

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЗАМАЧИВАНИЯ НА ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ГРУНТОВ ОСНОВАНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А.Д. Каюмов
Профессор, доктор технических наук
Р.М. Худайкулов
Доктора философии по техническим наукам (PhD)
Д.А. Усманова
старший преподаватель
Ташкентский институт по проектированию,
строительству и эксплуатации автомобильных дорог
Rashidbek_19_87@mail.ru

***Аннотация.** Данной статье приведены результаты экспериментальных исследований по выявлению зависимости модуля деформации грунтов от коэффициента водонасыщения. При полевых исследованиях изучены закономерности водно-солевых режимов грунтовых оснований земляного полотна автомобильной дороги 4Р33 «Ульянов-Найман (Гулистон-Гагарин 20км)» и автомобильной дороги М-34 (Гулистон-Янгийер) 137+20 км. На месте были проведены лабораторно-компрессионные испытания по методу 2-х кривых. Исследованием определено, что модуль деформации водонасыщенных грунтов суглинков удовлетворительно коррелирует с величиной начального коэффициента пористости.*

***Ключевые слова:** земляное полотно, супесчаный и суглинистый грунт, влажность, модуль деформации, коэффициенты корреляции и ослабления структуры.*

STUDY OF THE INFLUENCE OF WETTING ON THE DEFORMABILITY OF SOILS OF THE FOUNDATION OF AUTOMOBILE ROADBED

A.D. Kayumov
Professor, doctor of technical sciences
R.M. Xudayqulov
Doctors of philosophy in technical sciences
D.A. Usmanova
Senior lecturer
Tashkent institute of design construction and
maintenance of automobile roads
Rashidbek_19_87@mail.ru

***Abstract.** This article presents the results of experimental studies to identify the dependence of the modulus of soil deformation on the coefficient of water saturation. During the field study, the regularities of the water-salt regime of the soil foundations of the roadbed of the 4R33 Ulyanov-Naiman (Guliston-Gagarin 20km) road and the M-34 (Guliston-Yangier) highway 137 20 km were studied. On-site laboratory tests were carried out compression method according to the method of 2 curves. The study determined that the modulus of deformation of water-saturated loam soils satisfactorily correlates with the value of the initial porosity coefficient.*

***Keywords:** roadbed, moisture, sandy and loamy soil, modulus of deformation, correlation coefficient, coefficient of structure weakening.*

УДК: 625.76.031

В последние времена поднятие подземных вод, увеличение количество автомобилей и их вес, на грунтовых основаниях автомобильных дорог, приводят к дополнительным деформациям покрытий. При этом

дополнительные осадки могут быть обусловлены растворением кристаллов солей находящейся в грунте при попадании влаги. Изучение такого вопроса требует, прежде всего, знания закономерностей водно-солевого режима грунтового основания.

В определенных условиях рельефа, гидрогеологии и климата водно-солевой режим грунтов подвержен изменениям во времени. Процессы соленакопления и рассоления в значительной степени определяют физико-механические, химические и фильтрационные свойства грунтов в основаниях сооружений. Поэтому в результате инженерных изысканий необходимо правильно прогнозировать изменение свойств грунтов оснований и земляных сооружений с учетом возможных условий эксплуатации

Опыт проектирования и строительства автомобильных дорог в сложных условиях Джизакской, Сырдарьинской, Хорезмской области и Республике Каракалпакии показывают, что в зонах распространения засоленных и лёссовых грунтов необходимо учитывать изменчивость вещественного состава, структуры и физико-механические свойства грунтов в процессе замачивания [1].

Необходимо отметить, что на выше указанных территориях техногенное подтопление приводит к замачиванию толщи грунтов, поэтому строит земляного полотна автомобильных дорог приходится, как правило, на водонасыщенных грунтах (см. рис. 1 и 2). В связи с этим прогноз деформаций (осадок) автомобильных дорог на водонасыщенных грунтах является неизбежным и определение его значения актуальным.



Рис. 1. Автомобильная дорога 4Р33 «Ульянов-Найман (Гулистон-Гагарин 20 км)».



Рис. 2. Автомобильная дорога М-34 (Гулистан - Янгиер) 137+20 км.

В лабораторных условиях модуль деформации определяли путем проведения компрессионных опытов [2, 3]. В связи с резким изменением модуля деформации грунтов при увлажнении, для получения полной характеристики деформируемости испытания проводили при двух значениях влажности: при естественной и после водонасыщении без возможности набухания.

Компрессионные испытания были выполнены по методу 2-х кривых. По одной ветви - на естественно-влажных грунтах при $P=0,0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25$ и $0,3$ МПа, с насыщением при $P=0,3$ и $0,5$ МПа.

По второй ветви - с насыщением при $P_{\text{быт}}$ с последующим доведением нагрузок до 0,3МПа.

Природная влажность грунтов отобранных из основания земляного полотна автомобильных дорог, расположенных в Сырдарьинской области, по данным исследований составляет 7-13%. Степень влажности не превышает 0,42-0,45. В результате замачивания грунты имеют повышенную влажность, достигающую 18-19% и степень влажности до 0,65-0,70.

С целью оценки и прогноза модуля деформации водонасыщенных супесчаных с суглинистых грунтов был выполнен анализ результатов компрессионных исследований. Результаты корреляционно-регрессионного анализа приведены в табл. 1.

Из приведенных данных видно, что модуль деформации водонасыщенных суглинков удовлетворительно коррелирует с величиной начального коэффициента пористости. Тогда как для суглинка естественной влажности не прослеживается зависимости модуля деформации от коэффициента пористости (для диапазона давления 0-0,3 МПа), наблюдается значительный разброс данных. Подобное обстоятельство можно объяснить тем, что водонасыщение грунта в значительной степени нивелирует особенности структуры, ослабляя структурные связи [4-6].

