

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.

## 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 ГИИ "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, №-89, наб.Мориса Тореза,д.34,Союздорпроект.

Начальник технического отдела  
ГИИ "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 глубина 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 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 I-7.

В таблице I 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 величина 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	Обозначе- ния	Удельный вес t/cm³	Объемн. вес t/cm³	Объемн. вес ске- лета t/cm³	Порас- тость t/cm³	Коэффи- циент порас- тости	Влаж- ность	Полная влаж- ность	Объемн. влаж- ность	Объемн. скелета	Коэффи- циент водона- сыщен.
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	$\delta_0$	$\delta_0$	$\frac{\gamma_w}{(1+n)(1+w)}$	$\frac{\gamma_{cs}}{1-n}$	$\frac{\gamma_{cs}}{1-n}$	$\gamma_{cs}(1+\epsilon)$	$\frac{G}{\gamma_w}$	$\epsilon$	$\frac{w_r(1+\epsilon)}{w}$	$\frac{\gamma_{cs}}{m}$	$\frac{G_n}{w(1-n)}$
2	$\delta_w$	$\frac{\gamma(1-n)(1+w)}{1+w}$	$\gamma_w$	$\gamma_{cs}(1+w)$	$\gamma_{cs}(1-n)(1+w)$	$\frac{\gamma(1+w)}{1+\epsilon}$	$\frac{G_n(1+w)}{w}$	$\frac{n(1+w_0)}{w_0}$	$\frac{w_r(1+w)}{w}$	$\frac{\gamma_{cs}(1+w)}{m(1+\epsilon)}$	$\frac{G(1-m)}{w m}$
3	$\delta_{cs}$	$\delta_0(1-n)$	$\frac{\gamma_w}{1+w}$	$\delta_{cs}$	$\delta_0(1-n)$	$\frac{\delta_0}{1+\epsilon}$	$\frac{\gamma_w}{1+w}$	$\frac{n}{w_0}$	$\frac{w_r}{w}$	$m\delta_0$	$\frac{mG\epsilon}{w}$
4	$n$	$\frac{\delta_0 - \gamma_{cs}}{\delta_0}$	$1 - \frac{\gamma_w}{\delta_0(1+w)}$	$\frac{\gamma_w - \gamma_{cs}}{\gamma_w}$	$n$	$\frac{\epsilon}{1+\epsilon}$	$1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_w(1+w)}$	$\delta_{cs} w_0$	$\frac{w_r}{G}$	$1-m$	$\frac{w_r}{G}$
5	$\epsilon$	$\frac{\delta_0 - \gamma_{cs}}{\delta_{cs}}$	$\frac{\gamma_w(1+w)}{\gamma_w}$	$\frac{\delta_0 - \gamma_{cs}}{\delta_{cs}}$	$\frac{n}{1-n}$	$\epsilon$	$\frac{\gamma_w(1+w)}{\gamma_w}$	$\delta_{cs} w_0$	$\frac{w_r}{G-w_r}$	$1-m$	$\frac{w_r}{G-w_r}$
6	$w$	$\frac{\gamma_w}{\gamma_{cs}(1-n)} - 1$	$\frac{\gamma_w - \gamma_{cs}}{\gamma_{cs}}$	$\frac{\gamma_w - \gamma_{cs}}{\gamma_{cs}}$	$\frac{\gamma_w - \gamma_{cs}(1-n)}{\gamma_0(1-n)}$	$\frac{\gamma_w(1+\epsilon)}{\gamma_0}$	$w$	$\frac{n}{\delta_{cs}}$	$\frac{w_r}{\delta_{cs}}$	$\frac{\delta_w - m\delta_0}{m\delta_0}$	$\frac{G_n}{\delta_{cs}}$
7	$w_0$	$\frac{1}{\delta_{cs}} - \frac{1}{\delta_0}$	$\frac{1+w}{\gamma_w} - \frac{1}{\delta_0}$	$\frac{n}{\delta_{cs}}$	$\frac{n}{\delta_{cs}}$	$\frac{\epsilon}{\delta_0}$	$w_0$	$w_0$	$\frac{w_r}{\delta_{cs}}$	$\frac{1}{m\delta_0} - \frac{1}{\delta_0}$	$\frac{n}{\delta_{cs}}$
8	$w_r$	$w_r(1-n)$	$\frac{w\gamma_w}{1+w}$	$w\gamma_{cs}$	$G_n$	$\frac{w\delta_0}{1+\epsilon}$	$w\delta_{cs}$	$w_0\delta_{cs}$	$w_r$	$wm\delta_0$	$G_n$
9	$m$	$\frac{\gamma_{cs}}{\delta_0}$	$\frac{\gamma_w}{\delta_0(1+w)}$	$\frac{\gamma_{cs}}{\delta_0}$	$1-n$	$\frac{1}{1+\epsilon}$	$\frac{\gamma_w}{\delta_0(1+w)}$	$\frac{1}{1+w\delta_0}$	$1 - \frac{w_r}{G}$	$m$	$1 - \frac{w_r}{G}$
10	$G$	$\frac{w\gamma_w}{\epsilon}$	$\frac{w\gamma_w}{n(1+w)}$	$w\gamma_{cs}$	$\frac{w\gamma_{cs}}{n}$	$\frac{w\delta_0}{\epsilon}$	$\frac{w\delta_0}{\epsilon}$	$\frac{w_0\delta_0}{\epsilon}$	$\frac{w_r}{1+\epsilon}$	$\frac{wm\delta_0}{n}$	$G$

Удельный вес грунтов /справочник инженера-дорожника

1979г./

Таблица 2

Грунты	Удельный вес грунта $\gamma$ г/см <sup>3</sup>
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
Лесо	2,68 - 2,70

