С С С Р

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГЛАВТРАНСПРОЕКТ

СОЮЗДОРПРОЕКТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по сбору инженерно-геологической информации и использованию табличных геотехнических данных при проектировании земляного полотна автомобильных дорог

Москва, 1981г.

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

В Методических рекомендациях приведены краткие указания по получению исходной инженерно-геологической информации, необходимой для проектирования земляного полотна автомобильных дорог.

Приведенные в "Рекомендациях" табличные данные могут быть использованы для ориентировочных расчетов при предварительной оценке устойчивости земляного полотна.

Рекомендации составлены главным специалистом дорожного отдела ГПИ "Союздорпроект" к.т.н.Браславским В.Д. и главным специалистом технического отдела Смирновым В.С.

Замечания, возникшие при пользовании работой просим направлять по адресу Москва, Ж-89, наб.Мориса Тореза,д.34,Союздорпроект.

Начальник технического отдела
ГПИ "Союздорпроект" К.М.Ротштейн

© СОЮЗДОРПРОЕКТ 1981г.

I. Общие указания

Для проектирования земляного полотна автомобильной дороги надо знать:

1. Климатическую дорожную зону;
2. Расчетную высоту снегового покрова;
3. Тип местности по характеру увлажнения;
4. Состав и свойства грунтов:
   а/ основания земляного полотна,
   б/ откосов выемок,
   в/ резервов.
5. Расчетный уровень грунтовых вод;
6. Крутизну естественных склонов и устойчивых искусственных откосов.

Климатическую зону и тип местности по характеру увлажнения устанавливают по СН-449-72 /"Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог"/ в соответствии с данными полевых изыскательских работ.

Прочие данные выдаются геологам на основании обработки материалов инженерно-геологических изысканий, которые выполняются в соответствии с "Методическими указаниями по инженерно-геологическим изысканиям автомобильных дорог" /Союздорпроект, 1979г./.

При этом необходимо учитывать следующее:

проектирование земляного полотна в соответствии с СНиП П-Д.5-72 может быть двух видов:

а/ использование решений по типовым проектам - при благоприятных инженерно-геологических условиях, высоте насыпей и глубине выемок менее 12-ти метров;

б/ индивидуальное проектирование - во всех других случаях.

Наиболее широко применяется проектирование по типовым проектам, поскольку трассирование автомобильных дорог предусматривает их проложение по возможно более прочным грунтам с минимальным объемом земляных работ. При подобном проектировании нет необходимости в выполнении расчетов определяющих параметры земляного полотна и обосновывающие специальные мероприятия по обеспечению его устойчивости, поэтому целью отбора образцов является получение таких характеристик грунтов, которых было бы достаточно:

а/ для отнесения грунтов к тому или иному виду в соответствии с действующими нормативными документами;

б/ для суждения о естественной и оптимальной влажности и плотности грунтов, применяемых для возведения насыпей и слагающих дно выемок.

Для решения первой задачи достаточно знать гранулометрический состав грунта и число пластичности, для решения второй задачи, кроме этого, нужны данные о естественной и оптимальной влажности и плотности.

Кроме этого для песчаных грунтов определяют коэффициент фильтрации, необходимый для суждения о их дренирующих свойствах.

Особое внимание должно уделяться местам индивидуального проектирования земляного полотна.

Индивидуальное проектирование земляного полотна осуществляется для насыпей и выемок, высота и глубина которых превышает 12 метров, а также в тех случаях когда устойчивость земляного полотна вызывает сомнение из-за неблагоприятных инженерно-геологических условий /например - слабые основания насыпей, мокрые выемки, оползневые склоны и др./.

При этом решается задача обеспечения устойчивости:

а/ основания земляного полотна;

б/ откосов насыпей;

в/ откосов выемок;

г/ естественных склонов.

Для решения этих задач кроме показателей состава и состояния грунтов, нужно иметь данные о сопротивлении грунтов сдвигу, а для расчета устойчивости основания кроме этого компрессионные и консолидационные характеристики.

2. Глинистые и песчаные грунты

При предварительных /предпроектных/ проработках в случае отсутствия или недостаточного количества лабораторных данных для получения характеристик физических свойств глинистых и песчаных грунтов могут быть использованы данные, помещенные в таблицах 1-7.

В таблице 1 приведена математическая зависимость между физическими свойствами грунтов, которая может быть использована для получения недостающих при расчете данных по величине объемного и удельного веса, пористости и влажности.

Значения удельного веса наиболее распространенных грунтов могут быть взяты также из таблицы 2.

Нужная для подсчета осадки величины модуля деформации для обычных грунтов может быть получена из таблиц 3 и 4, где она дана в зависимости от коэффициента пористости песчаных грунтов, коэффициента пористости и показателя консистенции глинистых грунтов.

Математическая зависимость физико-механических свойств грунтов.

Таблица 1.

№№ пп	Обозначения	Удельный вес т/см3	Объемн. вес т/см3	Объемн. вес скелета т/см3	Пористость	Коэффициент пористости	Влажность	Полная влажность	Объемн. влажность	Объем скелета грунта	Коэффициент водонасыщен.
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
1	γ_0	γ_0	$\frac{\gamma_w}{(1+w)(1-n)}$	$\frac{\gamma_{ск}}{1-n}$	$\frac{\gamma_{ск}}{1-n}$	$\gamma_{ск}(1+\varepsilon)$	$\frac{G\varepsilon}{w}$	$\frac{\varepsilon}{W_0}$	$\frac{W_v}{w}(1+\varepsilon)$	$\frac{\gamma_{ск}}{m}$	$\frac{G_n}{w(1-n)}$
2	γ_w	$\gamma_0(1-n)(1+w)$	γ_w	$\gamma_{ск}(1+w)$	$\gamma_0(1-n)(1+w)$	$\frac{\gamma_0(1+w)}{1+\varepsilon}$	$\frac{G_n(1+w)}{w}$	$\frac{n(1+W_0)}{W_0}$	$\frac{W_v(1+w)}{w}$	$\frac{\gamma_{ск}(1+w)}{m(1+\varepsilon)}$	$\frac{G(1-m)}{wm}$
3	$\gamma_{ск}$	$\gamma_0(1-n)$	$\frac{\gamma_w}{1+w}$	$\gamma_{ск}$	$\gamma_0(1-n)$	$\frac{\gamma_0}{1+\varepsilon}$	$\frac{\gamma_w}{1+w}$	$\frac{n}{W_0}$	$\frac{W_v}{w}$	$m\gamma_0$	$\frac{mG\varepsilon}{w}$
4	n	$\frac{\gamma_0-\gamma_{ск}}{\gamma_0}$	$1-\frac{\gamma_w}{\gamma_0(1+w)}$	$\frac{\gamma_0-\gamma_{ск}}{\gamma_0}$	n	$\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon}$	$1-\frac{\gamma_w}{\gamma_0(1+w)}$	$\gamma_{ск}W_0$	$\frac{W_v}{G}$	$1-m$	$\frac{W_v}{G}$
5	ε	$\frac{\gamma_0-\gamma_{ск}}{\gamma_{ск}}$	$\frac{\gamma_0(1+w)}{\gamma_w}$	$\frac{\gamma_0-\gamma_{ск}}{\gamma_{ск}}$	$\frac{n}{1-n}$	ε	$\frac{\gamma_0(1+w)}{\gamma_w}$	γ_0W_0	$\frac{W_v}{G-W_v}$	$\frac{1-m}{m}$	$\frac{W_v}{G-W_v}$
6	w	$\frac{\gamma_w}{\gamma_0(1-n)}-1$	$\frac{\gamma_w-\gamma_{ск}}{\gamma_{ск}}$	$\frac{\gamma_w-\gamma_{ск}}{\gamma_{ск}}$	$\frac{\gamma_w-\gamma_0(1-n)}{\gamma_0(1-n)}$	$\frac{\gamma_w(1+\varepsilon)}{\gamma_0}$	w	$\frac{n}{\gamma_{ск}}$	$\frac{W_v}{\gamma_{ск}}$	$\frac{\gamma_w-m\gamma_0}{m\gamma_0}$	$\frac{G_n}{\gamma_{ск}}$
7	W_0	$\frac{1}{\gamma_{ск}}-\frac{1}{\gamma_0}$	$\frac{1+w}{\gamma_w}-\frac{1}{\gamma_0}$	$\frac{n}{\gamma_{ск}}$	$\frac{n}{\gamma_{ск}}$	$\frac{\varepsilon}{\gamma_0}$	W_0	W_0	$\frac{W_v}{\gamma_{ск}}$	$\frac{1}{m\gamma_0}-\frac{1}{\gamma_0}$	$\frac{n}{\gamma_{ск}}$
8	W_v	$W\gamma_0(1-n)$	$\frac{W\gamma_w}{1+w}$	$W\gamma_{ск}$	G_n	$\frac{W\gamma_0}{1+\varepsilon}$	$W\gamma_{ск}$	$W_0\gamma_{ск}$	W_v	$Wm\gamma_0$	G_n
9	m	$\frac{\gamma_{ск}}{\gamma_0}$	$\frac{\gamma_w}{\gamma_0(1+w)}$	$\frac{\gamma_{ск}}{\gamma_0}$	$1-n$	$\frac{1}{1+\varepsilon}$	$\frac{\gamma_w}{\gamma_0(1+w)}$	$\frac{1}{1+W_0\gamma_0}$	$1-\frac{W_v}{G}$	m	$1-\frac{W_v}{G}$
10	G	$\frac{W\gamma_0}{\varepsilon}$	$\frac{W\gamma_w}{n(1+w)}$	$\frac{W\gamma_{ск}}{n}$	$\frac{W\gamma_{ск}}{n}$	$\frac{W\gamma_0}{\varepsilon}$	$\frac{W\gamma_0}{\varepsilon}$	$\frac{W_0\gamma_0}{\varepsilon}$	$\frac{W_v}{1+\varepsilon}$	$\frac{Wm\gamma_0}{n}$	G

