

**e-ISSN: 1694-8688**

№1 (2) /2023

**УДК: 624.131:551.340**

**DOI: [https://doi.org/10.52754/16948688\\_2023\\_1\(2\)\\_10](https://doi.org/10.52754/16948688_2023_1(2)_10)**

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ**

ШОР ТОПУРАКТЫН БЕКЕМДИГИНИН ЩЕЛОЧТООДОН ӨЗГӨРҮҮСҮ

CHANGES IN THE STRENGTH OF SALTED SOILS AT THEIR LEACHING

**Рахманов Б.**

*Рахманов Б.*

*Rahmanov B.*

**проф., Самаркандской государственной университет имени Шарофа Рашидова**

*профессор., Ш. Рашидов атындагы Самарканд мамлекеттик университети*

*Professor., Samarkand State University named after Sharof Rashidov*

**Журакулов Х.**

*Журакулов Х.*

*Zhurakulov H.*

**проф., Самаркандской государственной университет имени Шарофа Рашидова**

*профессор., Ш. Рашидов атындагы Самарканд мамлекеттик университети*

*Professor., Samarkand State University named after Sharof Rashidov*

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ ПРИ ИХ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ****Аннотация**

В данной статье описывается в процессе выщелачивания изменяется структура и свойства грунтов при растворение легко и среднерастворимых солей. Изменение прочностные свойства засоленных грунтов при выщелачивания.

**Ключевые слова:** водонасыщенных, грунтов, выщелачивания, содержания солей, состава, порового, раствора, глинистых минералов, прочность, деформируемость глинистых грунтов, суглинков.

**Шор топурактын бекемдигинин щелочтоодон өзгөрүүсү****Аннотация**

Бул макалада щелочтоо процессинде топурактын структурасы, касиети жеңил жана орточо эрүүчү туздарды эритүүдөн өзгөрөөрү баяндалат.

**Ачкыч сөздөр:** сууга каныккан, топурак, щелочтоо, туздардын курамы, чеги, эритме, чополуу минералдар, бекемдиги, чополуу топурактардын деформациялануусу, чополуу топурак.

**Changes in the strength of salted soils at their leaching****Abstract**

This article describes the changes in the leaching process, the structure and properties of soils during the dissolution of easily and moderately soluble salts. Change in the strength properties of saline soils during leaching.

**Key words:** water-saturated, soils, leaching, salt content, composition, threshold, solution, mineral clays, strength, deformability of clay soils, loams.

**Введение.** На предварительном этапе исследований были выполнены методические работы, в ходе которых установлены влияние условий предварительной подготовки и проведения опытов на получаемые параметры прочности исследуемых грунтов. Так, предварительное уплотнение грунтов при нагрузках 0,0; 0,2 и 6 (МПа) вызывало изменение сцепления в 1,7-3,4 раза (рис. 1), а скорость деформирования образца, в свою очередь, — в 1,2-2,4 раза. Учитывая данный фактор, в дальнейших исследованиях был выбран метод консолидированного среза образцов, предварительно водонасыщенных или выщелоченных при нагрузках 0,2 МПа. Данные условия подготовки и проведения сдвиговых испытаний позволяют в максимальной степени учесть особенности грунтов и условия их работы в массиве. А сдвиговые испытания грунтов, выполненные по методике Н.Н.Маслова, позволяли определять параметры прочности и ползучести грунтов и их изменений под влиянием процессов водонасыщения и выщелачивания. Результаты выполненных исследований приведены в табл. 2.

Водонасыщение и выщелачивание грунтов приводит к изменению их физического состояния, содержания солей, состава порового раствора и обменного комплекса глинистых минералов, в значительной степени определяющих прочность и деформируемость глинистых грунтов.

Водонасыщение делювиальных суглинков и глин обусловил рост влажности на 0,5-3,7%. Плотность их при этом изменялась в пределах: от -2,1 до 3,5%. Такой разброс значений показателя свидетельствует о том, что при нагрузках, превышающих величину давления набухания, происходит доуплотнение грунтов. Показатель структурной прочности водонасыщенных грунтов изменялся в пределах 0,33-1,40 МПа, а коэффициенты разупрочнения ( $K_I = P_m^o / P_m^{подг}$ ) составляли 0,8-2,8. Коэффициенты разупрочнения, значения которых меньше 1, свидетельствуют о некотором упрочнении за счет образования вторичных коагуляционных связей в грунте в процессе уплотнения и водонасыщения.