Нормативные значения модулей деформации  $E$ ,  
кгс/см<sup>2</sup>, песчаных грунтов /СНиП II-15-74/

Таблица 3

Виды песчаных грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости $\varepsilon$ 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		Модуль деформации грунтов $E$ кг/см $^2$ при коэффициенте пористости $\vartheta$ в $\%$										
				0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	1,2	1,4	1,6
Четвертичные отложения	Алювимальные	Суслеск	$0 \leq \gamma_c \leq 0,75$	-	320	240	150	100	70	-	-	-	-	-
		Суглинок	$0 \leq \gamma_c \leq 0,25$	-	350	270	220	170	140	110	-	-	-	-
		Озерные	$0,25 < \gamma_c \leq 0,5$	-	320	250	190	140	110	80	-	-	-	-
		Озерно-аллювимальные	$0,5 < \gamma_c \leq 0,75$	-	-	-	170	120	80	60	50	-	-	-
		Глины	$0 \leq \gamma_c \leq 0,25$	-	-	280	240	210	150	150	120	-	-	-
			$0,25 < \gamma_c \leq 0,5$	-	-	-	210	180	150	120	90	-	-	-
			$0,5 < \gamma_c \leq 0,75$	-	-	-	-	150	120	90	70	-	-	-
	Слюдистоглинистые	Суслеск	$0 \leq \gamma_c \leq 0,75$	-	320	240	170	110	70	-	-	-	-	-
		Суглинок	$0 \leq \gamma_c \leq 0,25$	-	400	330	270	210	-	-	-	-	-	-
			$0,25 < \gamma_c \leq 0,5$	-	350	280	220	170	140	-	-	-	-	-
	Моренные	Суслеск Суглинок	$\gamma_c \leq 0,5$	750	550	450	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочие отложения оксфордского яруса		Глины	$-0,25 \leq \gamma_c \leq 0$	-	-	-	-	-	270	250	220	200	-	-
			$0 < \gamma_c \leq 0,25$	-	-	-	-	-	240	220	190	150	-	-
			$0,25 < \gamma_c \leq 0,5$	-	-	-	-	-	-	-	100	120	150	

Необходимыми параметрами при расчетах устойчивости земляного полотна являются значения угла внутреннего трения /  $\varphi$  / и сцепления /  $c$  /. 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 /  $c$  кгс/см<sup>2</sup> / углов внутреннего трения /  $\varphi_u$  / для песчаных грунтов / СНиП II-15-74 /

Таблица 5

Виды песчаных грунтов	Обозначения характеристик грунтов	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости, равном			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Пески гравелистые и крупные	$C_u$	0,02	0,01	-	-
	$\varphi_u$	40°	40°	38°	-
Пески средней крупности	$C_u$	0,03	0,02	0,01	-
	$\varphi_u$	40°	38°	35°	-
Пески мелкие	$C_u$	0,06	0,04	0,02	-
	$\varphi_u$	38	36°	32°	28°
Пески пылеватые	$C_u$	0,08	0,06	0,04	0,02
	$\varphi_u$	36°	34°	30°	26°

Наружение значения удельных сцеплений  $C^s$  кгс/см<sup>2</sup> и углов фрикции  $\phi$   
грунта, град. глинистых грунтов четвертичных отложений

Таблица 6

Виды глинистых грунтов и их показатели		Обозначе- ния харак- теристик	Характеристики грунтов при коэффициенте пористости						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq \gamma_c \leq 0,25$	$C^s$ $\varphi$	0,15 $30^\circ$	0,11 $29^\circ$	0,08 $27^\circ$	-	-	-	-
	$0,25 \leq \gamma_c \leq 0,75$	$C^s$ $\varphi$	0,13 $28^\circ$	0,09 $26^\circ$	0,06 $24^\circ$	0,03 $21^\circ$	-	-	-
Суглиники	$0 \leq \gamma_c \leq 0,25$	$C^s$ $\varphi$	0,47 $26^\circ$	0,37 $25^\circ$	0,31 $24^\circ$	0,25 $23^\circ$	0,22 $22^\circ$	0,19 $20^\circ$	-
	$0,25 \leq \gamma_c \leq 0,5$	$C^s$ $\varphi$	0,39 $24^\circ$	0,34 $23^\circ$	0,28 $22^\circ$	0,23 $21^\circ$	0,18 $13^\circ$	0,15 $17^\circ$	-
	$0,5 \leq \gamma_c \leq 0,75$	$C^s$ $\varphi$	-	-	0,25 $19^\circ$	0,20 $18^\circ$	0,16 $16^\circ$	0,14 $14^\circ$	0,12 $12^\circ$
Глины	$0 \leq \gamma_c \leq 0,25$	$C^s$ $\varphi$	-	0,81 $21^\circ$	0,68 $20^\circ$	0,54 $19^\circ$	0,47 $18^\circ$	0,41 $16^\circ$	0,36 $14^\circ$
	$0,25 \leq \gamma_c \leq 0,5$	$C^s$ $\varphi$	-	-	0,57 $18^\circ$	0,50 $17^\circ$	0,43 $16^\circ$	0,37 $14^\circ$	0,32 $11^\circ$
	$0,5 \leq \gamma_c \leq 0,75$	$C^s$ $\varphi$	-	-	0,45 $15^\circ$	0,41 $14^\circ$	0,36 $12^\circ$	0,33 $10^\circ$	0,29 $7^\circ$

Характеристика песчаных грунтов в табл.5 относится к кварцевым пескам с зернами различной окатанности, содержащими не более 20% полевого шпата и не более 5% в сумме различных примесей /олюда, 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 имеющим степень влажности  $C \geq 0,8$ .