Удельный вес грунтов /справочник инженера-дорожника

1979г./

Таблица 2

Грунты	Удельный вес грунта γ г/см3
Пески	2,65 - 2,67
Супеси	2,68 - 2,72
Суглинки	2,58 - 2,73
Меженные покровные	2,69 - 2,73
Глины	2,71 - 2,76
Лесс	2,68 - 2,70

Нормативные значения модулей деформации Е, кгс/см2, песчаных грунтов /СНиП II-15-74/

Таблица 3

Виды песчаных грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $\mathcal{E}$ равным			
	0,45	0,55	0,65	0,75
Пески гравелистые и крупные	500	400	300	-
Пески средней крупности	500	400	300	-
Пески мелкие	480	380	280	180
Пески пылеватые	390	230	180	110

Нормативные значения модулей деформации глинистых грунтов /СНиП II-15-74/

Таблица 4

Происхождение и возраст глинистых грунтов		Виды глинистых грунтов и пределы их консистенции		Модули деформации грунтов Е кг/см2 при коэффициенте пористости Е равным										
				0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6
Четвертичные отложения	Аллювиальные Делювиальные Озерные Озерно-аллювиальные	Супеси Суглинки	$0 \leq J_L \leq 0,75$	-	320	240	150	100	70	-	-	-	-	-
			$0 \leq J_L \leq 0,25$	-	340	270	220	170	140	110	-	-	-	-
			$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	320	250	190	140	110	80	-	-	-	-
			$0,5 < J_L \leq 0,75$	-	-	-	170	120	80	60	50	-	-	-
		Глины	$0 \leq J_L \leq 0,25$	-	-	280	240	210	150	150	120	-	-	-
			$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	-	-	210	180	150	120	90	-	-	-
			$0,5 < J_L \leq 0,75$	-	-	-	-	150	120	90	70	-	-	-
	Флювиогляциальные	Супеси	$0 \leq J_L \leq 0,75$	-	390	240	170	110	70	-	-	-	-	-
		Суглинки	$0 \leq J_L \leq 0,25$	-	400	330	270	210	-	-	-	-	-	-
			$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	350	280	220	170	140	-	-	-	-	-
			$0,5 < J_L \leq 0,75$	-	-	-	170	130	100	70	-	-	-	-
	Моренные	Супеси Суглинки	$J_L \leq 0,5$	750	550	450	-	-	-	-	-	-	-	-
Юрские отложения оксфордского яруса		Глины	$-0,25 \leq J_L < 0$	-	-	-	-	-	-	270	250	220	-	-
			$0 < J_L \leq 0,25$	-	-	-	-	-	-	240	220	190	150	-
			$0,25 < J_L \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	-	100	120	100

Необходимыми параметрами при расчетах устойчивости земляного полотна являются значения угла внутреннего трения/ φ / и сцепления /с/. Нормативные значения этих величин для обычных глинистых грунтов в зависимости от коэффициента пористости и показателя консистенции могут быть взяты из таблицы 6, для песчаных грунтов в зависимости от их пористости из таблицы 5 и намываемых песчаных и гравийных грунтов в зависимости от объемного веса из таблицы 7.

Нормативные значения удельных сцеплений /с кгс/см2/ углов внутреннего трения / $\varphi_н$ / для песчаных грунтов /СНиП II-15-74/

Таблица 5

Виды песчаных грунтов	Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости, равным			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Пески гравелистые и крупные	$C^н$	0,02	0,01	–	–
	$\varphi_н$	40^0	40^0	38^0	–
Пески средней крупности	$C^н$	0,03	0,02	0,01	–
	$\varphi_н$	40^0	38^0	35^0	–
Пески мелкие	$C^н$	0,06	0,04	0,02	–
	$\varphi_н$	38^0	36^0	32^0	28^0
Пески пылеватые	$C^н$	0,08	0,06	0,04	0,02
	$\varphi_н$	36^0	34^0	30^0	26^0

Нормативные значения удельных сцеплений $C^н$ кгс/см2 и углов внутреннего трения $\varphi^н$, град. глинистых грунтов четвертичных отложений

Таблица 6

Виды глинистых грунтов и их консистенция		Обозначения характеристик	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	I,05
Супеси	$0 \le J_L \le 0,25$	$C^н$	0,I5	0.II	0,08	–	–	–	–
		$\varphi^н$	30°	29°	27°	–	–	–	–
	$0,25 \le J_L \le 0,75$	$C^н$	0,I3	0,09	0,06	0,03	–	–	–
		$\varphi^н$	28°	26°	24°	2I°	–	–	–
Суглинки	$0 \le J_L \le 0,25$	$C^н$	0,47	0,37	0,3I	0,25	0,22	0,I9	–
		$\varphi^н$	26°	25°	24°	23°	22°	20°	–
	$0,25 \le J_L \le 0,5$	$C^н$	0,39	0,34	0,28	0,23	0,I8	0,I5	–
		$\varphi^н$	24°	23°	22°	2I°	I3°	I7°	
	$0,5 \le J_L \le 0,75$	$C^н$	–	–	0,25	0,20	0,I6	0,I4	0,I2
		$\varphi^н$			I9°	I8°	I6°	I4°	I2°
Глины	$0 \le J_L \le 0,25$	$C^н$	–	0,8I	0,68	0,54	0,47	0,4I	0,36
		$\varphi^н$		2I°	20°	I9°	I8°	I6°	I4°
	$0,25 \le J_L \le 0,5$	$C^н$	–	–	0,57	0,50	0,43	0,37	0,32
		$\varphi^н$			I8°	I7°	I6°	I4°	II°
	$0,5 \le J_L \le 0,75$	$C^н$	–	–	0,45	0,4I	0,36	0,33	0,29
		$\varphi^н$			I5°	I4°	I2°	I0°	7o

Характеристика песчаных грунтов в табл.5 относятся к кварцевым пескам с зернами различной окатанности, содержащими не более 20% полевого шпата и не более 5% в сумме различных примесей /слюда, глауконит и т.д./, включая растительные остатки независимо от степени влажности.