Таб. 1

Зависимость модуля деформации суглинков от начального коэффициента пористости

№	Диапазон давлений, МПа	Влажность	Диапазон изменения модуля деформации	Коэффициент корреляции
			Коэффициент пористости	
1	0-0,3	естественная	$\frac{3 \div 20}{0,64 \div 0,94}$	0,10
2	0-0,3	водонасыщенная при $P=0$	$\frac{2,5 \div 9,0}{0,64 \div 0,94}$	0,66
3	0-0,5	естественная	$\frac{4 \div 20}{0,78 \div 1,03}$	0,70
4	0-0,5	водонасыщенная при $P=0$	$\frac{2,5 \div 4,7}{0,73 \div 1,00}$	0,71

Для характеристики изменения модуля деформации при его водонасыщении грунта рекомендуется [7] пользоваться коэффициентом ослабления структуры, т.е. отношением модуля деформации при природной влажности и после водонасыщения:

$$K_{o.c.} = \frac{E^e}{E^3}$$

где: E^e и E^3 - значения модулей деформации при естественной влажности и после замачивания соответственно;

$K_{o.c.}$ - коэффициент ослабления структуры.

Коэффициент ослабления структуры грунта при водонасыщении удовлетворительно коррелирует со степенью водонасыщения (см. табл. 2).

Таб. 2

Зависимость коэффициента ослабления структуры суглинка от степени водонасыщения.

№	Диапазон давлений, МПа	S_r	$K_{o.c.}$	Коэффициент корреляции
1	0-0,3	0,4	4,8	0,78
		0,5	2,2	
		0,6	1,2	
		0,7	1,0	
		0,8	0,8	
2	0-0,5	0,3	3,0	0,51
		0,4	2,0	
		0,5	1,5	
		0,6	1,0	
		0,7	0,9	

Из табл. 2 отчетливо видно, что дополнительное водонасыщение лессового суглинка имеющего степень водонасыщения $S_r=0,6-0,7$ не приводит к дальнейшему ослаблению структуры. Дальнейшее ослабление структуры водонасыщенных грунтов может быть обусловлено только растворением и выносом твердых элементов структуры. Таким образом, в грунтах, имеющих степень водонасыщения $S_r \geq 0,7$ замачивание практически не изменяет величину модуля деформации.

По данным компрессионных испытаний просадочных грунтов при естественной влажности и после водонасыщения при нулевом давлении величина коэффициента ослабления структуры показывает значительно большой разброс значений от 1 до 13-15, но если откинуть явные «отскоки», характерные для образцов некачественных, то диапазон изменения величины $K_{o.c.}$ снижается до 1-5.

Величина коэффициента ослабления структуры грунта зависит от действующего среднего давления: при давлениях $P < P_{стр.}$ величина $K_{o.c.}$ изменяется для грунтов в достаточном широком диапазоне. Но после слома природных структурных связей и формирования новых структурных связей упрочнения при $P > P_{ф.стр.}$ величина $K_{o.c.}$ снижается и приближается к единице. Величина $K_{o.c.}$ близка единице и для полностью водонасыщенных глинистых грунтов, если только при этом не происходит выщелачивания структурных элементов представленных растворимыми минералами.

На табл. 3 приведены изменение модуля деформации глинистых грунтов в результате водонасыщения.

Таб. 3

Изменение модуля деформации грунтов в результате водонасыщения

Грунт	W, %	l	W_T , %	W_P , %	Модуль деформации в диапазоне давлений 0-0,3МПа	$K_{o.c.}$

					естеств. влажность	водонасы- щенные	
Супесь	8	0,635	23	18	20	9,4	2,15
Суглинок легкий	13	0,84	29	19	7,7	5,2	1,48
Суглинок тяжелый	17	0,75	39	24	8,6	4,0	3,1

Из приведенных данных табл. 3 следует, что модуль деформации глинистых грунтов в результате водонасыщения уменьшается приблизительно 2 раза. Степень уменьшения зависит от величины начального модуля деформации: чем он выше, тем значительнее его изменение.

Таким образом, для засоленных грунтов сопротивление структуры зависит от величины давления (механическое сопротивление ϵ_p) и от ослабляющего действия воды (физико-химическое сопротивление). Ослабляющее действие воды на структуру грунта совместно с давлением обуславливает резкое разрушение структуры (просадка грунта ϵ_{se}). Фильтрация воды способствующая растворению грунта может привести к новому ослаблению структуры, что выразится в появлении суффозионной деформации ϵ_{sf} .

Список литературы

1. Каюмов А.Д., Махмудова Д.А., Худайкулов Р.М. Поведение лессовых грунтов. Автомобильные дороги. –М.: №06 (991), 2014. 93-94 с.с.
2. Дмитриев В.В., Ярг Л.А. Методы и качество лабораторного изучения грунтов: учебное пособие / В.В. Дмитриев, Л.А. Ярг. –М.: КДУ, 2008. -502 с.
3. Трофимов В.Т., Королева В.А. Лабораторные работы по грунтоведению. – М.: КДУ, Университетская книга, 2017. -654 с.
4. Трофимов В.Т. и др. Грунтоведение. –М., Изд-во МГУ, 2005. -1024 с.
5. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов (Краткий курс).–М.: 2007. -284 с.
6. Далматов Б.И. Механика грунтов, основание фундаментов. Изд-во «Лань». 2017. -416 с.
7. Крутов В.И., Кавалев А.С., Кавалев В.А. Проектирование и устройство оснований и фундаментов на просадочных грунтах. –М.: Издательство АСВ. 2016. -544 с.