

СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ НАБУХАЮЩИХ ГЛИН ПРИ ИЗМЕНЯЕМОСТИ ИХ ПЛОТНОСТИ

© 2006 г. С. Г. Айроян

Ереванский государственный университет, Геологический факультет
375025, Ереван, Ал. Манукяна, 1, Республика Армения
hairoyan_sr@rambler.ru

Поступила в редакцию 14.07.2006 г.

В статье рассмотрены изменения сопротивления сдвигу набухающих глин при замачивании в широких пределах изменяемости начальной влажности и уплотняющих давлений.

Экспериментальными исследованиями установлено, что при замачивании диаграмма сопротивления набухающих глин представляет собой две параллельные линии, соответствующие интервалам уплотняющих давлений, больше и меньше давления набухания.

Установлено, что когда начальная влажность больше предела пластичности, одновременно уплотняющие давления больше давления набухания, замачивание практически не приводит к снижению сопротивления сдвигу.

Количественная оценка сопротивления сдвигу глинистых грунтов и его изменения являются наиболее важными проблемами геотехники.

Оценка сопротивления сдвигу набухающих глин при замачивании особенно сложна, поскольку снижение их прочности обусловлено в основном фактором разуплотнения. Проблемой оценки сопротивления сдвигу набухающих глин при замачивании в широких пределах изменяемости влажности и уплотняющих давлений $\sigma_z \geq \sigma_{sw,0}$ занимались многие специалисты (Аленина, 1976; Иванов, 1987; Сорочан, 1986). Результаты их исследований изложены в (Месчян, 1992; Месчян, Малакян, 1976).

Исследованиями прочности набухающих грунтов, выполненными по ветви уплотнения компрессионной кривой, установлено, что при $w_0 > w_p$ сопротивление их сдвигу при замачивании в пределах изменяемости уплотняющих давлений $\sigma_z \geq \sigma_{sw,0}$ представляет собой билинейную диаграмму, точка перелома которой соответствует давлению свободного набухания $\sigma_{sw,0}$. В интервале $\sigma_z > \sigma_{sw,0}$, при замачивании грунта, практически не происходит снижения прочности. При $w_0 < w_p$ дополнительное увлажнение приводит к снижению прочности в широких пределах изменяемости уплотняющих давлений.

В настоящей статье предпринята попытка выяснить характер изменения сопротивления сдвигу набухающих глин при замачивании в условиях практически одинаковой плотности-влажности.

Материалом для исследования послужили три различные глины нарушенного сложения, которые использовались при возведении плотины Лернакертского водохранилища (Республика Армения). Основные показатели физических свойств этих грунтов приведены в табл.1.

Таблица 1

Таблица водно-физических свойств грунтов

Лаб N грунта	ρ_s , г/см ³	Пределы пластичности			$\sigma_{sw,0}$ МПа
		w_L	w_p	I_p	
240	2.66	0.417	0.233	0.184	0.325
242	2.65	0.397	0.224	0.173	0.270
254	2.68	0.437	0.245	0.192	0.415

Образцы-близнецы испытывались на прочность на приборах одноплоскостного среза "Гидропроект"-а. Повторность опытов трехкратная. Все разновидности образцов глин испытаны на прочность по одинаковой методике. Образцы-близнецы грунта N240 в количестве 30 штук подвергнуты предварительному уплотнению при начальной влажности под действием $\sigma_z = 0,6$ МПа, грунта N242 – под действием $\sigma_z = 0,4$ МПа, а образцы грунта N254 – под действием $\sigma_z = 0,8$ МПа.

Чтобы определить прочностные свойства набухающих грунтов при примерно одинаковых значениях плотности, образцы на сдвиг испытаны по восходящей ветви компрессионной кривой. Поэтому они после стабилизации деформации уплотнения арретирования полностью разгружены и выдержаны в таком состоянии в течение 15 суток. Таким образом, были получены образцы-близнецы трех различных глин, обладающие практически одинаковой плотностью. Были определены давления их свободного набухания $\sigma_{sw,0}$ (табл.1).

Полученные отмеченным выше методом серии образцов-близнецов трех глин, в каждой по 30 штук, были разделены на две части и подвергнуты испытанию на сдвиг под действием нормальных напряжений с соблюдением условия $\sigma_z \geq \sigma_{sw,0}$, как при начальной влажности, так и после водонасыщения.