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

Таблица 7

Грунт	Объемный вес скелета грунта $\gamma_{sk}$ , т/м <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения $\varphi$ , град.	Коэффициент фильтрации $Kf$ , м/сут.
Песок пылеватый	1,4-1,5	24-28	0,5-5
Песок мелкий и средний	1,45-1,6	29-34	5-30
Песок крупный	1,55-1,65	30-34	15-35
Песок гравелистый	1,6-1,75	32-35	20-60
Гравийный /щебенистый/ грунт с содержанием песчаных фракций менее 30%	1,7-1,9	35-40	более 50

### 3. Слабые грунты

К слабым грунтам относятся слизные грунты, сопротивляемость сдвигу которых определяемая в природном состоянии с помощью приборов лопастного сдвига /крыльчатка/, не превышает  $0,75 \text{ кг}/\text{см}^2$  или модуль осадки при нагрузке  $2,5 \text{ кг}/\text{см}^2$  оказывается более  $50 \text{ мм}$  /компрессионный модуль деформации  $E \leq 50 \text{ кг}/\text{см}^2$ /.

При статическом зондировании конусным наконечником к слабым относятся грунты с удельным сопротивлением менее  $0,85 \text{ кг}/\text{см}^2$ , при стандартном конусе, с углом раскрытия  $30^\circ$ .

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

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, заносимых 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 10.

Болотный мергель – рыхлая осадочная порода, образовавшаяся в озерно-болотных условиях при поступлении воды, содержащей в растворенном виде углекислый кальций, 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 11.

Илы – это глинистые грунты в начальной стадии формирования, образовавшиеся в виде структурного осадка в воде при наличии микробиологических процессов и имеющие в природном состоянии влажность, превышающую влажность на границе текучести и коэффициент пориосности больший 0,9 для супесей, 1,0 для суглиников и 1,5 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 12.

### Физико-механические свойства горных грунтов

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

Таблица 8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очень влажный	90-1200	25-40	75-60	c3	0,16-0,11	0,56-0,35	I,5-I,I	2,3-I,90	350-450	420-530	
			< 60	u3	0,08-0,05	0,36-0,21			250-400	370-500	
				c3	0,13-0,08	0,36-0,22					
	25-40	> 40	> 75	u3	0,16-0,11	0,87-0,62					
			75-60	u3	0,16-0,11	0,62-0,46					
				c3	0,10-0,06	0,42-0,28	I,I-0,90	I,90-I,70	450-550	530-600	
Медиаторно-влаж- ный	25-40	< 25	> 75	u3	0,11-0,07	0,62-0,38					
			75-60	u3	0,11-0,06	0,46-0,20					
				c3	-	-					
	> 40	< 60	> 75	u3	-	-					
			75-60	u3	-	-					
				c3	-	-					

Углы внутреннего трения и сцепление в торфах естественной структуры

Таблица 9

/Справочник инженера-дорожника/

Вид торфа	Степень разложенности	Зольность	$\varphi^{\circ}$	$C, \text{кг}/\text{см}^2$
Гипново-тростниковый	47	13	19	0,57
-"-	77	II	10	0,43
Древесный	77	14	$17^{\circ}30'$	0,59
-"-	55	2	20	0,27
Древесно-осоковый	60	22	15	0,32
Осоковый	80	II	28	0,25
Осоково-древесный	85	II	25	0,29
Сфагново-моховой	30	3	22	0,10
Тростниковый	40	9	$20^{\circ}30'$	0,50
Тровяно-древесный	70	17	14	0,78

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

Таблица 10

Наименование	Группа	Содержание органических веществ, %	Наименование	Природная влажность W, %	Сопротивляемость сдвигу по кривой		Сжимаемость
					кгс/см <sup>2</sup>	в природном залегании	
I	2	3	4	5	6	7	8
Органический	> 60 /2 < 40% /	Маловлажный средней влажности, сильно влажный	< 350 350-600 600-1200	> 0,1 0,14-0,09 0,17-0,06	> 0,15 0,21-0,14 0,25-0,09	> 3,0 3,0-1,0 < 1,0	< 150 150-400 > 400
		Избыточновлажный /жидкий/	> 1200	< 0,01	< 0,03	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8
Органо-минеральный	10-60 /40-7-90/	Маловлаж- ный	< 150	> 0,15	> 0,23	> 5,0	< 100
		Средней влажности	150-400	0,17-0,09	0,25-0,14	5,0-2,0	100-250
		Сильно влажный	400-900	0,12-0,06	0,18-0,09	< 2,0	> 250
		Избыточно влажный	> 900	< 0,01	< 0,03	-	-

3

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

Физико-механические свойства болотного мергеля

Таблица II

Название	Влажность W %	Содержание CaCO <sub>3</sub> , %	Сопротивляемость сдвигу по кривизнке Оука.		Сжимаемость	
			в природном состоянии	после уплотн. под нагруз. P=0,5кг/см <sup>2</sup>	Модуль дефор- мации E под нагруз. P=0,5кг/см <sup>2</sup>	Модуль осад- ки при P=0,5кг/см <sup>2</sup>
Маловлажный	< 100		> 0,2	> 0,3	> 1,25	< 400
Средней влаж- ности	100-300	25-50	0,2-0,1	0,3-0,15	< 1,25	> 400
Очень влажный	> 300		< 0,1	< 0,15	-	-

