

Программа расчета физико-механических свойств грунтов

GRUNT

© ОАО ГПИстроймаш, 1997-1999 гг.

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Брянск, 1999

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
ЗАПУСК ПРОГРАММЫ	3
РАБОТА СО СПРАВОЧНИКОМ	3
РАБОТА С ИСХОДНЫМИ ДАННЫМИ	4
ЗАПОЛНЕНИЕ.....	4
КОРРЕКТИРОВКА.....	5
<i>Приложение 1. Бланк исходных данных.</i>	6
<i>Приложение 2. Справочник.</i>	7
<i>Приложение 3. Образец заполнения бланка исходных данных для испытаний на просадочность</i>	8
<i>Приложение 4. Образец заполнения бланка исходных данных для испытаний на сжимаемость и срез</i> ...9	
<i>Приложение 5. Образец результатов расчета на просадочность</i>	10
<i>Приложение 6. Образец результатов расчёта на срез</i>	11
<i>Приложение 7. Образец результатов расчёта на сжимаемость</i>	12
<i>Приложение 8. Образец таблицы физико-механических характеристик</i>	13
<i>Приложение 9. Формулы для расчета</i>	14
<i>Приложение 10. Список литературы</i>	16

Общие положения

Программа работает в среде Windows 3.1 и выше с использованием Excel и предназначена для формирования следующих документов:

- таблицы физико-механических свойств грунтов;
- паспорта испытания грунта на сжимаемость;
- паспорта испытания грунта на просадочность;
- паспорта испытания грунта на срез.

В руководстве описаны правила ввода и/или корректировки исходных данных и содержимого справочника, а так же объясняется, как начать работу с программой и получить выходные документы.

Результаты испытаний грунтов удобно заносить в бланки, образец которых показан в Приложении 1, так как эти бланки, практически, являются копией бланка исходных данных программы.

Получив результаты испытаний по нескольким монолитам, желательно занести их в исходные данные программы и выполнить расчет, не дожидаясь, пока будут получены результаты испытаний по всем монолитам объекта. Это связано с тем, что при расчете программа может выявить ошибки в исходных данных, и испытания придется повторить.

Для запросов:

Адрес: 241035 Брянск ул.Институтская 15, ОАО ГПИСтроймаш.

Телефоны: (0832) 73-84-59, 56-39-42. Факс: 56-29-94, 56-14-18

E-mail: gpi@gpi.bryansk.ru

<http://www.gpi.bryansk.ru>

Постановка задачи: Фролова А. А., Моисеева Л. В.

Программирование, тестирование: Нестеров А. В., Мельников А.В.

Программирование, тестирование, сопровождение: Мельников А.В.

Запуск программы

Сначала следует запустить программу Microsoft Excel. Потом войти в меню “Файл” и выбрать опцию “Открыть”. Если Вам нужно заполнить исходные данные по новому объекту или откорректировать справочные данные, откройте с помощью диалога “Открытие документа” файл `grunt.xls`. На экране появится запрос “Введите пароль разрешения записи или откройте файл в режиме “Только для чтения”. Для заполнения исходных данных нажмите кнопку “Только для чтения”. Для корректировки справочника в окне редактирования “Пароль” введите пароль “`grunt`” и нажмите кнопку “ОК”. На экране появится лист под названием “ИД” с чистым бланком исходных данных, в который заносятся результаты опытов над монолитом.

Внизу бланка, справа от таблиц “Влажность” и “Плотность”, расположены 3 кнопки: “Новый бланк”, “Справочник” и “Расчет”.

Работа со справочником

В первую очередь необходимо откорректировать справочные данные в соответствии с имеющимся испытательным оборудованием. Для этого откройте файл `grunt.xls` и войдите в справочник, щелкнув левой кнопкой мыши по кнопке “Справочник”. Вы увидите таблицы, изображенные в Приложении 2. Внесите в таблицы следующие данные:

- наименования приборов для испытаний на сжимаемость/просадочность и срез;
- параметры колец для испытаний на сжимаемость/просадочность;
- площадь среза;
- условия проведения испытаний на срез;
- деформации компрессионных приборов при различных нагрузках.