Характеристики глинистых грунтов в табл.6 относятся к грунтам, содержащим не более 5% растительных остатков и имеющих степень влажности $G \geq 0,8$.

Расчетные значения физико-механических характеристик намываемых песчаных и гравийных грунтов/СНиП II-53-73/

Таблица 7

Грунт	Объемный вес скелета грунта $\gamma_{ск}$, т/м3	Угол внутреннего трения φ, град.	Коэффициент фильтрации Кф, м/сут.
Песок пылеватый	I,4-I,5	24-28	0,5-5
Песок мелкий и средний	I,45-I,6	29-34	5-30
Песок крупный	I,55-I,65	30-34	I5-35
Песок гравелистый	I,6-I,75	32-35	20-50
Гравийный /щебенистый/ грунт с содержанием песчаных фракций менее 30%	I,7-I,9	35-40	более 50

3. Слабые грунты

К слабым грунтам относятся связные грунты, сопротивляемость сдвигу которых определяемая в природном состоянии с помощью приборов лопастного сдвига /крыльчаток/, не превышает 0,75кг/см2 или модуль осадки при нагрузке 2,5 кг/см2 оказывается более 50 мм /компрессионный модуль деформации $E < 50$ кг/см2/.

При статическом зондировании конусным наконечником к слабым относятся грунты с удельным сопротивлением менее 0,85 кг/см2, при стандартном конусе, с углом раскрытия 30°.

К числу слабых могут относиться и обычные глинистые грунты различного генезиса и возраста, имеющие в природном состоянии повышенную влажность /показатель консистенции $J_L \geq 0,5$/.

В зависимости от состава, генезиса и состояния слабые грунты подразделяются на:

- группы по содержанию органических веществ
- виды по генезису;
- подвиды по особенностям состояния /плотности и влажности/.

Среди слабых грунтов наиболее широким распространением пользуется торф.

Значения показателей механических свойств торфяных грунтов можно установить по основным показателям состава и состояния по таблицам 8 и 9.

К слабым грунтам органо-минерального происхождения относятся сапропели, представляющие собой отложения на дне озер, образовавшиеся в результате отмирания растительных и животных организмов и оседания минеральных частиц, приносимых водой и ветром.

Механические свойства сапропелей зависят от их структурных особенностей, плотности и влажности в естественном залегании.

Значения показателей механических свойств сапропелевых грунтов можно установить, ориентировочно., по таблице I0.

Болотный мергель - рыхлая осадочная порода, образовавшаяся в озерно-болотных условиях при поступлении воды, содержащей в растворенном виде углекислый кальцой, который выпадает в осадок при испарении воды. Мергель содержит 25-50% карбоната кальция. Остальная часть состоит из минеральных песчаных, глинистых, илистых частиц и растительных остатков.

В зависимости от величины природной влажности механические свойства болотного мергеля могут быть определены по таблице II.

Илы - это глинистые грунты в начальной стадии формирования, образовавшиеся в виде структурного осадка в воде при наличии микробиологических процессов и имеющие в природном сложении влажность, превышающую влажность на границе текучести и коэффициент пористости больший 0,9 для супесей, I,0 для суглинков и I,5 для глин.

Механические свойства илов определяются в основном их составом и состоянием. Поэтому ориентировочные значения физико-механических характеристик для илов можно устанавливать независимо от их вида, учитывая только их состав и состояние по таблице I2.

Физико-механические свойства торфяных грунтов

/Руководство по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах", Союздорнии, 1972г./

Таблица 8

Разновидность		Вид		Подгруппа	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке Сусл. кгс/см2		Сжимаемость			
							Модуль деформации E, кгс/см2 при нагрузке P		Модуль осадки C_r мм/м при нагрузке P кгс/см2	
Наименование	Природная влажность W	Степень разложения	Степень волокнистости, Ф		в природном залегании	после уплотнения под P P=0,5 кгс/см2	0,5	I,0	0,5	I,0
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
Осушенный /или уплотненный/		< 25	75	мз	0,49	2,50				
				сз	0,42	I,72				
	< 300	25–40	75–60	мз	0,30	I,25	> 2,5	> 3,3	200	300
				сз	0,33	I,05			/< I00/	/< 200/
				мз	0,I9	0,80				
	> 40	< 60		сз	0,26	0,73				
Маловлажный		< 25	> 75	мз	0,49–0,26	2,5–I,36				
				сз	0,42–0,22	I,72–0,50				
				мз	0,33–0,I7	I,25–0,60				
		25–40	75–60	сз	0,33–0,I6	I,05–0,56	2,5–I,5	3,3–2,3	200–350	300–430
		> 40	< 60	мз	0,I9–0,08	0,80–0,36			/I00–250/	/200–270/
				сз	0,26–0,I3	0,73–0,36				
Средней влажности	600–900	< 25	> 75	мз	0,26–0,I6	I,36–0,87				
				сз	0,22–0,I6	0,90–0,66				
				мз	0,I7–0,I0	0,60–0,42				

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II
		25–40	75–60	сз	0,I6_0,II	0,56–0,35	I,5–I,I	2,3–I,90	350–450	420–530
		> 40	< 60	мз	0,08–0,05	0,36–0,2I			250–400	370–500
				сз	0,I3–0,08	0,36_0,22				
Очень влажный	90_I200	< 25	> 75	мз	0,I6–0,II	0,87–0,62				
				сз	0,I6–0,II	0,62–0,46				
		25–40	75–60	мз	0,I0–0,06	0,42–0,28	I,I–0,90	I,90–I,70	450–550	530–600
				сз	–	–			/400–470/	/500–650
		> 40	< 60	мз	0,06–0,03	0,2I–0,I5				
				сз	–	–				
Избыточно-влажный		< 25	> 75	мз	0,II–0,07	0,62–0,38				
				сз	0,II–0,06	0,46–0,20				
		25_40	75–60	мз	–	–	0,90_0,85	I,70–I,50	550–600	600–650
				сз	–	–			/470–490/	/550–570/
		> 40	< 60	мз	–	–				
				сз	–	–				

Углы внутреннего трения и сцепление в торфах естественной отруктуры

Таблица 9

/Справочник инженера-дорожника/

Вид торфа	Степень разложенности	Зольность	$\varphi°$	С,кг/см2
Гипново-тростниковый	47	I3	I9	0,57
-"-	77	II	I0	0,43
Древесный	77	I4	I7°30'	0,59
-"-	55	2	20	0,27
Древесно-осоковый	60	22	I5	0,32
Осоковый	80	II	28	0,25
Осоково-древесный	85	II	25	0,29
Сфагново-моховой	30	3	22	0,I0
Тростниковый	40	9	20°30'	0,50
Тровяно-древесный	70	I7	I4	0,78

Физико-механические свойства сапропелевых грунтов
/Руководство по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, Союздорнии, 1978 г./

Таблица I0

Группа				Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке кгс/см2		Сжимаемость	
Наименование	Содержание органических веществ, %	Наименование	Природная влажность W, %	в природном залегании	после уплотнения нагрузкой P=0,5кгс/см2	модуль деформации E, кгс/см2 при нагрузке 0,5 кг/см2	модуль осадки мм/м при нагрузке P=0,5кгс/см2
I	2	3	4	5	6	7	8
Органический	> 60 /2<40%/	Маловлажный средней влажности, сильно влажный	< 350	> 0,I	> 0,I5	> 3,0	< I50
			350-600	0,I4-0,09	0,2I-0,I4	3,0-I,0	I50-400
			600-I200	0,I7-0,06	0,25-0,09	<I,0	> 400
		Избыточно-влажный /жидкий/	>I200	< 0,0I	< 0,03	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8
Органо-минеральный	I0-60	Маловлажный	< I50	> 0,I5	> 0,23	> 5,0	< I00
	/40<Z<90/	Средней влажности	I50-400	0,I7-0,09	0,25-0,I4	5,0-2,0	I00-250
		Сильно влажный	400-900	0,I2-0,06	0,I8-0,09	< 2,0	> 250
		Избыточно влажный	>900	< 0,0I	< 0,03	-	-

Примечание: Величины показателей механических свойств внутри разновидности при промежуточных значениях влажности определяются интерполяцией.