По данным консолидированного среза сцепление водонасыщенных разностей изменялось от 0,028 до 0,080 МПа, у глин — 0,143 МПа, что в 1,1-2 (3 при  $P_y = 0,0$  МПа) раза ниже сцепления грунтов естественного сложения и влажности. Углы внутреннего трения (у суглинков  $17,5-28^\circ$ , у глин  $-16^\circ$ ) в отдельных случаях также оказывались ниже (в 1,0-1,3 раза). Зоны ослабления характеризуются более низкими параметрами прочности грунтов. Сцепление суглинков составляло 0,015-0,062 МПа, у глин — 0,073 МПа, что в 1,4-2,5 (5,7 при

$P_y=0,0$  МПа) раза меньше сцепления ненарушенных грунтов. Остаточные углы внутреннего трения ( $18,5-21,5^\circ$  – суглинков,  $15^\circ$  – у глины) также ниже (в 1,1-1,5 раза).

У морских суглинков ( $m_i$ ) в процессе водонасыщения влажность увеличилась на 4,4-3,0%, разуплотнение составило 0,5-1,2%. Показатель структурной прочности (0,38-0,59 МПа) уменьшился в 0,9-1,4 раза. Величина сцепления - 0,046 МПа ( $P_y=0,0$  МПа), 0,078 МПа ( $P_y=0,2$  МПа) что в 1,9-3,2 раза ниже прочности ненарушенных образцов. Угол внутреннего трения суглинка ( $13,4-14,5^\circ$ ) практически не изменился. Повторные испытания показали снижение сцепления в результате нарушения структуры - в 4,1 раза. Угол внутреннего трения при этом оставался неизменным ( $12-14^\circ$ ).

У неогеновых разностей водонасыщение обусловило увеличение влажности на 1-5,5% у суглинков, на 3-11% – у глин. Разуплотнения суглинка практически не испытывали, у глин снижения показателя  $P_d$  достигало 4,8%. Разупрочнение неогеновых отложений в процессе водонасыщения составило 1,3-2,0. По данным консолидированного среза параметры прочности суглинка составляли  $C=0,068$  МПа,  $\varphi=22^\circ$ , у глинистых разностей –  $C=0,035-0,150$  МПа,  $\varphi=6,5-13,5^\circ$ . Сравнение с прочностью ненарушенных образцов показало снижение сцепления у суглинков – в 2,9, у глин – в 1,1+1,9 раз. Углы внутреннего трения изменялись как в сторону увеличения, так и уменьшения (в 0,6-1,2 раза). Для водонасыщенных зон ослабления характерны более низкие параметры прочности: остаточное сцепление суглинков (0,040 МПа) в 5; глин (0,035 МПа) - в 4,6–7,5 раза ниже сцепления ненарушенных пород.

Процесс выщелачивания вызывает существенные изменения в физическом состоянии грунтов. Влажность делювиальных суглинков изменялась в пределах от 0,4 до 8,3%, морских суглинков – до 6,5%, у неогеновых суглинков – до 4,2%, у глин, характеризующихся наибольшей естественной влажностью – до 1,2%. Изменение показателя  $P_d$  (от  $-6,3$  до  $3,4\%$ ) делювиальных суглинков свидетельствует о процессах как разуплотнения, так и доуплотнения в этих грунтах в процессе их выщелачивания. У морских и неогеновых суглинков отмечалось разуплотнение ( $P_d=0,6-1,7\%$ ), а у неогеновых глин – незначительное уплотнение (0,8%) при выщелачивании. По показателю  $R_m^{подг}$  все выщелоченные разности можно отнести к грунтам среднелитифицированным. Коэффициенты разупрочнения составляли 0,7–3,2 у делювиальных суглинков; 0,5–2,1 у морских суглинков; 1,1-4,2 у неогеновых суглинков и 1,0– у глин. характеризующихся весьма низкой прочностью в естественном состоянии.