Свойства-механические свойства глинистых грунтов /по Совгдорнад/

Таблица 12

Код маркировки	Код состава грунта	Составляемость сдвигу по краю чашке кгс/см <sup>2</sup>	С <sub>104</sub>						Модуль деформации кгс/см <sup>2</sup>	З	
			0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	0,75-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5
Супесчаная	3-5	0,4-0,35	0,35-0,26	0,26-0,21	0,21-0,18	0,18-0,17	46-44	44-39	39-36	36-33	33-31
							42-40	40-36	36-33	33-31	31-29
Супесчаная	≤ II						16-14	14-12	12-II	II-10,5	10,5-10
	12-13	0,3-0,27	0,27-0,22	0,22-0,17	0,17-0,13	0,13-0,11	19-16	16-13	13-12	12-10,5	10,5-9,5
	>14						26-23	23-18	18-14	14-II	II-3
Глинистая	≤ 26	0,14-0,13	0,13-0,11	0,11-0,09	0,09-0,08	-	13-12	12-9	9-5	5-3	-
	30	0,2-0,16	0,16-0,12	0,12-0,1	-	-	14-8	8-5	5-3,5	3,5-3	-
	35	0,3-0,21	0,21-0,08	0,08-0,02	-	-	10-6,5	6,6-4	4-3,2	3,2-3	-
	≥ 45	0,32-0,24	0,24-0,14	0,14-0,12	-	-	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 13.

Таблица 13

Разновидность мокрых солончаков /по показателю консистенции/	Вид грунтов мокрых солончаков/по пластичности/	Сцепление $C$ , кг/см <sup>2</sup>	Угол внутреннего трения град.	Модуль деформации $E$ при $P=0,5$ кг/см <sup>2</sup>
I/0,5-0,75/	супесчаный суглинистый	0,7-0,4 0,4-0,25	35-25 25-17	46-32 25-16
II/0,75-1,0/	супесчаный суглинистый	0,4-0,2 0,25-0,15	25-18 17-13	32-25 16-13
III /1-1,5/	супесчаный суглинистый	0,2-0,1 0,15-0,05	13-7 10-8	13-9 19-16
IV /1,5-2/	супесчаный суглинистый	0,1-0 0,05-0	10-8 7-5	19-16 9-8
У / 2 /	супесчаный суглинистый	0 0	8 5	16 8

К супесчаному относить грунты при  $1 \leq W_n < 7$ ,  
к суглинистому -при  $7 \leq W_n < 17$ .

К переувлажненным глинистым грунтам относятся грунты, имеющие влажность соответствующую мягкоцластичной консистенции  $W_s > 0,5/$  и выше.

Ориентировочные значения механических характеристик переувлажненных грунтов помещены в таблице 14.

Таблица 14

Назовидность грунта	Вид /по пластичности/	Показатели механических свойств			Объемный вес влажного грунта, $\gamma_w$ т/м <sup>3</sup>
Наименование	Показатель консистенции	Сцепление, С кг/см <sup>2</sup>	угол внутреннего трения, $\varphi$ град.	модуль деформации, Е кгс/см <sup>2</sup>	
Мягкоцластичный	0,5-0,75	супесь	0,05	20	380
		суглинок	0,15	17	190
		глина	0,20	14	20
Текуче-пластичный	0,75-1,0	супесь	0,02	до 13	190
		суглинок	0,10	13	125
		глина	0,10	8	30
Текучий	1,0	супесь	0,00	14	125
		суглинок	0,05	10	60
		глина	0,05	6	30

Примечание. К супеси относятся грунты при  $I \leq W_s \leq 7$ , к суглинку при  $7 \leq W_s < 17$ , к глине при  $W_s > 17$  /  $W_s$  - число пластичности/.

#### 4. Скальные грунты

В разделе представлены числовые значения показателей физико-механических свойств скальных грунтов. К ним относятся показатели сопротивляемости сдвигу, величина 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, 1946г./

Таблица I5

№ пп	Наименование пород	Предел прочности в кг/см <sup>2</sup>	
		в сухом со- стоянии	в насыщенном водой
1	Базальт /волынский/	3158	2610
2	Граниты: кавказские уральские	2280 1470	2180 1330
3	Порфирь	1719	1573
4	Туфы и лавы Кавказа	800	650
5	Песчаники:Московский/нижний мел/ Нижнее Поволжье/нижнетретич- ний/	1850 520	1690 470
6	Мергель /верхний карбон/	92	-
7	Глинистый мергель/верхний карбон/	25	-

Расчетные сопротивления основания из крупнообломочных грунтов

Таблица 16

№ пп	Наименование грунта	R кг/см <sup>2</sup>
1	Щебенистый /галечниковый/ с песчаным заполнителем пор	6,0
2	Дресвяный /гравийный/ из обломков кристаллических пород	5,0
3	Дресвяный /гравийный/ из обломков 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 17

Сдвигаемое тело	Контртело	Угол трения при сдвиге плитки по плитке, или по трещине или повторный сдвиг град			Угол трения при срезе град
		гладкая	пероховатая	сухая	
I	2	3	4	5	6
Гранит	Гранит	34	38	32	-
Гранит биотитовый	Гранит биотитовый	26,5 /19-31/	49	-	-
Сиениты и порфиры	Сиениты и порфиры	-	22-31	-	35
Сланцы хлоритовые зеленые	Сланцы хлоритовые	-	33	-	37

1	2	3	4	5	6
Сланцы филлитовые	Сланцы филлитовые	-	34	-	-
Сланец глинистый	Сланец глинистый	-	13	10	-
Известняк	Известняк	-	19-25	31-35	-
Известник	Известник	-	33	28	-
Известняк	Известняк	-	18-20	-	24-27
Мергель	Мергель	-	16	14	-
Песчаники	Песчаники	-	26-31	-	36
Алевролиты	Алевролиты	-	23-28	-	33
Аргиллиты	Аргиллиты	-	19-26	-	27-30
Серпентинит	Серпентинит /свежая плитка/	-	27,5-29 до 14,5	-	-
То же	То же/повтор- ный сдвиг/	-	15,5	-	-
Бетон	Серпентинит	-	33	-	-
Бетон	Бентонитовая глина	-	23	-	33
Бетон	Бетон	-	28-33	17-33	33