Физико-механические свойства болотного мергеля

Таблица II

Разновидность		Содержание $CaCO_3$, %	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке Сусл. кгс/см2		Сжимаемость	
Наименование	Влажность W%		в природном состоянии	после уплот. под нагр. P=0,5кг/см2	Модуль деформации E при нагр. P=0,5кгс/см2	Модуль осадки при P=0,5кгс/см2
Маловлажный	< 100		> 0,2	>0,3	> 1,25	< 400
Средней влажности	100-300	25-50	0,2-0,1	0,3-0,15	< 1,25	> 400
Очень влажный	> 300		< 0,1	< 0,15	-	-

Физико-механические свойства илистых грунтов /по Совздорпроект/

Таблица I2

Виды морских илов	Число пластичности W_a	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке кгс/см2 $C_{кр}$ при коэффициенте консистенции B					Модуль деформации кгс/см2 E при коэффициенте консистенции B				
		0,5–I	I–I,5	I,5–2	2–2,5	2,5–3	0,75–I	I–I,5	I,5–2	2–2,5	2,5–3
Супесчаный	3–5	0,4–0,35	0,35–0,26	0,26–0,2I	0,2I–0,I8	0,I8–0,I7	46–44	44–39	39–36	36–33	33–3I
							42–40	40–36	36–33	33–3I	3I–29
Суглинистый	<II						I6–I4	I4–I2	I2–II	II–I0,5	I0,5–I0
	I2–I3	0,3–0,27	0,27–0,22	0,22–0,I7	0,I7–0,I3	0,I3–0,II	I9–I6	I6–I3	I3–I2	I2–I0,5	I0,5–9,5
							26–23	22–I8	I8–I4	I4–II	II–8
	>I4						50–40	40–25	25–I8	I8–II	II–6
Глинистый	≤ 26	0,I4–0,I3	0,I3–0,II	0,II–0,09	0,09–0,08	-	I3–I2	I2–9	9–5	5–3	-
	30	0,2–0,I6	0,I6–0,I2	0,I2–0,I	-	-	I4–8	8–5	5–3,5	3,5–3	-
	35	0,3–0,2I	0,2I–0,08	0,08–0,02	-	-	I0–6,5	6,6–4	4–3,2	3,2–3	-
	≥ 45	0,32–0,24	0,24–0,I4	0,I4–0,I2	-	-	4,5–4	4–3,5	3,5–3	3–2,5	-

Особую разновидность минеральных слабых грунтов представляют собой грунты мокрых солончаков.

Основные характеристики механических свойств мокрых солончаков при одном и том же составе, отражаемом числом пластичности хорошо увязываются с показателем консистенции. Независимо от содержания солей грунты мокрых солончаков делятся на пять разновидностей.

Механические характеристики грунтов мокрых солончаков можно установить по таблице I3.

Таблица I3

Разновидность мокрых солончаков /по показателю консистенции/	Вид грунтов мокрых солончаков/по пластичности/	Сцепление С, кг/см2	Угол внутреннего трения град.	Модуль деформации Е при Р= 0,5кг/см2
I/0,5-0,75/	супесчаный	0,7-0,4	35-25	46-32
	суглинистый	0,4-0,25	25-I7	25-I6
II/0,75-I,0/	супесчаный	0,4-0,2	25-I8	32-25
	суглинистый	0,25-0,I5	I7-I3	I6-I3
III /I-I,5/	супесчаный	0,2-0,I	I3-7	I3-9
	суглинистый	0,I5-0,05	I0-8	I9-I6
IУ /I,5-2/	супесчаный	0,I-0	I0-8	I9-I6
	суглинистый	0,05-0	7-5	9-8
У / 2 /	супесчаный	0	8	I6
	суглинистый	0	5	8

К супесчаному относить грунты при $I \leq W_n < 7$,

к суглинистому -при $7 \leq W_n < I7$.

К переувлажненным глинистым грунтам относятся грунты, имеющие влажность соответствующую мягкопластичной консистенции /$B \geq 0{,}5$/ и выше.

Ориентировочные значения механических характеристик переувлажненных грунтов помещены в таблице I4.

Таблица I4

Разновидность грунта		Вид /по пластичности/	Показатели механических свойств			Объемный вес влажного грунта, γ_w т/м3
Наименование	Показатель консистенции		сцепление С кг/см2	угол внутреннего трения, φ град.	модуль деформаций, Е кгс/см2	
Мягкопластичный	0,5–0,75	супесь	0,05	20	380	I,90
		суглинок	0,I5	I7	I90	I,90
		глина	0,20	I4	20	I,95
Текучепластичный	0,75–I,0	супесь	0,02	до I3	I90	I,85
		суглинок	0,I0	I3	I25	I,85
		глина	0,I0	8	30	I,90
Текучий	I,0	супесь	0,00	I4	I25	I,85
		суглинок	0,05	I0	60	I,80
		глина	0,05	6	30	I,80

Примечание. К супеси относятся грунты при $I \leq W_n < 7$, к суглинку при $7 \leq W_n < I7$, к глине при $W_n > I7$ / W_n -число пластичности/.

4. Скальные грунты

В разделе представлены числовые значения показателей физико-механических свойств скальных грунтов. К ним относятся показатели сопротивляемости сдвигу, величин сцепления, удельные и объемные веса. Величины этих показателей зависят от происхождения минералогического и петрографического составов скальных грунтов степени их трещиноватости и выветрелости.

Сложность определения различных показателей физико-механических свойств скальных грунтов в лабораторных и полевых условиях часто затрудняет получение этих данных своевременно и в достаточном объеме. В таких случаях можно для ориентировочных расчетов использовать данные, помещенные в таблицах I5-I8.

Значения механической прочности некоторых магматических и осадочных сцементированных пород в сухом и водонасыщенном состоянии /по Ф.П.Саваренскому, I946г./

Таблица I5

№№ пп	Наименование пород	Предел прочности в кг/см2	
		в сухом состоянии	в насыщенном водой
I	Базальт /волынский/	3I58	26I0
2	Граниты: кавказские	2280	2I80
	уральские	I470	I330
3	Порфиры	I7I9	I573
4	Туфы и лавы Кавказа	800	650
5	Песчаники: Московский/нижний мел/	I850	I690
	Нижнее Поволжье/нижнетретичный/	520	470
6	Мергель /верхний карбон/	92	-
7	Глинистый мергель/верхний карбон/	25	-

Расчетные сопротивления основание из крупнообломочных грунтов

Таблица I6

№№ пп	Наименование грунта	R кг/см2
I	Щебенистый /галечниковый/ с песчаным заполнителем пор	6,0
2	Дресвяный /гравийный/ из обломков кристаллических пород	5,0
3	Дресвяный /гравийный/ из осломков осадочных пород	3,0

Значения углов трения при срезе монолитных образцов и сдвиге плитки по плитке или при повторном сдвиге срезанного образца /по данным Г.А.Фисенко, М.Н.Гольдштейна и др./.