Значительные изменения физического состояния грунтов в ходе их выщелачивания обусловили ухудшение их прочностных свойств. Так, сцепление суглинков ( $vd_{I-III}$ ) составило: 0,008-0,003 МПа ( $P_y=0,0$  МПа); 0,068-0,127 МПа ( $P_y=0,15-0,6$ ) и 0,250 МПа ( $P_y=0,3$  МПа). Угол внутреннего трения изменялся в широких пределах ( $18,5-33,5^\circ$ ). Это свидетельствует о снижении параметров прочности:  $C$  – в 0,8-4,3 (2,6-6,9 при  $P_y=0,0$  МПа), а  $\varphi$  – в 0,7-1,4 раза. Для суглинков ( $m_i$ ) снижение сцепления ( $C=0,036$  МПа) и угла внутреннего трения ( $\varphi=24^\circ$ ) составило 5,6 и 1,1, соответственно. У неогеновых разностей коэффициенты разупрочнения ниже: для суглинков ( $C=0,055-0,075$  МПа,  $\varphi=22-24^\circ$ )  $K_c=2,7-3,6$ ;  $K_\varphi=1,1-1,2$  для глин ( $C=0,093$  МПа,  $\varphi=7^\circ$ ) -  $K_c=1,8$ ;  $K_\varphi=1,1$ . В выщелоченных зонах ослабления пород отмечаются более высокие коэффициенты разупрочнения для всех исследованных разностей. Так, для делювиальных суглинков ( $C=0-0,020$  при  $P_y=0,0$  МПа; 0,025-0,030 при  $P_y=0,15-0,6$  и 0,125 при  $P_y=0,3$  МПа;  $K_c=19-32^\circ$ )  $K_c=2,4-3,4$  (4,3-7,3 при  $P_y=0,0$ );  $K_\varphi=0,7-2,1$ ; для морских разностей ( $C=0,022$  МПа,  $\varphi=22^\circ$ )  $K_c=9,1$ ,  $K_\varphi=1,2$ ; для неогеновых суглинков ( $C=0,030-0,062$  МПа,  $\varphi=17,5-21,5^\circ$ )  $K_c=3,2-6,7$ ;  $K_\varphi=1,2-1,5$ , а для неогеновых глин ( $C=0,030$  МПа,  $\varphi=6^\circ$ )  $K_c$  составил 5,4, а  $K_\varphi=1,3$ .

Таким образом, основные процессы выщелачивания и водонасыщения оказывают на величину сцепления. Изменчивость данного параметра определяется, в первую очередь, параметрами физического состояния грунтов, нарушением структурных связей. Рис. (2,3) свидетельствуют о влиянии влажности и плотности водонасыщенных и выщелоченных суглинков на их сцепление. Изменения угла внутреннего трения, в основном, обусловлены литологической неоднородностью, неравномерным распределением включений в образец, хотя общая направленность снижения угла внутреннего трения свидетельствует о влиянии процесса выщелачивания на данный параметр прочности. По-

видимому, в процессе выщелачивания одновременно с микроагрегацией тонкодисперсной фракции идет более активный процесс диспергации в результате нарушения коагуляционных структурных связей при увлажнении.

Исследование сдвиговой ползучести водонасыщенных и выщелоченных образцов свидетельствует о значительном влиянии процессов водонасыщения и выщелачивания на параметры длительной прочности и ползучести грунтов.

В процессе водонасыщения отмечалось снижение предела длительной прочности делювиальных суглинков на 17–24% при  $V=8,3 \cdot 10^{-6}$  см/с и 19,20% при  $V = 4,2 \cdot 10^{-5}$  см/с. Порог ползучести, при этом составлял 75-90% от предельной прочности, а коэффициент вязкости –  $(20-64) \cdot 10^8$  Па·с ( $V= 8,3 \cdot 10^{-6}$  см/с) и  $(6,1-13) \cdot 10^8$  Па·с ( $V=4,2 \cdot 10^{-5}$  см/с). Возрастала продолжительность стадии установившейся ползучести от (130–295) мин, ( $V = 4,2 \cdot 10^{-5}$  см/с) до 220–930 мин ( $V = 8,3 \cdot 10^{-6}$  см/с). Для неогеновых суглинков при  $V = 4,2 \cdot 10^{-5}$  см/с предельная прочность составляла 82-92% от условно-мгновенной прочности образцов естественного сложения и влажности, а порог ползучести – 80-95% от предельной прочности. Коэффициенты вязкости равны  $(3,0-15) \cdot 10^8$  Па·с, а продолжительность стадии установившейся ползучести - 91-214 мин. Для водонасыщенных зон ослабления параметры прочности ползучести ниже. Предельная прочность делювиальных суглинков составляла 59-70%, а неогеновых суглинков 41-93%; порог ползучести, соответственно: 52-68%; 41-76%, т.е. в водонасыщенных зонах ослабления.