Необходимо, чтобы номера колец из таблицы “**Параметры колец**” совпадали с номерами компрессионных приборов, на которые эти кольца устанавливаются. Если имеются кольца для определения только плотности грунта (не устанавливаемые в компрессионные приборы), их номера не должны совпадать с номерами приборов. Номера колец и приборов не должны повторяться.

Откорректировав справочник, нажмите кнопку “**Выход**”, которая находится справа от таблицы “**Условия проведения испытаний**”. Если справочные данные введены корректно, на экране появится бланк исходных данных, иначе будет выдано сообщение об ошибке, а ячейка таблицы, в которой она обнаружена, станет выделенной.

Покинув исправленный справочник, необходимо сохранить программу `grunt.xls`. Для этого в меню “**Файл**” выберите опцию “**Сохранить**” и щелкните по ней левой кнопкой мыши.

Справочные данные нуждаются в корректировке крайне редко. Их необходимо править в случае замены испытательного оборудования и после каждой тарировки компрессионных приборов.

Работа с исходными данными

Заполнение

Итак, Вы открыли файл `grunt.xls`. Справочник откорректирован, и перед Вами пустой бланк исходных данных. Требования к его заполнению следующие:

- графы “**Наименование объекта**”, “**Лабораторный номер**”, “**Номер скважины**” и “**Глубина отбора пробы, м**” заполнять обязательно;
- остальные ячейки заполняются в зависимости от того, какие документы необходимо получить в результате;
- в таблице “**Сжимаемость/Просадочность**” в графе “**Интервал**” в двух ячейках, расположенных под соответствующими значениями давлений, ставьте любые символы, чтобы программа определила для какого интервала давлений вычислять коэффициент сжимаемости и компрессионный модуль деформации (см. Рис. 1);
- если при испытании на сжимаемость/просадочность образец природной влажности водонасытили при наибольшем давлении, то в таблице “**Сжимаемость / Просадочность**” в графе “**Нормальная нагрузка, МПа**” в двух последних заполненных столбцах запишите два одинаковых значения нагрузки, а в ячейки граф “**Деформация образца прир. влажности. Индикатор ...**” под последним значением нагрузки — показания индикаторов (см. Рис. 1);
- если необходимо получить значение плотности природной влажности образца грунта без испытаний на сжимаемость/просадочность, заполните столбцы “**природная влажн. до испытания**” и “**водонасыщ. сост. до испытания**” таблицы “**Плотность**” результатами параллельных измерений массы образцов грунта.

Правильно заполнив бланк результатов испытаний одного монолита и нажав на кнопку “**Новый бланк**”, Вы перейдете к другому бланку, у которого уже заполнены графы “**Наименование объекта**” и “**Лабораторный номер**” (увеличен на 1), и можете продолжать его заполнение. Листы с бланками исходных данных автоматически именуется так: “**ИДNNNN**”, где **NNNN** — лабораторный номер монолита.

Если исходные данные некорректны, то при нажатии на кнопку “**Новый бланк**”, появится сообщение об ошибке, а ячейка, в которой предполагается ошибка, станет выделенной.

Заполнив исходные данные по всему объекту, нажмите на кнопку “**Расчет**”. Программа опять может выявить ошибки (уже на уровне вычисления формул) с указанием их месторасположения. Если ошибок не найдено, программа выдаст следующие листы результатов расчета:

- “**ФизМех**” – таблица физико-механических свойств грунта;
- “**СжNNNN**” – паспорт испытаний грунта на сжимаемость;
- “**ПрNNNN**” – паспорт испытаний грунта на просадочность;
- “**СрNNNN**” – паспорт испытаний грунта на срез,

где NNNN – лабораторный номер монолита.

Если в процессе расчёта найдена ошибка в исходных данных, на экран выдаётся сообщение (см. Рис. 2) с указанием названия листа, на котором находятся ошибочные данные. Сообщение можно убрать с экрана, нажав клавишу Enter или щёлкнув левой кнопкой мыши на кнопке ОК. На этом листе выделяются ячейки, содержащие ошибочные данные, а на листах с результатами на месте нерасчитанных величин появляется надпись «Вне допусков». Необходимо исправить исходные данные и повторить расчёт.

Результаты расчета можно распечатать, выбрав в меню “Файл” опцию “Печать”.