Физико-механические свойства скальных пород

Крепкие породы

Таблица I8

Наименование горных пород	Объемный вес $\chi$ , т/м <sup>3</sup>	Удельный вес $\gamma_0$ , т/м <sup>3</sup>	Влажность, %	Сцепление в образце, кг/см <sup>2</sup>	Угол внутреннего трения $\psi$ , градус	Размер элементарного блока, см
I	2	3	4	5	6	7
<b>Изверженные</b>						
Гранитоиды	2,62			425	36,5	
Кварцевые						
Норфир	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	3,11			300	36	
Габбро-диабазы	2,86			353	32	80
Диабазы	2,95			460	30	
Периотиты	2,80			323	36	70
Пироксенииты	3,23			350	35,5	
<b>Метаморфические и осадочные</b>						
Кварциты	2,64	2,84	0,50	350-700	36	50-70
Джекиллиты	3,43			360	36	40
Роговники	2,58			305	35	40
Роговники гидро-гемититовые	3,17			300	32	40
Сланцы кремнисто-глинистые	2,82		0,24	380	33,5	30

I	2	3	4	5	6	7
Сланцы кварцево-хлорито-сернистые	2,73			210	33	30
Филлиты, туфлиты	2,87			300	28	40
Сернекититы	2,7-3,1		0,40	230-300	35	60-100
Скварны	2,75		0,28	587	31	40-50
Кварцевые песчаники	2,50	2,65	2,50	250	35	50-150
Известняки	2,70	2,77	0,14	220	33	30-100

Породы средней крепости

Продолж.таблицы 18

Наименование горных пород	Объемный вес γ, т/м <sup>3</sup>	Удельный вес χ, т/м <sup>3</sup>	Влажность γ, %	Сцепление в образце C кг/см <sup>2</sup>	Угол внутренне- го трения φ, град	Размер элементарного структурного блока, см
<b>Изверженные слабовыветрельные</b>						
Гранитоиды	2,56			220	36,5	30-50
Кварцевые порфирь	2,50	2,64	0,20	227	34	30-50
Сиениты, сиенито-диориты, диориты	2,50	2,66	1,00	205	32	30-50
Гранодиориты, гранодиоритпорфирь	2,57	2,75	1,05	285	36,5	50
Порфириты	3,00			260	37	
Габбро-диориты	3,00			210	36	
Габбро	2,83			275	35	
Габбро-диабазы	2,98			260	36,5	
Диабазы	2,75			200-260	36-37	
Сиениты				240	36	70
<b>Изверженные выветрельные</b>						
Сиенито-диориты				120	32	
Кератофиры				165	33	
Гранодиоритпорфирь	2,40	2,74	0,90	180	36	30-50
Порфириты				170	31	
Габбро-диориты	2,66			180	36	
Диабазы				70	34	

Породы средней крепости

Продолж.таблицы 18

Наименование горных пород	Объемный вес g,т/м3	Удельный вес t/м3	Влажность W %	Сцепление в образце С, кг/см2	Угол внутреннего трения, Ф,град.	Размер альментарного структурного блока, см
<b>М е т а м о р ф и ч е с к и е</b>						
Кварциты	2,61	2,78	0,40	165	34	50-70
Кварциты каолинизированные	2,24	2,59	0,94	48	30	20-30
Сланцы песчано-глинистые	2,78			180	37	40
Сланцы хлористо-кварцевые и хлоритовые	2,86			140	35	30
Филлиты				152	27	30
Тальковоизоматная порода	2,89			115	30	
Магнетиты	4,32			190	34	20-30
Серпентиниты выветрелые	2,50			84	34	20-30
Серпентиниты расланцованные, сильно выветрелые	2,50			23	33	5,0-30

Породы средней крепости

Продолж. таблицы I8

Наименование горных пород	Объемный вес t/m <sup>3</sup>	Удельный вес t/m <sup>3</sup>	Влажность W %	Сцепление в образце C kg/cm <sup>2</sup>	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 выветрельные	2,37	-	-	73	31	
Песчаники арковые	2,26			175	38	
Песчаники глинистые	2,67	-	-	170	37	
Песчаники с карбонатным цементом	2,67	2,68	2,27	170	36	40
Песчаники с глинисто-железистым цементом	2,31	2,70	2,70	87	36	30
Песчаники	2,63	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

Породы слабые

Продолж.таблицы 18

Наименование горных пород	Объем-ный вес $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	Удель-ный вес $\delta$ , т/м <sup>3</sup>	Влаж-ность $W$ %	Сцепление в образце $C$ кг/см <sup>2</sup>	Угол внутрен-него трения $\varphi$ , град	Размер элемен-тарного структур-ного оло-ка, см
Сильновыветрелые						
Габбро-дифи-ты	2,40			14,3	36	
Сланцы	2,12		18,0	1,2-13,6	26-30	
Песчаники				7,5	36	
Диабазы	2,07		19,6	3,2	34	
Доломиты, сидериты	2,00		31,6	1,39	32	
Осадочные						
Песчаники	2,11	2,65	11,0	11,0	35	
Алевролиты	2,13	2,48	20,0	3-17	31	
Аргиллиты	2,02	2,67	18,0	3-10	29	
Мел трищно-ватый	1,90	2,64	31	1-40	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 лесовых пород /средние  
данные по Ю.М.Абелепу, В.Ф.Краеву и т.д./