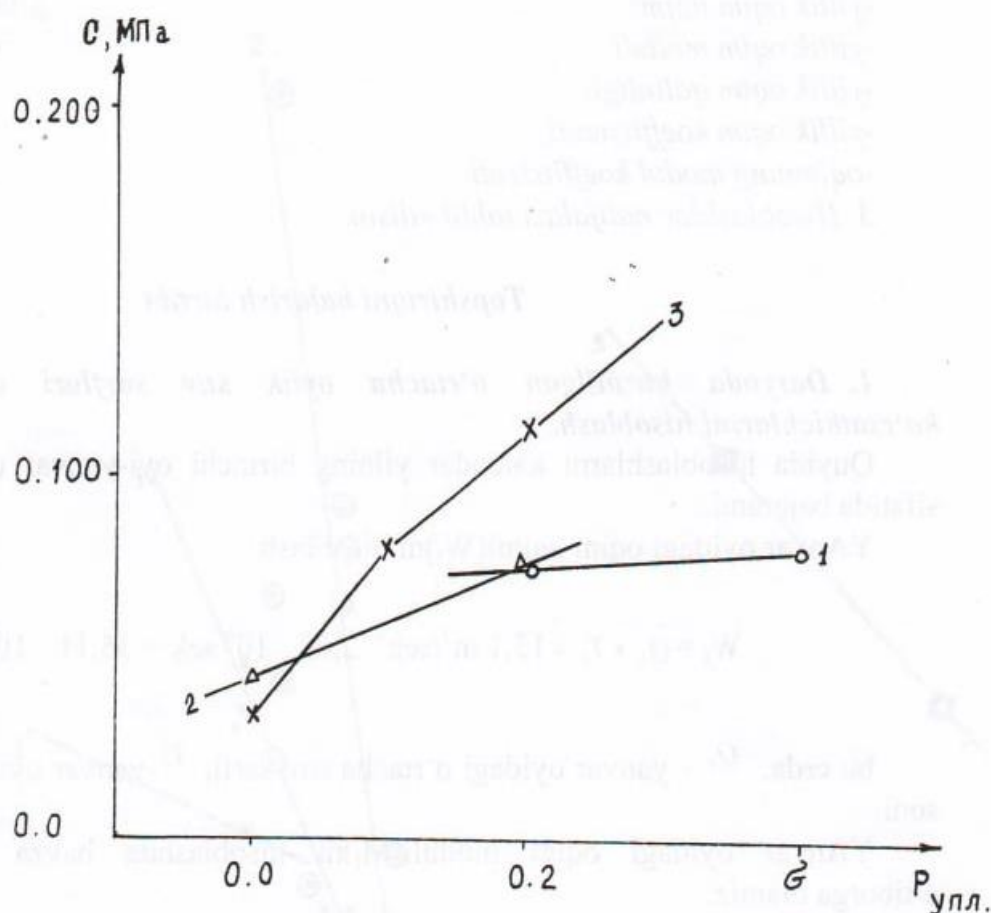


Рис. 1 Зависимость сцепления от нагрузки предварительного уплотнения

- 1- • - vd I-III - суглинки (водонас.);
- 2- Δ - m I – суглинки (водонас.);
- 3- -x - vd I-III – суглинки (выщелач.)