В табл.2 приведены средние значения плотности ρ , плотности скелета ρ_s , влажности w_0 , давления свободного набухания $\sigma_{sw,0}$, деформации набухания ϵ_{sw} под действием различных σ_z и показатели прочности (сопротивления сдвигу) испытанных трех глин.

На рис.1а приведена кривая зависимости деформации набухания – уплотняющее давление, на рис.1б – диаграмма сопротивления сдвигу грунтов N240.

На рис.1б видно, что в интервалах $\sigma_z > \sigma_{sw,0}$ и $\sigma_z < \sigma_{sw,0}$ диаграммы сопротивления сдвигу замоченных образцов представлены двумя практически параллельными линиями. Причем, $w_0 > w_p$ и $\sigma_z > \sigma_{sw,0}$, сопротивления сдвигу грунта, определенные при начальной влажности и после замачивания, практически совпадают, что обусловлено изменяемостью плотности образцов под дейст-

Результаты определения сопротивления сдвигу грунтов

$\sigma_{sw,0}$ МПа	σ_z МПа	Грунт с начальной влажностью						Грунт после замачивания						
		$\tau_{1,sl}$ МПа	$tg\varphi$	C_s МПа	w_0	ρ_s г/см ³	ρ_d г/см ³	$\tau_{1,sl}$ МПа	$tg\varphi$	C_s МПа	w_{sl}	ρ_s г/см ³	ρ_d г/см ³	ϵ_{sw}
0.325	0.1	0.121	0.313	0.094	0.247	1.91	1.53	0.026	0.258	0.005	0.338	1.87	1.40	0.093
	0.2	0.162						0.053			0.319	1.91	1.44	0.064
	0.3	0.187						0.077			0.309	1.91	1.46	0.025
	0.4	0.222						0.201			0.278	1.96	1.53	-
	0.6	0.280						0.262			0.278	1.96	1.53	-
0.270	0.05	0.098	0.285	0.087	0.234	1.89	1.53	0.021	0.325	0.004	0.332	1.88	1.41	0.085
	0.1	0.122						0.035			0.317	1.90	1.44	0.061
	0.2	0.143						0.069			0.289	1.93	1.50	0.022
	0.3	0.167						0.158			0.276	1.96	1.53	-
	0.4	0.200						0.181			0.277	1.95	1.53	-
0.415	0.1	0.138	0.295	0.110	0.184	1.91	1.61	0.012	0.233	0.083	0.326	1.90	1.43	0.126
	0.25	0.183						0.040			0.302	1.91	1.47	0.054
	0.35	0.225						0.100			0.260	1.92	1.52	0.020
	0.5	0.262						0.205			0.225	1.96	1.60	-
	0.65	0.299						0.240			0.230	1.98	1.61	-
	0.8	0.346						0.275			0.227	1.96	1.60	-

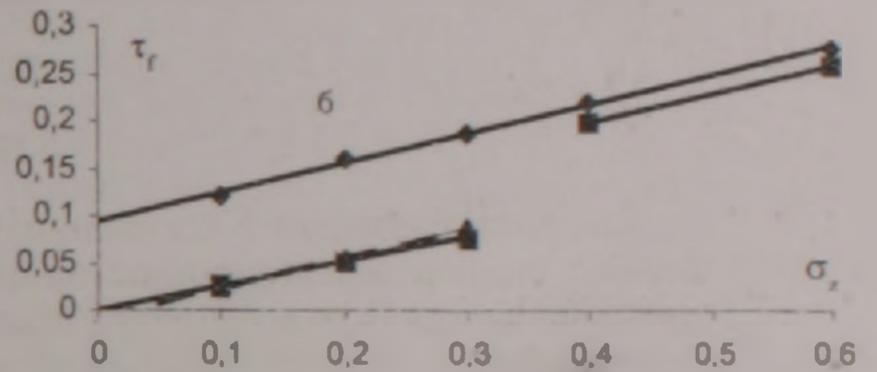
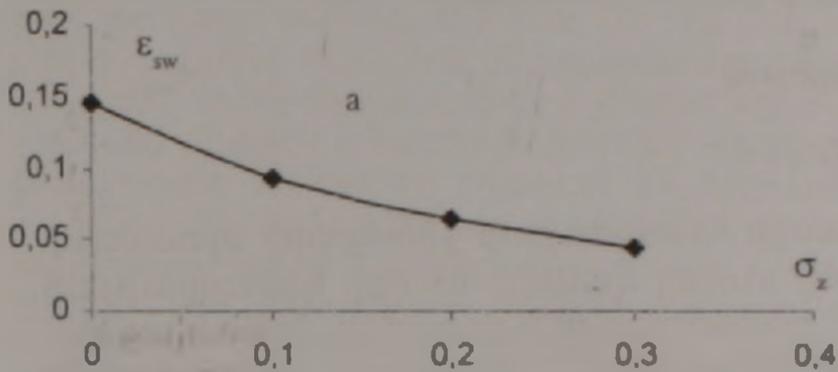