Таблица 19

Район	Содержание фракций, %		
	песчаных ≥ 0,05	песчаных 0,05– 0,002	глинистых /0,002/
Херсон	14–17	55–73	14–16
Запорожье	7–30	59–62	12–29
Юг Полесья	14	68	18
Киевское плато	22	66	12
Киевский р-н	30	59	11
Донбасс	20	64	16
Новосибирск	16	73	11
Предгорья Алтая	14–26	52–61	17–25
Томск	0,5–20	52–82	15–30
Левобережье Чулыма	0,5–7	68–81	15–25
Кемерово	1–5	56–68	13–35
Иркутск	1–8	70–77	12–25

Средние значения модуля общей деформации лесовых  
пород по данным испытаниям пробными нагрузками  
/по В.И.Абелеву/

Таблица 20

Породы	Влажность W %	Пористость n %	Модуль об- щей деформа- ции, E кг/см <sup>2</sup>
Лесс	10-17	47-48	225-300
Лессовидный суглинок	6-8	46-48	220-280
-"-	8-14	47-49	190-220
-"-	12-18	43-45	100-400
-"-	22-25	40-45	100-240
-"-	22-25	45-48	80-150
-"-	25-30	40-45	70-130
-"-	25-30	45-48	45-90

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

Таблица 21

Район	Естеств. влажн. W %	Плотность /г/см <sup>3</sup>		Пористость, скелеты породы	Коэффициент пористости $\epsilon$	Предел текучести, W <sub>2</sub> %	Предел прочности, W <sub>п</sub> %	Число пластичности J <sub>р</sub> %	
		miner. частицы породы	породы						
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тульская область	23	2,74	1,82	1,51	41	0,66	-	-	11
Донецкая область	19	2,70	1,79	1,50	44	0,77	-	-	14
Тамбовско-Воронежская область	20	2,71	1,80	1,50	45	0,82	-	-	15
Киевское плато	13	2,69	1,71	1,48	44	0,77	26	17	9
Кагал Северный Донец-Донбасс	20	2,75	1,90	1,57	43	0,73	41	23	18
Донбасс/Центральный и Восточный	19	2,71	1,82	1,59	44	0,77	37	22	15
Украинский кристаллический щит	16	2,66	1,59	1,47	42	0,70	31	18	13
Водораздел Днепр-Днестр Буг	14	2,70	1,76	1,54	43	0,73	37	22	15
Днестровско-Карпатская область	17	2,70	1,70	1,49	40	0,72	33	19	14

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Залусская равнина	15	2,71	1,80	1,52	44	0,77	36	21	15	
Бергем	13	2,72	1,73	1,50	45	0,82	30	19	11	
Приташкентский район	14	2,73	1,47	1,28	52	-	-	-	-	
Голоднотеплый район	15	2,73	1,47	-	46	-	-	-	-	
Предуралье	19	2,68	1,83	1,54	42	0,73	30	17	13	
Рудный Алтай	18	-	-	-	45	0,82	33	18	13	
Алтай	15	2,64	1,65	-	41	0,70	30	19	11	
Кузнецк	23	2,70- -2,75	1,80	1,45	42-50	0,72- -1,00	22-29	16-19	7-14	
Новосибирск	15-22	2,65- -2,75	1,66- -1,73	1,36- -1,42	46-49	0,85- -0,97	-	-	9-15	
г-Красноярского края	18	2,70	1,30- -1,30	-	38-60	-	30-31	22-23	8	
Иркутск-Черемхово	13-23	2,69- -2,81	1,80- -1,88	-	43-61	0,76- -1,50	-	-	10-18	

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

Таблица 22

Плотность скелета породы	Влажность W %	Угол внут- реннего трения $\varphi$	$t_g \varphi$	Сцепление C, кгс/см <sup>2</sup>
I	2	3	4	5
I, 25-I, 27	4	39°20'	0,819	0,70
	7	33°50'	0,070	0,52
	15	31°20'	0,611	0,32
	19	30°10'	0,581	0,21
	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
	10	35°00'	0,70	0,65
	13	31°20'	0,61	0,46
	15	29°00'	0,55	0,35
	21	28°20'	0,54	0,20
	25	26°30'	0,50	0,10
	27	25°20'	0,47	0,05
I, 42-I, 44	7	34°10'	0,68	0,96
	12	28°50'	0,55	0,58
	16	28°30'	0,54	0,46
	18	28°20'	0,54	0,40
	22	27°00'	0,51	0,26
	23	26°30'	0,50	0,20
	26	25°50'	0,49	0,10

	1	2	3	4	5
I, 48-I, 50		8	97°10'	0,75	1,57
		10	33°00'	0,65	1,20
		14	28°20'	0,54	0,80
		19	26°30'	0,50	0,52
		24	26°00'	0,49	0,20
		14	36°10'	0,73	1,32
I, 59-I, 55		18	34°30'	0,69	1,00
		22	31°20'	0,61	0,70
		24	26°10'	0,49	0,42
		26	25°40'	0,48	0,31
		27	25°10'	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 разделять на три группы /по Ф.В.Саваренскому/:

1. Водопроницаемые – коэффициент фильтрации более 1 м/сутки.
2. Полупроницаемые – коэффициент фильтрации – 1-0,001 м/сутки.

3. Непроницаемые – коэффициент фильтрации менее 0,001 м/сутки.