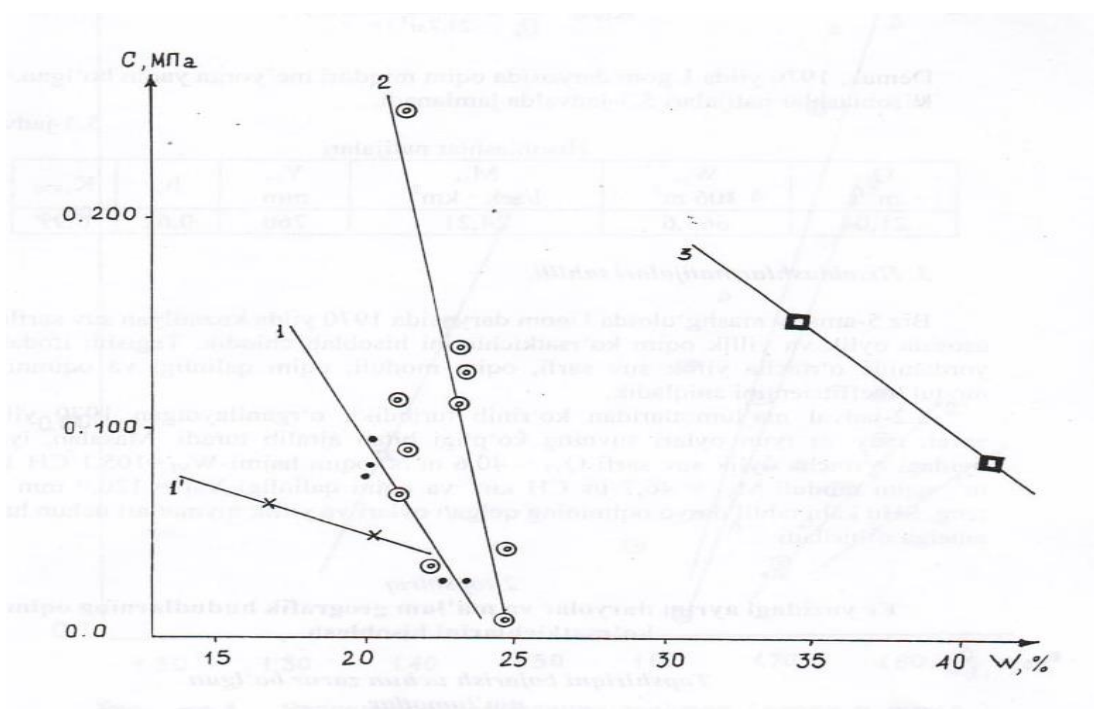


Рис. 2 Зависимость сцепления от влажности водонасыщенного и выщелоченного грунта

1• -  $vd_{I-III}$  - водонас.суглинки (консолид.срез);

1 $\times$ - $vd_{I-III}$  - водонас.суглинки (медленный срез);

2 $\odot$ - $vd_{I-III}$  - выщел. суглинки (консолид.срез);

**3■** -  $mN2$ - водонас.глины (консолид.срез)

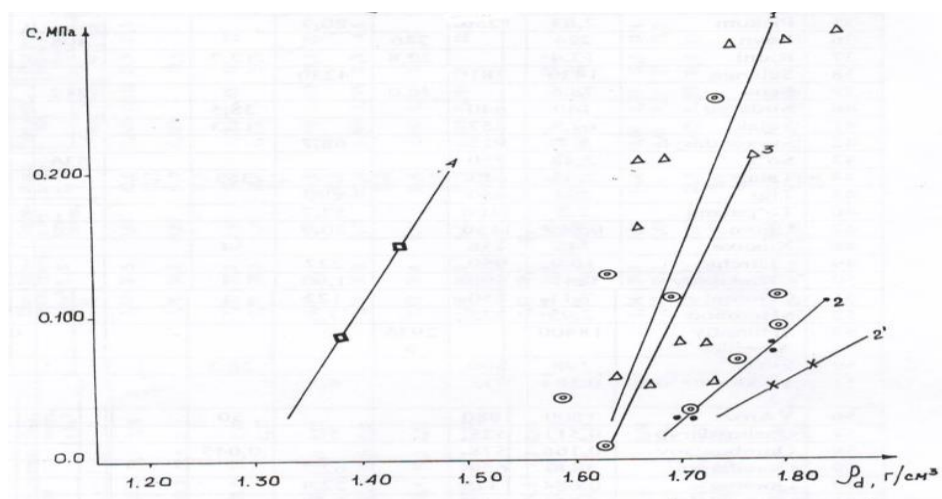


Рис. 3 Зависимость сцепления грунта; (водон.и выщел.) от плотности

2• -  $vd_{I-III}$  - суглинки (консолид.срез);

2 $\times$ - $vd_{I-III}$  - суглинки (медленный срез);

3 $\odot$ -  $vd_{I-III}$  - суглинки (консолид.срез);

**4■** -  $mN2$ - глины (водонас.,консолид.срез);

1 $\Delta$ -  $vd_{I-III}$  - суглинки (ест.консолид.срез)