Таблица I7

Сдвигаемое тело	Контртело	Угол трения при сдвиге плитки по плитке, или по трещине или повторный сдвиг, град			Угол трения при срезе φ град
		поверхность сдвига			
		гладкая	шероховатая		
			сухая	смочен водой	
I	2	3	4	5	6
Гранит	Гранит	34	33	32	-
Гранит биотитовый	Гранит биотитовый	26,5 /I9-3I/	49	-	-
Сиениты и порфиры	Сиениты и порфиры	-	22-3I	-	35
Сланцы хлоритовые зеленые	Сланцы хлоритовые	-	33	-	37

I	2	3	4	5	6
Сланцы филлитовые	Сланцы филлитовые	-	34	-	-
Сланец глинистый	Сланец глинистый	-	I3	I0	-
Известняк	Известняк	-	I9-25	3I-35	-
Известняк	Известняк	-	33	28	-
Известняк	Известняк	-	I8-20	-	24-27
Мергель	Мергель	-	I6	I4	-
Песчаники	Песчаники	-	26-3I	-	36
Алевролиты	Алевролиты	-	23-26	-	33
Аргиллиты	Аргиллиты	-	I9-26	-	27-30
Серпентинит	Серпентинит /свежая плитка/	-	27,5-29 до I4,5	-	-
То же	То же/повторный сдвиг/	-	I5,5	-	-
Бетон	Серпентинит	-	33	-	-
Бетон	Бентонитовая глина	-	23	-	33
Бетон	Бетон	-	28-33	I7-33	33

Физико-механические свойства скальных пород

Крепкие породы

Таблица I8

Наименование горных пород	Объемный вес γ, т/м3	Удельный вес γ_s, т/м3	Влажность w %	Сцепление в образце C, кг/см2	Угол внутреннего трения φ, граде	Размер элементарного блока, см
I	2	3	4	5	6	7
Изверженные						
Гранитоиды	2,62			425	36,5	
Кварцевые порфиры	2,56	2,65	0,36	395	37	40
Сиениты	2,76		0,37	363	37	40
Гранодиориты	2,63	2,78	0,39	560	32	50
Порфириты	3,02		0,50	365	33	45
Габбро-диориты	2,70			373	35,5	
Габбро	3,II			300	36	
Габбро-диабазы	2,86			353	32	80
Диабазы	2,95			460	30	
Перидотиты	2,80			323	36	70
Пироксениты	3,23			350	35,5	
Метаморфические и осадочные						
Кварциты	2,64	2,84	0,50	350-700	36	50-70
Джеспилиты	3,43			360	36	40
Роговики	2,58			305	35	40
Роговики гидрогематитовые	3,I7			300	32	40
Сланцы кремнисто-глинистые	2,82		0,24	380	33,5	30

I	2	3	4	5	6	7
Сланцы кварцево-хлорито-серицитовые	2,73			2I0	33	30
Филлиты, туффиты	2,87			300	28	40
Серпентиниты	2,7-3,I		0,40	230-300	35	60-I00
Скварны	2,75		0,28	587	3I	40-50
Кварцевые песчаники	2,50	2,65	2,50	250	35	50-I50
Известняки	2,70	2,77	0,I4	220	33	30-I00

Породы средней крепости

Продолж.таблицы I8

Наименование горных пород	Объемный вес γ, т/м3	Удельный вес γ_s, т/м3	Влажность w%	Сцепление в образце C кг/см2	Угол внутреннего трения φ, град	Размер элементарного структурного блока, см
Изверженные слабовыветрелые						
Гранитоиды	2,56			220	36,5	30-50
Кварцевые порфиры	2,50	2,64	0,20	227	34	30-50
Сиениты, сиенито-диориты, диориты	2,50	2,66	I,00	205	32	30-50
Гранодиориты, гранодиоритпорфири	2,57	2,75	I,05	285	36,5	50
Порфириты	3,00			260	37	
Габбро-диориты	3,00			2I0	36	
Габбро	2,83			275	35	
Габбро-диабазы	2,98			260	36,5	
Диабазы	2,75			200-260	36-37	
Сиениты				240	36	70
Изверженные выветрелые						
Сиениты-диориты				I20	32	
Кератофиры				I65	33	
Гранодиоритпорфиры	2,40	2,74	0,90	I80	36	30-50
Порфириты				I70	3I	
Габбро-диориты	2,66			I80	36	
Диабазы				70	34	

Породы средней крепости

Продолж.таблицы I8

Наименование горных пород	Объемный вес γ, т/м3	Удельный вес δ, т/м3	Влажность W %	Сцепление в образце C, кг/см2	Угол внутреннего трения, φ, град.	Размер элементарного структурного блока, см
М е т а м о р ф и ч е с к и е						
Кварциты	2,6I	2,78	0,40	I65	34	50–70
Кварциты каолинизированные	2,24	2,59	0,94	48	30	20–30
Сланцы песчано-глинистые	2,78			I80	37	40
Сланцы хлористо-кварцевые и хлоритовые	2,86			I40	35	30
Филлиты				I52	27	30
Тальковокарбонатная порода	2,89			II5	30	
Магнетиты	4,32			I90	34	20–30
Серпентиниты выветрелые	2,50			84	34	20–30
Серпентиниты рассланцованные, сильно выветрелые	2,50			23	33	5,0–30

Породы средней крепости

Продолж. таблицы I8

Наименование горных пород	Объемный вес γ т/м3	Удельный вес γ_s т/м3	Влажность W %	Сцепление в образце, С кг/см2	Угол внутреннего трения, φ град.	Размер элементарного структурного блока, см
Осадочные						
Известняки	2,44–2,67	2,83	0,1–4,0	140–165	27–32	30–80
Известняки выветрелые	2,37	–	–	73	31	
Песчаники аркозовые	2,26			175	38	
Песчаники глинистые	2,67	–	–	170	37	
Песчаники с карбонатным цементом	2,57	2,68	2,27	170	36	40
Песчаники с глинисто-железистым цементом	2,31	2,70	2,70	87	36	30
Песчаники	2,53	2,75		50–90	35	30–80
Алевролиты	2,51	2,72	4,00	35–70	33	35–70
Аргиллиты	2,45	2,80	8,00	40	29	20–55
Уголь	1,26–1,58		5,00	28	36	3,0–60

Продолж.таблицы I8

Наименование горных пород	Объемный вес γ, т/м3	Удельный вес δ_e, т/м3	Влажность W %	Сцепление в образце C кг/см2	Угол внутреннего трения φ, град	Размер элементарного структурного блока, см
Сильновыветрелые						
Габбро-дифиты	2,40			I4,3	36	
Сланцы	2,I2		I8,0	I,2-I3,6	26-30	
Песчаники				7,5	36	
Диабазы	2,07		I9,6	3,2	34	
Доломиты, сидериты	2,00		3I,6	I,39	32	
Осадочные						
Песчаники	2,II	2,65	II,0	II,0	35	
Алевролиты	2,I3	2,48	20,0	3-I7	3I	
Аргиллиты	2,02	2,67	I8,0	3-I0	29	
Мел трещноватый	I,90	2,64	3I	I-40	35	

5. Лессы и лессовидные грунты

В соответствии с требованиями СНиП П-15-74 и СН 449-72 широко распространенные на территории СССР лессы и лессовые грунты относятся к просадочным.

К просадочным от замачивания грунтам следует относить грунты, имеющие $G \leq 0,6$ и значение

$$\frac{E_0 - E_T}{1 + E_0} \geq 0,1$$

где: E_0 – коэффициент пористости образца природного сложения и влажности;

E_T – коэффициент пористости того же образца грунта при влажности на границе текучести,

G – степень влажности.

Гранулометрический состав лессовых пород показан в таблице 19. Значения модуля деформации даны в таблице 20. Показатели физических свойств лессовых пород в различных районах СССР приведены в таблице 21. Средние значения показателей сопротивления сдвигу – в таблице 22. Табличные данные могут быть использованы для предварительных, ориентировочных расчетов.