Скорее всего, Вам нужно сохранить полученные данные. Для этого в меню “Файл” выберите опцию “Сохранить как ...” и в диалоговом окне “Сохранить как” укажите диск, каталог и имя файла, в котором желаете сохранить документ. Имя этого файла не должно быть grunt.xls. Назовите его, например, chap1.xls. Главное, чтобы Вы легко по имени файла могли понять, данные по какому объекту в нем находятся.

Чтобы закончить работу с программой, в меню “Файл” выберите опцию “Выход”.

Рис. 1. Фрагмент бланка исходных данных. Образец заполнения таблицы “Сжимаемость/Просадочность”.

Сжимаемость/Просадочность						
Нормальная нагрузка, МПа	0,05	0,10	0,20	0,30	0,30	
Интервал		*	*			
Деформация образца прир. влажности. Индикатор а, мм	0,03	0,14	0,58	0,89	0,72	
Деформация образца прир. влажности. Индикатор б, мм	0,13	0,33	0,72	0,85	0,89	
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор а, мм	0,06	0,28	1,12	1,38		
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор б, мм	0,26	0,86	1,40	1,70		

Коэффициент сжимаемости и компрессионный модуль деформации вычисляются в интервале давлений 0,10...0,20 МПа.

Водонасыщение образца природной влажности при 0,30 МПа

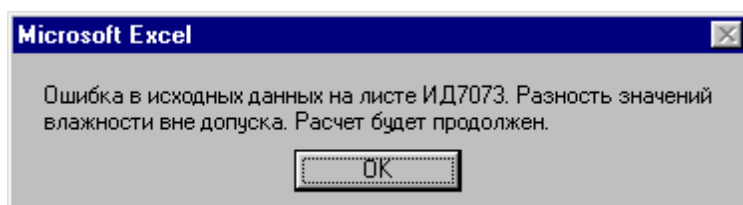
Пример заполнения исходных данных для одного монолита показан в Приложениях 3–4, а пример результатов расчета для этого монолита и таблица физико-механических характеристик для семи монолитов показаны в Приложениях 5–8.

Корректировка

При необходимости откорректировать исходные данные в объекте, сохраненном в файле с именем chap1.xls, достаточно из программы Excel открыть этот файл, найти листы бланка исходных данных “ИДNNNN”, где NNNN – лабораторные номера монолитов, данные по которым корректируются, изменить их и нажать на кнопку “Расчет”.

Теперь файл можно сохранить, выбрав в меню “Файл” опцию “Сохранить”, так как его имя уже не grunt.xls.

Рис. 2. Сообщение об ошибке в исходных данных.



Приложение 1. Бланк исходных данных.

Исходные данные

Наименование объекта	
Лабораторный номер	
Номер скважины	
Глубина отбора пробы, м	

Срез

Наименование прибора	
Условия опыта и его продолжительность	
Нормальная нагрузка, МПа	
Сдвигающее усилие, ккс	
Масса влажного грунта с бюксовой образца а, г	
Масса сухого грунта с бюксовой образца а, г	
Масса бюксы а, г	
Масса влажного грунта с бюксовой образца в, г	
Масса сухого грунта с бюксовой образца в, г	
Масса бюксы в, г	

Сжимаемость/Просадочность

Нормальная нагрузка, МПа	
Интервал	
Деформация образца прир. влажности. Индикатор а, мм	
Деформация образца прир. влажности. Индикатор в, мм	
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор а, мм	
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор в, мм	

Влажность

	до испытания		на границе текучести		на границе раскатывания	
	а	в	а	в	а	в
Бюкса						
Масса влажного грунта с бюксой, г						
Масса сухого грунта с бюксой, г						
Масса бюксы, г						

Плотность

До испытания	природная влажн. сост.	водонасыщ. сост.	после испытания	
			природная влажн. сост.	водонасыщ. сост.
Номер кольца				
Масса грунта и кольца, г				

Приложение 3. Образец заполнения бланка исходных данных для испытаний на просадочность.