В соответствии с СН 449-72 по степени водопроницаемости грунты разделяются на дренирующие, к которым относятся скальные и кручинообломочные грунты, пески гравелистые, крупные и средней крупности, а также пески мелкие, удовлетворяющие одному из следующих условий: содержание частиц размером меньше 0,1 мм должно быть не более 15%, в том числе размером менее 0,005 мм до 2% по весу, коэффициент фильтрации 0,5 м/сутки<sup>x/</sup>; 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 наименее 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 дрессированной кривой могут быть взяты из таблиц 26, 27, 28.

<sup>x/</sup> В приборе Союздорнии 39

Коэффициенты фильтрации грунтов

Таблица 23

№ пп	Наименование пород	Коэффициент фильтрации, м/сутки	Авторы
1	2	3	4
<u>Скальные грунты</u>			
1	Слабо трещиноватые: доломиты, мел, мергели, сланцы	5-20	Скабалланович, Седенко
2	Различные трещиноватые породы	20-60	-"-
3	Сильно трещиноватые породы	более 60-70	-"-
<u>Галечниковые и гравийные грунты</u>			
4	Галечник с песком	20-100	-"-
5	Галечник отсортированный	более 100	-"-
6	Галечник чистый	100-200	Агалина М.С.
7	Гравий чистый	10-200	Абрамов С.К.
8	Гравий с песком	75-150	-"-
9	Гравийно-галечниковые грунты со значительной примесью мелких частиц	20-60	Скабалланович, Седенко
<u>Песчаные грунты</u>			
10	Песок пилеватый глинистый с преобладающей фракцией 0,01-0,05 мм	0,5-1,0	Богомолов Г.В.
11	Песок пилеватый однородный с преобладающей фракцией 0,01-0,05 мм.	1,5-5,0	-"-
12	Песок мелкозернистый, глинистый с преобладающей фракцией 0,1-0,25 мм	10-15	-"-
13	Песок мелкозернистый, однородный с преобладающей фракцией 0,1-0,25 мм	20-25	-"-

1	2	3	4
14	Песок среднезернистый глинистый с преобладающей фракцией 0,25-0,5 мм	35-50	Богомолов Г.В.
15	Песок среднезернистый однородный с преобладающей фракцией 0,25-0,5 мм	35-40	-"-
16	Песок крупнозернистый, слегка глинистый с преобладающей фракцией 0,5-1,0 мм	35-40	-"-
17	Песок крупнозернистый однородный с преобладающей фракцией 0,5-1,0 мм	60-75	-"-
<u>Глинистые грунты</u>			
18	Глина	менее 0,001	Скабалланович, Седенко
19	Суглинок тяжелый	0,05-0,01	Абрамов С.К.
20	Суглинок легкий и средний	0,4-0,005	Абрамов С.К.
21	Супесь плотная		
22	Супесь рыхлая	0,1-0,01	Скабалланович, Седенко
23	Супесь	1,0-0,4	Абрамович С.К.
<u>Торф</u>			
24	Торф мало разложившийся	4,5-1,0	Агалина М.С.
25	Торф среднеразложившийся	1,0-0,15	-"-
26	Торф сильно разложившийся	0,15-0,01	-"-

Водопроницаемость лессовидных суглинков

/по В.А.Приклонскому/

Таблица 24

Порода	Глубина залегания, м	Коэффициент фильтрации		Отноше- ние КФ вертик. КФ гор.
		верти- кальное направ- ление	гори- зон- тальное направ- ление	
Лессовидный суглинок	1,8-2,0	12,21	0,31	37,5
То же	2,6-2,8	1,72	0,38	4,5
—“—	1,8-2,0	0,12	0,017	7
—“—	2,65-2,8	0,11	0,011	10

Коэффициент фильтрации торфов

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

Таблица 25

Группа торфа	Степень разложения, %	Коэффициент фильтра- ции, см/сек.
Низинный		
слаборазложившийся	10-20	0,002-0,01/0,005/
среднеразложившийся	30-45	0,0002-0,003/0,0008/
Верховой		
очень слаборазложившийся	до 10-15	0,01-0,025/0,015/
слаборазложившийся	10-20	0,002-0,007/0,004/
среднеразложившийся	30-45	0,00025-0,001/0,0005/

Гидродинамические градиенты  
/справочник инженера-дорожника/

Таблица 26

Г р у н т ы	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

№ п/п	Наименование грунтов	Значения уклона $J_0$
1	Для наиболее проницаемых грунтов	0,008-0,006
2	Пески	0,006-0,02
3	Песчаные грунты	0,02-0,05
4	Суглинистые грунты	0,05-0,10
5	Глинистые грунты	0,10-0,15
6	Глины тяжелые	0,15-0,20

## 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 неспементированные 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  $K_{60}/K_{10} \geq 3$  следует считать разнозернистыми. Пески с  $K_{60}/K_{10} \leq 3$ , а также мелкие пески с содержанием по весу 90% и более частиц размером 0,1-0,25 мм следует считать неоднородными.

Виды крупнообломочных и песчаных грунтов /СН 449-72/

Таблица I

Вид грунта	Содержание частиц в % от общего веса сухого грунта
<b>Крупнообломочные</b>	
Грунт глыбовый /при преобразовании окатанных камней - валунный/	Вес камней крупнее 200 мм составляет более 50%
Грунт щебенистый /при преобразовании окатанных частиц - галечниковый/	Вес частиц крупнее 10 мм составляет более 50%
Грунт дресчевый /при преобразовании окатанных частиц - гравийный/	Вес частиц крупнее 2 мм составляет более 50%
<b>Песчаные</b>	
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  $0,5 < G \leq 0,8$ ; насыщенным водой, если  $G > 0,8$ .