## Изменение физических и физико механических свойств глинистых грунтов в результате выщелачивания

Вид выщелачивания	№ скв. глубина	Состояние грунта	Влажность %	Пределы пластичности			Плотность г/*		Пористость П, %	Коэффициент пористости, e	Модуль Деформации E, МПа	Сцепление, МПа		Угол Внутреннего трения		Pm
				W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>	P	P <sub>d</sub>				C <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	γ <sub>max</sub>	γ <sub>min</sub>	
Диффузионное	7 4,64 – 4,95	Естествен.	23.2	32.9	22.3	10.6	2.05	1.67	39.5	0.65	20.0	0.028	0.015	24.5	21.5	II.2
		Водонасыщ									15.1					
		β=0.40	24.1	51.8	28.3	23.5	2.11	1.70	38.4	0.62	17.7	0.027	-	18.5	-	3.9
		β=0.80									17.6					
	7 18,9 – 19,0	Естествен.	23.2	38.3	25.0	13.3	2.09	1.70	37.2	0.62	16.7	0.253	0.200	12	11	5.3
		β=0.15	21.8	-	-	-	2.17	1.78	35.3	0.55	15.0	0.112	-	10.5	-	4.7
		β=0.80									7.7					9.1
	1 9,3 – 9,6	Естествен.	20.4	35.1	26.1	9.0	2.01	1.67	38.1	0.62	28.0	0.085	0.033	25.5	20.5	8.0
		Водонасыщ									22.2					10.4
		β=0.26	23.5	45.2	27.2	18.0	2.12	1.72	36.3	0.57	21.4	0.025	0.025	18.5	4.5	
		β=0.80									14.2					
		Естествен.	23.4	44.7	25.4	19.3	2.01	1.63	39.4	0.65	15.4	0.05	0.01	29.5	25	5.4

	$\frac{1}{9,95 - 10,2}$	Водонасыщ									13.7					II.2	
		$\beta=0,11$	24.5	43.8	27.7	16.1	2.07	1.66	34.9	0.54	13.3	0.035	0.015	20	12.5		
		$\beta=0,80$									9,5						
Фильтрационное	$\frac{1}{6,0 - 6,25}$	Естествен.	19.6	34.1	24.8	9.3	2.09	1.67	38.2	0.62	-					10.7	
		$\beta=0,37$	23.1	37.0	24.9	12.1	1.94	1.58	41.5	0.71	-	0.01	-	28.5	-	2.6	
		Естествен.	20,5	35,1	22.3	12.8	2.10	1.64	36.0	0.56	-	0.05	0.02	24	24	5.0	
	$\frac{7}{9,0 - 9,3}$	Водонасыщ и Уплот.при															
		P=0.3, Мпа	24.7	-	-	-	2.04	1.64	39.7	0.66	14.2	0.09	0.03	19.5	14.4	-	
		$\beta=0,27$	24.9	-	-	-	2.04	1.63	40.1	0.67	-	0.01	0.00	31	23.3	4.3	
	$\frac{7}{10,3 - 10,6}$	Естествен	22.4	41.1	25.9	16.2	2.12	1.62	37.0	0.59	10.3	0.025	0.009	24.5	23	6.4	
		$\beta=0,10$	24.6	45.1	26.8	18.3	2.00	1.61	40.8	0.69	8.0						
		$\beta=0,80$									6.8						
	$\frac{7}{13,9 - 14,2}$	Естествен.	20,2	35,8	26,0	9,8	2,01	1,67	39,1	0,64	26,8	0,060	0,025	25	22	18,6	
		$\beta=0,38$	36,2	39,2	26,2	13,0	1,90	1,40	48,9	0,96	5,0	0,080	0,040	21	23	4,0	
		$\beta=0,80$									2,6						

**Параметры прочности грунтов**

ПП	Возраст	№ скв. Глубина отбора м	$\frac{W_o}{W_{ng}}$ %	$\frac{\rho_o}{\rho_{ng}}$ г/м <sup>3</sup>	$J_p$	$\frac{\rho_m^o}{\rho_m^{ng}}$ МПа	$\rho_m^k$ МПа	Схема подготовки	Метод испытаний	Параметры прочности			
										I сх		II сх	
										С МПа	φ град	С МПа	φ град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Vd I-III	I/II.0	$\frac{19.5}{23.2}$	$\frac{2.00}{2.10}$	10.6	$\frac{0.84}{0.43}$	$\frac{0.58}{0.36}$	$P_y = \sigma, W_{ect}$ $P_y = 0.2, \text{водон}$	консолид	0.056	29.5	0.018	25
2		7/I.I	$\frac{19.8}{20.3}$	$\frac{2.07}{2.15}$	127	0.66	0.62	$P_y = \sigma, \text{водон}$ $P_y = 0.2, \text{водон}$	— “ —	0.080	17.5	-	-
						0.85		— “ —	0.075	17.5	0.062	18.5	
						0.66	0.48	$P_y = \text{бводон}$ $P_y = 0.2, \text{водон}$	Медл.,v= 8.3*10-6	0.050	17	-	-
								— “ —	-	-	0.046	16.5	
3		7/I.95	$\frac{21.1}{22.5}$	$\frac{2.11}{2.10}$	1.43	0.77	0.31	$P_y = 0.0, \text{водон}$	Консолид	0.028	24.5	0.015	21.5
			22.1	2.11	— “ —	0.33	0.24	$P_y = 0.0, \text{выщ}$	— “ —	0.033	23.5	0.020	19
			21.5	2.20	— “ —	0.29	0.86	$P_y = 0.15, \text{выщ}$	— “ —	0.090	32	0.025	31
			21.3	2.19	— “ —	1.11	0.95	$P_y = 0.2, \text{выщ.}$	— “ —	0.113	30	0.028	32
			21.5	2.10	— “ —	1.03	0.23	$P_y = 0.0, \text{выщ}$	Медл.,v= 8.3*10-6	-	-	0.047	13
						0.24							