Исходные данные

Наименование объекта	ЦБРФ г. Брянск
Лабораторный номер	7072
Номер скважины	3
Глубина отбора пробы, м	3,30

Срез

Наименование прибора	
Условия опыта и его продолжительность	
Нормальная нагрузка, МПа	
Сдвигающее усилие, кс	
Масса влажного грунта с бюксы образца а, г	
Масса сухого грунта с бюксы образца а, г	
Масса бюксы а, г	
Масса влажного грунта с бюксы образца б, г	
Масса сухого грунта с бюксы образца б, г	
Масса бюксы б, г	

Сжимаемость/Просадочность

Нормальная нагрузка, МПа	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30
Интервал	*	*	*	*	*	*	*
Деформация образца прир. влажности. Индикатор а, мм	0.22	0.35	0.48	0.53	0.59	0.66	1.23
Деформация образца прир. влажности. Индикатор б, мм	0.32	0.45	0.55	0.61	0.68	0.73	1.35
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор а, мм	0.73	0.82	1.00	1.06	1.08	1.25	
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор б, мм	0.87	1.18	1.32	1.44	1.59	1.69	

Влажность

	до испытания		на границе текучести		на границе раскатывания	
	а	б	а	б	а	б
Бюкса						
Масса влажного грунта с бюксы, г	48.38	47.62	44.39	46.45	18.52	19.70
Масса сухого грунта с бюксы, г	45.28	44.65	38.90	40.90	16.90	17.99
Масса бюксы, г	22.68	22.55	15.87	17.83	7.48	7.82

Плотность

	до испытания		на границе текучести		на границе раскатывания	
	а	б	а	б	а	б
Номер кольца	35	28	35	28		
Масса грунта и кольца, г	494.65	497.61	500.33	505.90		

Приложение 4. Образец заполнения бланка исходных данных для испытаний на сжимаемость и срез.

Исходные данные

Наименование объекта	ЦЕРФ г. Брянск
Лабораторный номер	7073
Номер скважины	2
Глубина отбора пробы, м	10,00

Срез

Наименование прибора	ПСТ-2м	
Условия опыта и его продолжительность	Сдвиг медленный с предварительным водонасыщением и обжатием	
Нормальная нагрузка, МПа	0.10	0.20
Сдвигающее усилие, кс	2.80	5.00
Масса влажного грунта с бюксовой образца а, г	42.45	41.19
Масса сухой грунта с бюксовой образца а, г	39.17	37.98
Масса бюксы а, г	22.68	23.15
Масса влажного грунта с бюксовой образца б, г	40.60	42.43
Масса сухой грунта с бюксовой образца б, г	37.36	39.14
Масса бюксы б, г	22.00	23.47

Сжимаемость/Просадочность

Нормальная нагрузка, МПа	0.05	0.10	0.20	0.30	0.30
Интервал	1	1	1	1	1
Деформация образца прир. влажности. Индикатор а, мм	0.40	0.64	1.03	1.53	1.54
Деформация образца прир. влажности. Индикатор б, мм	0.49	0.79	1.20	1.55	1.56
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор а, мм					
Деформация образца в водонасыщ. сост. Индикатор б, мм					

Влажность

	до испытания		на границе текучести		на границе раскатывания	
	а	б	а	б	а	б
Бюкса						
Масса влажного грунта с бюксой, г	42.38	43.59	42.08	43.47	20.30	19.74
Масса сухого грунта с бюксой, г	38.64	39.67	38.41	37.55	18.33	17.85
Масса бюксы, г	22.28	22.98	17.67	17.70	7.56	7.40

Плотность

	до испытания		после испытания	
	природная влажн. сост.	водонасыщ. сост.	природная влажн. сост.	водонасыщ. сост.
Номер кольца	3	3	3	3
Масса грунта и кольца, г	485.19		476.79	

Приложение 5. Образец результатов расчета на просадочность.