Гранулометрический состав лессовых пород /средние данные по Ю.М.Абелеву, В.Ф.Краеву и т.д./

Таблица I9

Район	Содержание фракции, %		
	песчаных > 0,05	пылеватых 0,05–0,002	глинистых /0,002/
Херсон	I4–I7	55–73	I4–I6
Запорожье	7–30	59–62	I2–29
Юг Полесья	I4	68	I8
Киевское плато	22	66	I2
Каневский р-н	30	59	II
Донбасс	20	64	I6
Новосибирск	I6	73	II
Предгорья Алтая	I4–26	52–6I	I7–25
Томск	0,5–20	52–82	I5–30
Левобережье Чулыма	0,5–7	68–8I	I5–25
Кемерово	I–5	56–68	I3–35
Иркутск	I–8	70–77	I2–25

Средние значения модуля общей деформации лессовых пород по данным испытаниям пробными нагрузками /по Ю.М.Абелеву/

Таблица 20

Породы	Влажность W %	Пористость n %	Модуль общей деформации, E кг/см2
Лесс	I0_I7	47-48	225-300
Лессовидный суглинок	6-8	46-48	220-280
_"_	8-I4	47-49	I90-220
_"_	I2-I8	43-45	I00-400
_"_	22-25	40-45	I00-240
_"_	22-25	45-48	80-I50
_"_	25-30	40-45	70-I30
_"_	25-30	45-48	45-90

Обобщенные показатели физических свойств лёссовых суглинков из разных районов СССР /по Ю.М.Абелеву, В.С.Быковой и др./

Таблица 21

Район	Естеств. влажн. W %	Плотность /г/см3 минер. части породы	Плотность /г/см3 породы	Плотность /г/см3 скелета породы	Пористость,	Коэффициент пористости ε	Предел текучести, W_L %	Предел пластичности, W_p %	Число пластичности J_p %
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Тельская область	23	2,74	I,82	I,5I	4I	0,66	-	-	II
Липецкая область	I9	2,70	I,79	I,50	44	0,77	-	-	I4
Тамбовско-Воронежская область	20	2,7I	I,80	I,50	45	0,82	-	-	I5
Киевское плато	I3	2,69	I,7I	I,48	44	0,77	26	I7	9
Кагал Северный Донец-Донбасс	20	2,75	I,90	I,57	43	0,73	4I	23	I8
Донбасс/Центральный и Восточный/	I9	2,7I	I,82	I,59	44	0,77	37	22	I5
Украинский кристаллический щит	I6	2,66	I,59	I,47	42	0,70	3I	I8	I3
Водораздел Днепр-Южный Буг	I4	2,70	I,76	I,54	43	0,73	37	22	I5
Приднестровская-Карпатская область	I7	2,70	I,70	I,49	40	0,72	33	I9	I4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO
Зауральская равнина	I5	2,7I	I,80	I,52	44	0,77	36	2I	I5
Ергени	I3	2,72	I,78	I,50	45	0,82	30	I9	II
Приташкентский район	I4	2,73	I,47	I,28	52	-	-	-	-
Голодностепский район	I5	2,73	I,47	-	46	-	-	-	-
Предуралье	I9	2,68	I,83	I,54	42	0,73	30	I7	I3
Рудный Алтай	I8	-	-	-	45	0,82	33	I8	I3
Алтай	I5	2,64	I,65	-	4I	0,70	30	I9	II
Кузнецк	23	2,70-2,75	I,80	I,45	42-50	0,72-I,00	22-29	I6-I9	7-I4
Новосибирск	I5-22	2,65-2,75	I,66-I,73	I,36-I,42	46-49	0,85-0,97	-	-	9-I5
Юг-Красноярского края	I8	2,70	I,30-I,30	-	38-60	-	30-3I	22-23	8
Иркутск-Черемхово	I3-23	2,69-2,8I	I,80-I,88	-	43-6I	0,76-I,50	-	-	I0-I8

Среднее значение показателей сопротивления сдвигу л ссовых пород /из работы К.М.Абелева/

Таблица 22

Плотность скелета породы	Влажность W %	Угол внутреннего трения φ	$t_g \varphi$	Сцепление С,кгс/см2
I	2	3	4	5
I,25-I,27	4	39°30'	0,819	0,70
	7	33°50'	0,070	0,52
	I5	3I°20'	0,6II	0,32
	I9	30°I0'	0,58I	0,2I
	24	26°20'	0,495	0,06
	28	26°00'	0,487	0,02
I,36-I,38	6	36°50'	0,74	0,80
	I0	35°00'	0,70	0,65
	I3	3I°20'	0,6I	0,46
	I5	29°00'	0,55	0,35
	2I	28°20'	0,54	0,20
	25	26°30'	0,50	0,I0
	27	25°20'	0,47	0,05
I,42-I,44	7	34°I0'	0,68	0,96
	I2	28°50'	0,55	0,58
	I6	28°30'	0,54	0,46
	I8	28°20'	0,54	0,40
	22	27°00'	0,5I	0,26
	23	26°30'	0,50	0,20
	26	25°50'	0,49	0,I0

I	2	3	4	5
	8	97°I0'	0,75	I,57
	I0	33°00'	0,65	I,20
I,48-I,50	I4	28°20'	0,54	0,80
	I9	26°30'	0,50	0,52
	24	26°00'	0,49	0,20
	I4	36°I0'	0,73	I,32
	I8	34°30'	0,69	I,00
I,58-I,55	22	3I°20'	0,6I	0,70
	24	26°I0'	0,49	0,42
	26	25°40'	0,48	0,3I
	27	25°I0'	0,47	0,26

6. Водопроницаемость грунтов

Под водопроницаемостью или фильтрационной способностью грунтов подразумевается способность грунтов поглощать и пропускать через себя воду.

По степени водопроницаемости грунты можно разделить на три группы /по Ф.В.Саваренскому/:

I. Водопроницаемые - коэффициент фильтрации более I м/сутки.

2. Полупроницаемые - коэффициент фильтрации - I-0,00I м/сутки.

3.Непроницаемые - коэффициент фильтрации менее 0,00Iм/сутки.

В соответствии с СН 449-72 по степени водопроницаемости грунты разделяются на дренирующие, к которым относятся скальные и крупнообломочные грунты, пески гравелистые, крупные и средней крупности, а также пески мелкие, удовлетворяющие одному из следующих условий: содержание частиц размером меньше 0,I мм должно быть не более I5%, в том числе размером менее 0,005 мм до 2% по весу, коэффициент фильтрации 0,5 м/сутки[x/]; недренирующие, к которым относятся глинистые грунты, а также пески мелкие, не удовлетворяющие вышеуказанным условиям.

Для расчетов дренажных устройств, проектируемых для осушения грунтов в естественном залегании, а также при притоке воды в отрываемые котлованы необходимо знать коэффициент фильтрации грунтов. При определении коэффициента фильтрации грунтов наиболее надежными являются данные опытных откачек. При отсутствии таких данных для ориентировочных подсчетов можно использовать таблицы 23,24, 25. Необходимые для расчета дренажа значения гидродинамического градиента,радиуса влияния дрены и уклона депрессионной кривой могут быть взяты из таблиц 26,27,28.

