to the type and quantity of salinization, density, and humidity of soils were derived.

KEYWORDS: salinization, sub grade soil construction, automobile road, estimated characteristics of sub grade soils, strength of soils.