4	Vd I-III	7/22.25	$\frac{14.0}{16.9}$	$\frac{2.13}{2.14}$	16.7	3.88 1.40	1.06	Рy = 0.2, водон	Медл.,v= 4.2*10-5	0.065	20	0.033	1.3
5		7/4.65	23.2	2.05	10.6	1.12	0.65	Рy = $\sigma$ , выщел	Консолид.	0,127	18.5	-	-
6		1/27.5	17.9	2.11	11.8	3.14	0.58	Рy = 0,2выщел	Медл.,v= 4.2*10-5	0,105	12	0.070	9.5
7		7/9.0	20.5	2.10	12.8	0.50	0.64	Рy = 6 – <i>West</i>	Консолид.	0,055	24	0,008	28
			24,8	2,04	_ “ _	0.50	0.53	Рy = 0,0выщел	_ “ _	0.008	32.5	0.000	25
			20,6	2,16	_ “ _	0.50	0.80	Рy = 0.3, водон	_ “ _	0.093	15.5	0.032	30
8		7/18.6	23.1	2.09	13.3	0.55	0.56	Рy = 6 – <i>West</i>	Быстрый	0.137	10	-	-
						0.55	0.54	_ “ _	Консолид.	0.112	10.5	-	-
9		1/16.9	$\frac{1.8}{21.0}$	$\frac{2.15}{2.13}$	15.2	$\frac{1.75}{1.01}$	1.32	Рy = 0.2, выщел	_ “ _	0.068	33.5	0.030	25.5
10		7/13.9	22.4	2.02	-	1.06	-	Рy = 6, <i>West</i>	_ “ _	0.058	26.5	0.028	22.5
	24.8		1.98		1.06	0.71	Рy = 0.2, выщел.	_ “ _	0.043	24.5	0.008	24.5	

II		1/29.2	$\frac{19.6}{21.4}$	$\frac{2.12}{2.13}$	15.5	$\frac{3.75}{1.13}$	1.68	Рy = 0.3, выщел.	– “ –	0.250	20	0.125	14
I2	Vd I-III	1/28.7	23.0	2.05	22.3	1.34	1.00	Рy = $\sigma, W$	Консолид.	0.210	14.5	0.085	16.5
			25.0	2.10	– “ –	0.84	0.78	Рy = 0.2, водон	– “ –	0.143	16	0.073	15
I3		7/20.4	$\frac{21.8}{24.8}$	$\frac{2.09}{2.11}$	11.6	$\frac{0.54}{0.38}$	0.26	Рy = 0.0, водон	– “ –	0.046	14.5	0.035	12
			24.2	2.11	– “ –	$\frac{0.54}{0.59}$	0.53	Рy = 0.2, водон	– “ –	0.078	13.5	0.035	14.5
I4		7/21.2	$\frac{25.2}{25.0}$	$\frac{2.03}{2.00}$	12.4	$\frac{0.57}{0.27}$	0.41	Рy = 0.0, выщел	– “ –	0.036	22.5	0.025	16.5
			24.5	2.03	– “ –	0.57	0.49	Рy = 0.2, выщел	– “ –	0.036	24	0.022	22
I5	ml	7/19.85	22.2	2.11	13.6	0.67	0.49	Рy = $\sigma, West$	Медл.,	0.120	15.5	0.118	5
			28.7	2.19	– “ –	1.27	0.85	Рy = 0.2, выщел	2.3*10 <sup>-7</sup>	0.185	13	0.096	10.5