---

x/ В приборе Союздорнии

Коэффициенты фильтрации грунтов

Таблица 23

№№ пп	Наименование пород	Коэффициент фильтрации, м/сутки	Авторы
I	2	3	4
	Скальные грунты		
I	Слабо трещиноватые: доломиты, мел, мергели, сланцы	5–20	Скабалланович, Седенко
2	Различные трещиноватые породы	20–60	–"–
3	Сильно трещиноватые породы	более 60–70	–"–
	Галечниковые и гравийные грунты		
4	Галечник с песком	20–I00	–"–
5	Галечник отсортировочный	более I00	–"–
6	Галечник чистый	I00–200	Агалина М.С.
7	Гравий чистый	I0–200	Абрамов С.К.
8	Гравий с песком	75–I50	–"–
9	Гравийно-галечниковые грунты со значительной примесью мелких частиц	20–60	Скабалланович, Седенко
	Песчаные грунты		
I0	Песок пылеватый глинистый с преобладающей фракцией 0.0I–0,05 мм	0,5–I,0	Богомолов Г.В.
II	Песок пылеватый однородный с преобладающей фракцией 0,0I–0,05 мм.	I,5–5,0	–"–
I2	Песок мелкозернистый, глинистый с преобладающей фракцией 0,I–0,25 мм	I0–I5	–"–
I3	Песок мелкозернистый, однородный с преобладающей фракцией 0,I–0,25 мм	20–25	–"–

I	2	3	4
I4	Песок среднезернистый глинистый с преобладающей фракцией 0,25–0,5 мм	35–50	Богомолов Г.Ь.
I5	Песок среднезернистый однородный с преобладающей фракцией 0,25–0,5 мм	35–40	–"–
I6	Песок крупнозернистый, слегка глинистый с преобладающей фракцией 0,5–I,0 мм	35–40	–"–
I7	Песок крупнозернистый однородный с преобладающей фракцией 0,5–I,0 мм	60–75	–"–
	Глинистые грунты		
I8	Глина	менее 0,00I	Скабаллановнч, Седенко
I9	Суглинок тяжелый	0,05–0,0I	Абрамов С.К.
20	Суглинок легкий и средний	0,4–0,005	Абрамов С.К.
2I	Супесь плотная		
22	Супесь рыхлая	0,I–0,0I	Скабалланович, Седенко
23	Супесь	I,0–0,4	Абрамович С.К.
	Торф		
24	Торф мало разложившийся	4,5–I,0	Агалина М.С.
25	Торф среднеразложившийся	I,0–0,I5	–"–
26	Торф сильно разложившийся	0,I5–0,0I	–"–

Водопроницаемость лессовидных суглинков

/по В.А.Приклонскому/

Таблица 24

Порода	Глубина залегания, м	Коэффициент фильтрации м/сутки		Отношение Кф верт.к Кф гор.
		вертикальное направление	горизонтальное направление	
Лессовидный суглинок	I,8-2,0	I2,2I	0,3I	37,5
То же	2,6-2,8	I,72	0,38	4,5
-"-	I,8-2,0	0,I2	0,0I7	7
-"-	2,65-2,8	0,II	0,0II	I0

Коэффициент фильтрации торфов

(И.Е.Евгеньев "Строительство автомобильных дорог через болота")

Таблица 25

Группа торфа	Степень разложения, %	Коэффициент фильтрации, см/сек.
Низинный		
слаборазложившийся	I0-20	0,002-0,0I/0,005/
среднеразложившийся	30-45	0,0002-0,003/0,0008/
Верховой		
очень слаборазложившийся	до I0-I5	0,0I-0,025/0,0I5/
слаборазложившийся	I0-20	0,002-0,007/0,004/
среднеразложившийся	30-45	0,00025-0,00I/0,0005/

Гидродинамические градиенты
/справочник инженера-дорожника/

Таблица 26

Грунты	Гидравлический градиент	Угол депрессии
Крупнопесчаные	0,003–0,006	0,0015–0,003
Пески	0,006–0,020	0,003–0,010
Супеси	0,020–0,050	0,010–0,026
Суглинки	0,050–0,100	0,025–0,053
Глинистые грунты	0,100–0,150	0,053–0,081
Тяжелые глины	0,150–0,200	0,081–0,111
Торфы /в зависимости от вида торфа и степени его разложения/	0,020–0,120	0,010–0,064

Радиусы влияния в зависимости от преобладающей фракции грунта

Таблица 27

Наименование породы	Размеры преобладающих частиц, мм	Радиус влияния R, в м
Песок тонкозернистый	0,05–0,1	25–50
–"– мелкозернистый	0,1–0,25	50–100
–"– среднезернистый	0,25–0,5	100–200
–"– крупнозернистый	0,5–1,0	300–400
Гравий мелкий	2 – 3	400–600
–"– средний	3 – 5	500–1500
–"– крупный	5 – 10	1500–3000

Средние значения уклона депрессионной кривой

по опытным данным

Таблица 28

№№ пп	Наименование грунтов	Значения уклона J_0
I	Для наиболее проницаемых грунтов	0,008–0,006
2	Пески	0,006–0,02
3	Песчаные грунты	0,02–0,05
4	Суглинистые грунты	0,05–0,I0
5	Глинистые грунты	0,I0–0,I5
6	Глины тяжелые	0,I5–0,20

Приложение I

НОМЕНКЛАТУРА ГРУНТОВ

Грунты, используемые в дорожном строительстве, подразделяются на скальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые.

К скальным грунтам относятся магматические, метаморфические и осадочные породы с прочными жесткими связями между зернами, залегающие в естественном залегании в виде сплошного или трещиноватого массива.

К крупнообломочным относятся несцементированные грунты, содержащие более 50% по весу обломков скальных грунтов с размером частиц более 2 мм.

Крупнообломочные и песчаные грунты в зависимости от зернового состава подразделяются на виды /табл.I/.

Для установления вида грунта следует последовательно суммировать проценты содержания частиц в исследуемом грунте, начиная с содержания более крупных частиц и принимать наименование грунта по первой сумме, удовлетворяющей показателю содержания частиц по табл.I.

Пески с коэффициентом неоднородности $K_{\frac{60}{10}}$ 3 следует считать разнозернистыми. Пески с $K_{\frac{60}{10}}$ 3, а также мелкие пески с содержанием по весу 90% и более частиц размером 0,I-0,25 мм следует считать неоднородными.

Виды крупнообломочных и песчаных грунтов /СН 449-72/

Таблица I

Вид грунта	Содержание частиц в % от общего веса сухого грунта
Крупнообломочные	
Грунт глыбовый /при преобладании окатанных камней - валунный/	Вес камней крупнее 200 мм составляет более 50%
Грунт щебенистый /при преобладании окатанных частиц - галечниковый/	Вес частиц крупнее 10 мм составляет более 50%
Грунт дресвяный /при преобладании окатанных частиц - гравийный/	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 50%
Песчаные	
Песок гравелистый	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 25%
Песок крупный	Вес частиц крупнее 0,5 мм составляет более 50%
Песок средней крупности	Вес частиц более 0,25 мм составляет более 50%
Песок мелкий	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75%
Песок пылеватый	Вес частиц крупнее 0,1 мм составляет менее 75%

Песчаные грунты следует называть: маловлажными, если степень их влажности $G \leq 0,5$, влажными при $0,5 < G \leq 0,8$; насыщенными водой, если $G > 0,8$.

- Степень заполнения объема пор водой. G - определяется по формуле:

$$G = \frac{W\gamma}{E\gamma_b}$$

W – природная весовая влажность грунта

γ – удельный вес материала частиц грунта в т/м3

$\gamma_в$ – удельный вес воды, принимаемый равным I т/м3

ε – коэффициент пористости грунта, определяемый как отношение объема пор к объему минеральной части грунта

Глинистые грунты подразделяются на виды и разновидности с учетом их зернового состава и пластичности /табл.2/.

Таблица 2

Виды глинистых грунтов /СН 449-72/

Вид грунта	Разновидность грунтов	Содержание песчаных грунтов от 2 до 0,05мм в % по весу	Число пластичности
Супесь	Легкая крупная	50	$I < W_п \leq 7$
	легкая	50	
	пылеватая	20-50	
	тяжелая пылеватая	20	
Суглинок	легкий	40	$7 < W_п \leq 12$
	легкий пылеватый	40	
	тяжелый	40	
	тяжелый пылеватый	40	
	песчанистая	40	
Глина	пылеватая	меньше, чем пылеватых размеров 0,05-0,005	$17 < W_п \leq 27$
	жирная	не нормируется	$W_п > 27$

Для супесей легких крупных учитывается содержание частиц размером 2-0,25 мм

К наименованию глинистого грунта, установленному по табл.2, при содержании в образце рассматриваемого грунта 20–50% /по весу/ частиц крупнее 2 мм добавляется "гравелистый" или "щебенистый".