Паспорт испытания грунта на просадочность

Объект: ЦБ РФ г. Брянск

Лабораторный номер: 7072

Шурф (скв): 3

Глубина отбора, м: 3.3

Компрессионный прибор: КПР-1

Наименование грунта по номенклатуре С-Ниг: супесь твердая

Условия проведения испытаний	Замач. при 0.3 МПа	Водонасыщ. сост.
Номер кольца	36	28
Начальная высота образца, см	2.485	2.5
Диаметр, см	8.73	8.73
Для интервала давлений 0.1...0.2 МПа		
коэффициент сжимаемости	0.106	0.156
компресс. модуль деформации, МПа	10.14	6.72

Физические характеристики грунта

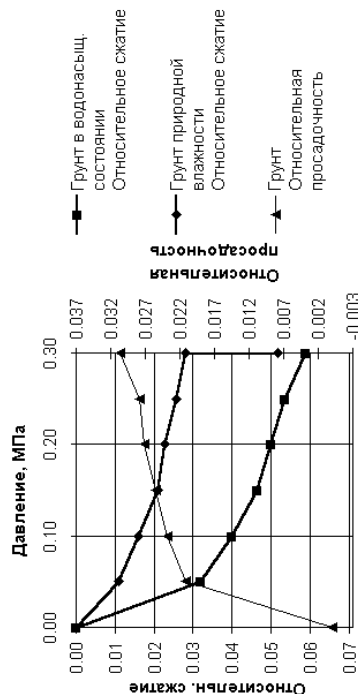
Характеристика грунта	До испытания	После испытания
Плотность при природной влажности, г/см ³	1.96	2.11
Влажность	0.136	0.158
Плотность скелета, г/см ³	1.73	1.82
Коэффициент пористости	0.561	0.484
Коэффициент водонасыщения	0.65	0.88
Плотность минеральной части, г/см ³	2.70	0.97
Влажность на границе текучести	0.24	
Влажность на границе раскатывания	0.17	
Число пластичности	7%	
Показатель текучести (консистенции)	-0.48	

Результаты испытаний*

Давление, МПа	Грунт			Относительная просадочность
	природной влажности	в водонасыщ. состоянии	Относительное сжатие	
0.05	0.27	0.0109	0.8	0.0320
0.1	0.40	0.0161	1	0.0400
0.15	0.52	0.0209	1.16	0.0464
0.2	0.57	0.0228	1.25	0.0500
0.25	0.64	0.0258	1.34	0.0536
0.3	0.70	0.0282	1.47	0.0588
0.3	1.29	0.0518		0.0237

* В последней строке таблицы приведены результаты для образца, который водонасытили при наибольшем давлении

График зависимости относительного сжатия от давления



Начальное просадочное давление: 0.024 МПа

Приложение 6. Образец результатов расчёта на срез

Паспорт испытания грунта на сдвиг

Объект: ЦБРФ г. Брянск
Лабораторный номер: 7073
Шурф (скв.): 2
Глубина отбора, м: 10
Конструкция прибора: ПСГ2М
Площадь сдвига, см²: 40
Наименование грунта: суглинок тугопластичный
Условия опыта и его продолжительность:
Сдвиг медленный с предварительным водонасыщением и обжатием

Исходные данные

Естественная влажность	0.232
Плотность минеральной части, г/см ³	2.71
Плотность при природной влажности, г/см ³	1.88
Плотность скелета, г/см ³	1.53
Коэффициент пористости	0.771
Влажность на пределе текучести	0.30
Влажность на пределе раскатывания	0.18
Число пластичности	12%
Показатель текучести (консистенции)	0.43
Коэффициент водонасыщения	0.82

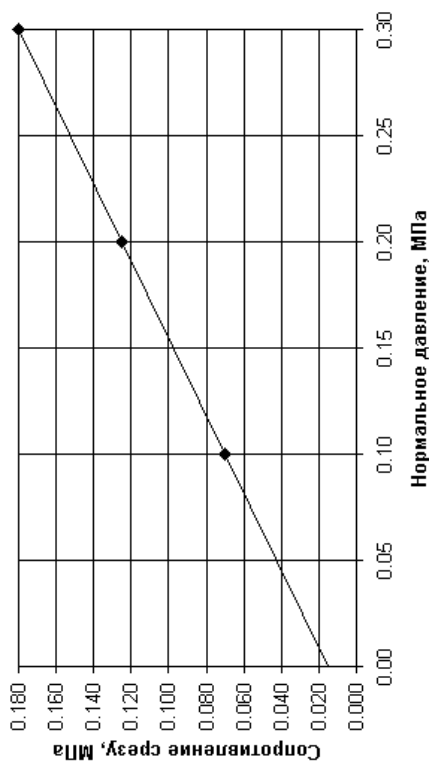
Результаты опыта

Коэффициент внутреннего трения	0.550	Угол внутреннего трения, град.	29	Сцепление, Мпа	0.015
--------------------------------	-------	--------------------------------	----	----------------	-------