Рис. 1. а – зависимость деформации набухания грунта N 240 от величины нормального напряжения σ_z ; б – диаграмма сопротивления грунта N 240 сдвигу. 1 – при $w=w_0$; 2 – при $w=w_p$; 3 – по выражению (1)

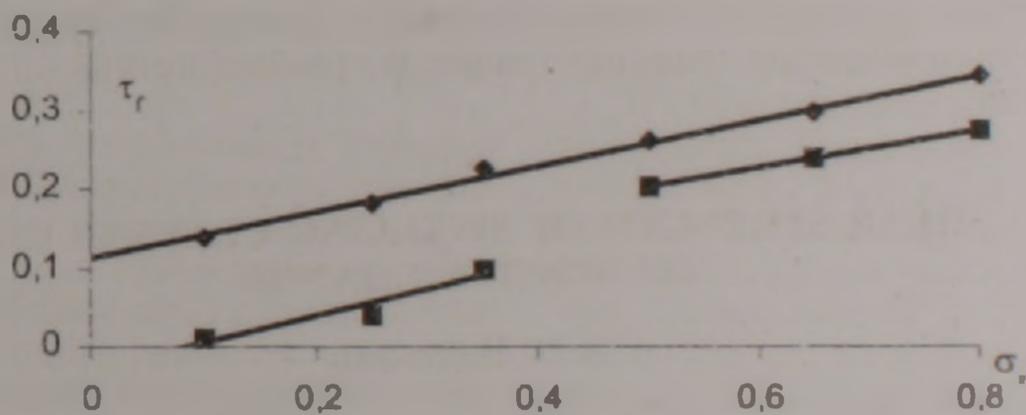


Рис. 2. Диаграмма сопротивления грунта N 240 сдвигу. 1 – при $w=w_0$; 2 – при $w=w_p$

внем нормальных напряжений, выше давления набухания. При $\sigma_z < \sigma_{sw,0}$, когда давление набухания приводит к снижению плотности скелета образцов грунта ρ_d , сопротивление сдвигу замоченных образцов резко снижается.

При изменчивости уплотняющих давлений в интервале $\sigma_z < \sigma_{sw,0}$, вследствие различных деформаций набухания под действием различных σ_z , образцы обладают различной плотностью скелета. Из этого следует, что определяемые из зависимости $\tau_{1,sl} = f(\sigma_{sw,0}, \sigma_z)$ параметры сопротивления сдвигу $tg\varphi$ и C нельзя считать действительными.

Сопоставление результатов прочности грунтов, определенных в условиях $\sigma_z < \sigma_{sw,0}$ и $w_0 > w_p$, показало, что после замачивания сопротивление сдвигу выражается следующей зависимостью:

$$\tau_{1,sl} = (\sigma_z - \sigma_{sw,0})tg\varphi + C \quad (1)$$

Например, для грунта под лабораторным номером 240 получено:

$$\tau_{1,sl} = (\sigma_z - 0.325)0.313 + 0.0944 \quad (2)$$

При влажности $w_0 < w_p$ (грунт N254) дополнительное увлажнение грунта приводит к снижению сопротивления сдвигу во всем диапазоне изменчивости нормального напряжения. При $\sigma_z > \sigma_{sw,0}$ процесс замачивания образцов происходит без возможности разуплотнения, т.е. в условиях $\rho_s = const$ (табл.2). Изменение сопротивления сдвигу в этом случае обусловлено адсорбционным снижением прочности грунта (Месчан, Айроян, 1988) (рис.2). В интервале $\sigma_z < \sigma_{sw,0}$ замачивание приводит к резкому сни-