16		7/28.05	$\frac{19.3}{24.8}$	$\frac{2.03}{2.11}$	8.4	$\frac{0.68}{0.51}$	0.52	Рy = 0.2, водон	Консолид.	0.068	22	0.040	22.5
17		7/42.9	25.7 27.5	1.99 2.02	13.6 _ “ _	1.05 0.56	1.02	Рy = $\sigma$ , <i>West</i> Рy = 0.2, водон	Медл., 4.2*10-5	0.163 0.130	8 II	0.085 0.060	7.5 14
18	mI	5/29.6	$\frac{19.9}{22.9}$	$\frac{2.10}{2.14}$	16.9	$\frac{1.58}{1.12}$	0.92	Рy = 0.2, водон	Медл., 4.2*10-5	0.140	5	0.068	4
19		7/28.9	$\frac{19.2}{23.4}$	$\frac{2.10}{2.16}$	12.7	$\frac{4.61}{1.11}$	0.99	Рy = 0.2, выщел	Консолид.	0,075	22,5	0,062	17.5
20		5/28.45	$\frac{18.4}{19.2}$	$\frac{2.13}{2.12}$	16.4	$\frac{0.80}{0.74}$	0.64	Рy = 0.2, выщел	_ “ _	0.055	24	0.030	21.5
21	mN2	7/32.7	$\frac{31.3}{34.5}$	$\frac{1.88}{1.94}$	24.2	$\frac{1.05}{0.53}$	0.63	Рy = 0.2, водон.	_ “ _	0.150	6.5	0.035	6.5
22		1/57.9	$\frac{29.3}{40.0}$	$\frac{1.88}{1.93}$	28.1	$\frac{1.00}{0.51}$	0.44	Рy = 0.2, водон.	_ “ _	0.085	13.5	0.022	13
23		7/32.9	$\frac{45.1}{46.3}$	$\frac{1.80}{1.83}$	23.3	$\frac{0.49}{0.48}$	0.39	Рy = 0.2, выщел	Модл., 4.2*10-5	0.093	7	0.030	6

развитие длительных деформаций ползучести возможно при низких действующих напряжениях. Анализ данных сдвиговых испытаний на ползучесть выщелоченных разностей свидетельствует о значительном влиянии выщелачивания на параметры прочности и ползучести, особенно в ослабленных зонах. Так, предельная прочность делювиальных суглинков снижалась до 56-66%, морские отложения — до 88—87%, а неогеновых глин — до 62-73%. В зонах ослабления предельная прочность изменялась по разрезу и достигала 26—39% у неогеновых выщелоченных глин. При этом, порог ползучести составлял 77—92% от предельной прочности, в зонах ослабления уменьшался в 1,4—2,5 раза. Отмечалось снижение коэффициента вязкости и продолжительности стадии установившейся ползучести. Все это свидетельствует о способности данных отложений в зонах ослабления развивать деформации прогрессирующей ползучести при весьма низких действующих напряжениях.

На основании вышеизложенного следует:

процессы водонасыщения и выщелачивания оказывают значительное влияние на сцепление, предельную прочность, порог ползучести и коэффициент вязкости исследуемых грунтов;

степень изменения параметров прочности определяется, в первую очередь, влажностью, плотностью и нарушенностью структурных связей в ходе водонасыщения и выщелачивания глинистых грунтов.

### Литература

1. Глазь А.Н., Морозова Л.Н. О влиянии выщелачивания солей на деформированность и прочность лессовидных грунтов оснований гидротехнических сооружений. Госстройиздат, 1957. – С.186-199.
2. Грунтоведение. Ред. Е.М.Сергеева. – М.: МГУ, 1983, - 392 с.
3. Денисов И.Я. Природа прочности и деформации грунтов. – Избр. Труды. – М.: Стройиздат, 1972. – 279с.
4. Зиангиров Р.С., Быкова В.С., Полтаев М.Н. Инженерная геология в строительстве. – М.: Стройиздат, 1986.
5. Мустафаев А.А. Деформации засоленных грунтов в оснований сооружений. – М., Стройиздат, 1985. – 280с.
6. Орадовская А.Е. Изменение фильтрационных свойств засоленных пород при длительной фильтрации. – В кн. Растворение и выщелачивание горных пород. – М.: Госстройиздат, 1957. – с. 175-183.
7. Осипов В.И. Природа прогностных и деформационных свойств глинистых пород. – М., 1978. – 87с.
8. Рахманов Б. Закономерности изменения физико-механических свойств засоленных пылевато-глинистых грунтов при их замачивании и выщелачивании. Автореф. дисс.канд.тех.наук. М., 1991.