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

$$G = \frac{W_f}{E_f \gamma_b}$$

W - природная весовая влажность грунта

$\gamma$  - удельный вес материала частиц грунта в т/м<sup>3</sup>

$\gamma'_w$  - удельный вес воды, принимаемый равным 1 т/м<sup>3</sup>

$\epsilon$  - коэффициент пористости грунта, определяемый как отношение объема пор к объему минеральной части грунта

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

Таблица 2

Виды глинистых грунтов /СН 449-72/

Вид грунта	Разновидность грунтов	Содержание почвенных грунтов от 2 до 0,005мм в % по весу	Число пластичности
Супесь	Легкая крупная	50	$I < W_n \leq 7$
	легкая	50	
	пылеватая	20-50	
	тяжелая пылеватая	20	
Суглинок	легкий	40	$7 < W_n \leq 12$
	легкий пылеватый	40	
	тяжелый	40	
	тяжелый пылеватый	40	
	песчанистая	40	
Глина	пылеватая	меньше, чем пылеватых размеров 0,05-0,005	$I7 < W_n \leq 27$
	жирная	не нормируются	

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 $J_x$
Супеси, суглиники, глины:	
твёрдые	$J_x < 0$
полутвёрдые	$0 \leq J_x \leq 0,25$
тугопластичные	$0,25 < J_x \leq 0,5$
мягкопластичные	$0,5 < J_x \leq 0,75$
текучепластичные	$0,75 < J_x \leq I$
текущие	$J_x > I$

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 / $K_u = 0,95-I$ /, а в пределах выемок они имеют показатель консистенции  $J_x > 0,25$ .

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	22-16	22-10
Супесь	28-18	16-8	10-0
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 $d$ - мкм
Валунистые /при неокатанных гранях - глиновые/	$d > 200$
Галечниковые /при неокатанных гранях щебенистые/	$200 \geq d > 10$
Гравийные /при неокатанных гранях - дресвяные/	$10 \geq d > 2$
Песчаные	$2 \geq d > 0,05$
Пылеватые	$0,65 \geq d > 0,005$
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	17-27	2-0,05	—"— 50
Суглинок тяжелый пылеватый	12-17	2-0,05	—"— 40
Суглинок тяжелый	12-17	2-0,05	более 40
Суглинок пылеватый	7-12	2-0,05	менее 40
Суглинок	1-7	2-0,05	более 40
Грунт пылеватый	1-7	2-0,05	менее 20
Супесь мелкая	1-7	2-0,25	менее 50
Супесь	1-7	2-0,25	более 50
Песок пылеватый	менее 1	более 0,1	менее 75
Песок мелкий	—"— 1	—"— 0,1	более 75
Песок средний	—"— 1	—"— 0,25	—"— 50
Песок крупный	—"— 1	—"— 0,5	—"— 50
Песок крупный очень	—"— 1	—"— 1,0	—"— 50

Примечание:

1. При содержании частиц более 2 мм в количестве 25-50% к наименованию грунта добавляется слово "гравелистый"/"щебенистый"/.
2. Грунты, о оказывающие в природном сложении влажность, превышающей текучесть на границе текучести и коэффициентом пористости более 1,0 для супесей и суглиников и более 1,5 для глин называемые 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 слабовыетривающиеся и легковыетривающиеся.

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

Примечания:

к таблицам 1 и 2

1. и  $C$  определяют по результатам сдвиговых испытаний грунтов не нарушенной структуры по схеме быстрого сдвига при естественной влажности в пределах нагрузки на основание в зависимости от высоты насыпи.
2. При использовании грунта выше  $\psi$  в насыпь, а также для грунта резерва дополнительно определяют  $\psi$  и  $C$  по результатам сдвиговых испытаний грунтов нарушенной структуры при оптимальной влажности по схеме медленного сдвига с предварительным уплотнением.

к таблице 3

1. К таблице должен быть приложен график компрессионных испытаний по всем грунтовым слоям слабого основания.
2.  $\psi_w$  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 крюччаткой, статическим и динамическим зондированием.
4. Грунты резерва для насыпи изучаются в соответствии с примечанием к табл. 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 1  
(форма)

Высота Н 12 м

Ном	Протяжение по		Наличества	Влажность	Естественное	Состав	Одес- кий вес	Коэф- фициент	Угол	Соп- ротивле- ние	Оптималь- ный объем-	Оста- вляя	Моще- нность	
	от	до												
	нк +	нк +		W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	Y <sub>sc</sub>	ε	ψ	с	Y <sub>opt</sub>	W <sub>opt</sub>	W <sub>sc</sub>

Таблица 2  
(форма)

Насыпь Н 12 м на прочном основании

Ном	Протяжение		Наличества	Грунт основания и резерва насыпи						Только грунт резерва			Насыпь		
	от	до		груза	по раз- резу	а/ основа- ния	о/ резер- ва	Число	Естественное	Состав	Коэф- фициент	Угол	Соп- ротивле- ние	Оти- мальная	Оста- вляя
	нк +	нк +		W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	Y <sub>sc</sub>	ε	ψ	с	Y <sub>opt</sub>	W <sub>opt</sub>

Таблица 3  
(форма)

Насыпь на слабом основании

Ном	Протяжение		Наличества	Влажность	Число	Естественное	Одес- кий вес	Состав	Коэф- фициент	Угол	Соп- ротивле- ние	Компрессионные показа- тели		Распо- ложение		
	от	до										на началь- ной	коэффи- циент	модуль	коэффи- циент	
	нк +	нк +		W	W <sub>r</sub>	W <sub>r</sub>	Y <sub>sc</sub>	Y <sub>sc</sub>	ε	ψ	с	с	коэффи- циент	модуль	коэффи- циент	распо- ложение