жению $\tau_{\text{св}}$, которое обусловлено рядом факторов, в первую очередь разуплотнением – уменьшением ρ_d и адсорбционным понижением прочности грунта. В случае, когда $w_0 < w_p$, в интервале $\sigma_z < \sigma_{\text{св}0}$ зависимость $f(\sigma_z < \sigma_{\text{св}0})$ не описывается выражением (1).

Поскольку при $\sigma_z > \sigma_{\text{св}0}$ все испытанные образцы обладали одинаковой плотностью, диаграмма сопротивления сдвигу набухших грунтов не представляется ломанными линиями. Сопротивление сдвигу при $\sigma_z = \sigma_{\text{св}0}$ не определено, поэтому переход от $\sigma_z < \sigma_{\text{св}0}$ к $\sigma_z > \sigma_{\text{св}0}$ не выявлен.

ЛИТЕРАТУРА

Аленина М.Д. Разупрочнение набухающих глин под нагрузкой, превышающей давление набухания. Грунтоведение и инженерная геология. Л., 1976, с.81-85.

Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Л.: Стройиздат, 1973, 375 с.

Иванов И.П. Инженерно-геологические исследования в горном деле. Л.: Недра, 1987, 385 с.

Месчян С.Р. Реологические процессы в глинистых грунтах. Ереван: "Айастан", 1992, 389 с.

Месчян С.Р., Малакян Р.П. Сопротивление набухающего грунта сдвигу. Тезисы докл. Третьего Межведомственного совещ. по вопросам прогнозирования гидрогеологических, инженерно-геологических и почвенно-мелиоративных условий. Вып.4, М., 1976, с.108-117.

Месчян С.Р., Айроян С.Г. Сопротивление сдвигу набухающего грунта при изменемости нормального напряжения и начальной влажности. Основания, фундаменты и механика грунтов. 1988, N5, с.24-25.

Сорочан Е.А. Строительство сооружений на набухающих грунтах. М.: Стройиздат, 1986, 312 с.

ՈՒՌՉՈՂ ԿԱՎԵՐԻ ՍԱՀՔԻ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԽՏՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊԵՆԻՄ

Ս. Հ. Հայրոյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում բերված է Հայաստանի տարածքի Լեռնակերտի ջրամբարի պատվարի մարմնի համար օգտագործված երեք տարբեր ուղղող կավերի սահքի դիմադրության ուսումնասիրության արդյունքները սկզբնական խոնավության և լրացուցիչ խոնավացման պայմաններում: Ուսումնասիրության արդյունքում պարզվել է, որ սահքի դիմադրության դիագրամման իրենից ներկայացնում է գործնականում երկու միմյանց զուգահեռ ուղիղ գծեր, որոնք համապատասխանում են խտացնող բեռնվածքների ուղելու ճնշումից բարձր և ցածր միջակայքերին: Պարզվել է նաև, որ երբ սկզբնական խոնավությունը մեծ է խոնավության պլաստիկության ստորին սահմանից, խտացնող բեռնվածքների ուղչման ճնշումից բարձր արժեքների դեպքում լրացուցիչ խոնավացումը չի բերում ամրության էական իջեցման:

SHEAR STRENGTH OF SWELLING CLAYS IN CASE OF DENSITY CHANGE

S. H. Hayroyan

Abstract

In the article are given test results of shear strength of three different swelling clays which have been used for the dam of Lernakert's water reservoir in the territory of Armenia in the conditions of initial and additional moistening. As a result of the conducted investigation it turned out that in the case of moistening the shear strength diagram represents two parallel actually straight lines, which correspond to the interval of thickening practically doesn't bring to stability reduction in the interval, the additional moistening brings to decrease of stability. When the additional moistening brings to decrease of stability in the case of all the values of thickening loadings, by the way for the interval to determine the shear strength it is not applicable.