Таблица 3

Разновидность грунтов	Показатель консистенции J_L
Супеси, суглинки, глины:	
твердые	$J_L < 0$
полутвердые	$0 \leq J_L \leq 0{,}25$
тугопластичные	$0{,}25 < J_L \leq 0{,}5$
мягкопластичные	$0{,}5 < J_L \leq 0{,}75$
текучепластичные	$0{,}75 < J_L \leq 1$
текучие	$J_L > 1$

Глинистые грунты следует различать по их состоянию в зависимости от величин консистенции /табл.3/.

Глинистые грунты следует считать грунтами с повышенной влажностью, если их влажность превышает значения, при которых грунт в насыпи может быть уплотнен до требуемых коэффициентов уплотнения /Ку = 0,95–1/, а в пределах выемок они имеют показатель консистенции $J_L > 0{,}25$.

Характеристика пластичности отдельных гранулометрических типов грунтов

Таблица 4

Наименование грунтов по гранулометрическому составу	Верхний предел пластичности	Нижний предел пластичности	Число пластичности
Глина	44	22	22
Суглинок	44-26	22-I6	22-I0
Супесь	28-I8	I6-8	I0-0
Песок	не определяется	не определяется	0

Представляет интерес классификация грунтов, разработанная в Союздорпроекте /табл.6,7/.

Классификация гранулометрических элементов /проект части/

Таблица 5

Наименование частиц	Размер частиц d – мм
Валунные /при неокатанных гранях – глыбовые/	$d > 200$
Галечниковые /при неокатанных гранях щебенистые/	$200 \geqslant d > 10$
Гравийные /при неокатанных гранях – дресвяные/	$10 \geqslant d > 2$
Песчаные	$2 \geqslant d > 0,05$
Пылеватые	$0,65 \geqslant d > 0,005$
Глинистые	$d < 0,005$

Классификация грунтов для автомобильных дорог

Таблица 6

Наименование грунтов	Число пластичности	Содержание фракций, % от веса сухого грунта	
		Размер частиц, мм	Содержание %
Глина жирная	более 27	2–0,05	менее 50
Глина	I7–27	2–0,05	–"– 50
Суглинок тяжелый пылеватый	I2–I7	2–0,05	–"– 40
Суглинок тяжелый	I2–I7	2–0,05	более 40
Суглинок пылеватый	7–I2	2–0,05	менее 40
Суглинок	I–7	2–0,05	более 40
Грунт пылеватый	I–7	2–0,05	менее 20
Супесь мелкая	I–7	2–0,25	менее 50
Супесь	I–7	2–0,25	более 50
Песок пылеватый	менее I	более 0,I	менее 75
Песок мелкий	–"– I	–"– 0,I	более 75
Песок средний	–"– I	–"– 0,25	–"– 50
Песок крупный	–"– I	–"– 0,5	–"– 50
Песок крупный очень	–"– I	–"– I,0	–"– 50

Примечание:

1. При содержании частиц более 2 мм в количестве 25–50% к наименованию грунта добавляется слово "гравелистый"/"щебенистый"/.
2. Грунты, осладающие в природном сложении влажностью, превышающей влажность на границе текучести и коэффициентом пористости более I,0 для супесей и суглинков и более I,5 для глин называются илами.

3. Глинистые грунты, обладающие в природном сложении видимыми невооруженным глазом порами, значительно превосходящими размеры частиц, составляющие скелет грунта, называются макропористыми.

Скальные породы следует считать размягчаемыми, если отношение их временных сопротивлений сжатию в насыщенном водой и в воздушно-сухом состоянии меньше 0,75, а при отношении равном или более 0,75 - неразмягчаемыми.

По степени выветриваемости скальные грунты делятся на слабовыветривающиеся и легковыветривающиеся.

К грунтам особой разновидности относятся: илы, польдиевые глины, лессы и лессовидные грунты, аргиллиты, алевролиты, мергели, сланцевые глины, трепелы, торфа, сапропели, засоленные грунты.

Примечания:

к таблицам I и 2

I. и C определяют по результатам сдвиговых испытаний грунтов ненарушенной структуры по схеме быстрого сдвига при естественной влажности в пределах нагрузки на основание в зависимости от высоты насыпи.

2. При использовании грунта выемки в насыпь, а также для грунта резерва дополнительно определяют φ и C по результатам сдвиговых испытаний грунтов нарушенной структуры при оптимальной влажности по схеме медленного сдвига с предварительным уплотнением.

к таблице 3

I. К таблице должен быть приложен график компрессионных испытаний по всем грунтовым слоям слабого основания.

2. φ_w и C_w определяют при естественной влажности по схеме быстрого сдвига при расчетной нагрузке.

Здесь же необходимо производство испытаний по схеме медленного сдвига с предварительной консолидацией под расчетной нагрузкой I-2 испытания.

3. Для более полной оценки слабых грунтов в основании земляного полотна должны быть приведены данные полевых испытаний грунтов крыльчаткой, статическим и динамическим зондированием.

4. Грунты резерва для насыпи изучаются в соответствии с примечанием к то.I-2.

Приложение 2

Исходные геотехнические данные, необходимые для разработки индивидуальных проектов земляного полотна

Исходные данные выдаются геологами по следующей форме /см.таблицы-формы I-2-3/. В таблицы вносятся только расчетные показатели грунтов, вычисленные путем статистической обработки.

Таблица I
/форма/

Высота H 12 м

км	Протяжение по трассе от пк +	Протяжение по трассе до пк +	№ грунта по разрезу	Наименование грунта	Влажность на границе текучести W_T	Влажность на границе раскатывания W_P	Число пластичности W_n	Естественная влажность W	Объемный вес грунта $\gamma_н$	Объемный вес скелета грунта $\gamma_{ск}$	Коэффициент пористости ε	Угол внутреннего трения φ°	Сцепление в кг/см2 c	Оптимальный объемный вес $\gamma_{опт.}$	Оптимальная влажность $W_{опт.}$	Коэффициент переуплотнения $\frac{W}{W_{опт.}}$

Таблица 2
/форма/

Насыпь H 12 м на пористом основании

км	Протяжение по трассе от пк +	Протяжение по трассе до пк +	№ грунта по разрезу	Наименование грунта а/ основания б/ резерва	Грунт основания и резерва насыпи: Влажность на границе текучести W_T	Влажность на границе раскатывания W_P	Число пластичности W_n	Естественная влажность W	Объемный вес грунта $\gamma_н$	Объемный вес скелета грунта $\gamma_{ск}$	Коэффициент сопротивления ε	Угол внутреннего трения φ°	Сцепление C кг/см2	Только грунт резерва: Оптимальный объемный вес $\gamma_{опт.}$	Оптимальная влажность $W_{опт.}$	φ / при оптимальной плотности/	c	Примечание

Таблица 3
/форма/

Насыпь на слабом основании

км	Протяжение по трассе от пк +	Протяжение по трассе до пк +	№ грунта по разрезу	Наименование грунта	Влажность на границе текучести W	Влажность на границе раскатывания W_P	Число пластичности W_n	Естественная влажность W	Объемный вес грунта $\gamma_н$	Объемный вес скелета грунта $\gamma_{ск}$	Коэффициент сопротивления ε	Угол внутреннего трения φ_w	Сцепление C_w	Компрессионные показатели: Начальный коэффициент пористости	Коэффициент пористости при расчетной нагрузке	Модуль осадки от расчетной нагрузки	Коэффициент консолидации см2/час	Коэффициент фильтрации в вертикальном и горизонтальном направлениях см/сек.

gost.e-ecolog.ru