Режим опыта

Нормальное давление, МПа	Сопротивление срезу, МПа	Влажность в момент сдвига
0.10	0.070	0.205
0.20	0.125	0.210
0.30	0.180	0.215

График зависимости сопротивления срезу от нормального давления



Приложение 7. Образец результатов расчёта на сжимаемость

Паспорт испытания грунта на сжимаемость

Объект: Лабораторный номер: Шурф (скв): Глубина отбора, м: Компрессионный прибор: Наименование грунта по номенклатуре СНиП: суглинок тугопластичный	ЦБРФ г. Брянск 7073 2 10 КПР-1 СНиП:	Условия проведения испытаний Номер кольца Начальная высота образца, см Диаметр, см Для интервала давлений 0.1...0.2 МПа коэффициент сжимаемости компресс. модуль деформации, МПа	Замеч. при 0.3 МПа 3 2.5 8.73 0.283 3.04
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

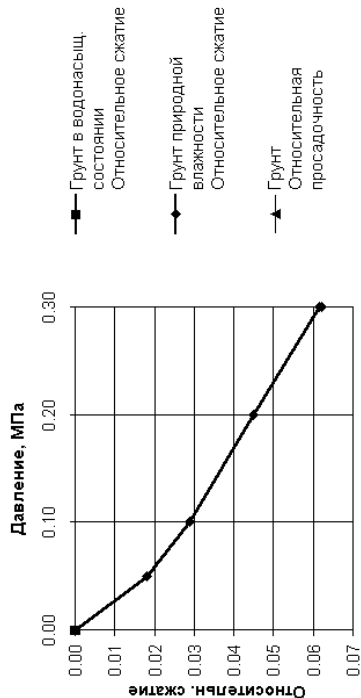
Физические характеристики грунта

Характеристика грунта	До испытания	После испытания
Плотность при природной влажности, г/см ³	1.88	1.95
Влажность	0.232	0.195
Плотность скелета, г/см ³	1.53	1.63
Коэффициент пористости	0.771	0.663
Коэффициент водонасыщения	0.82	0.80
Плотность минеральной части, г/см ³	2.71	
Влажность на границе текучести	0.30	
Влажность на границе раскатывания	0.18	
Число пластичности	12%	
Показатель текучести (консистенции)	0.43	

Результаты испытаний*

Давление, МПа	Грунт в водонасыщ. состоянии		Относительная просадочность
	природной влажности	Деформация, мм	
0.05	0.45	0.0180	
0.1	0.72	0.0288	
0.2	1.12	0.0448	
0.3	1.54	0.0616	
		0.0620	

График зависимости относительного сжатия от давления



* В последней строке таблицы приведены результаты для образца, который водонасытили при наибольшем давлении

Приложение 8. Образец таблицы физико-механических характеристик

Лабораторный номер	Номер скважины	Глубина отбора пробы, м	Влажность			Число пластичности	Показатель текучести	Плотность			Коэффициент пористости	Коэффициент водонасыщения	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа	Коэффициент сжимаемости	Модуль деформации, МПа	Наименование грунта
			природная	на границе текучести	на границе раскатывания			природной влажности, т/см ³	в сухом состоянии, т/см ³	частиц грунта, т/см ³							
7072	3	3,3	0,136	0,24	0,17	7%	-0,48	1,96	1,73	2,70	0,561	0,85		0,106	10,14	супесь твердая	
7073	2	10	0,232	0,30	0,18	12%	0,43	1,88	1,53	2,71	0,771	0,82		0,283	3,04	суглинок тугопластичный	

Приложение 9. Формулы для расчета

Влажность грунта в процентах [3]:

$$w = 100(m_1 - m_0) / (m_0 - m),$$

где m – масса пустой бюксы с крышкой, г;

m_1 – масса влажного грунта с бюксой и крышкой, г;

m_0 – масса высушенного грунта с бюксой и крышкой, г.

Допускается выражать влажность грунта в долях единицы.

Допустимая разница Δ результатов параллельных определений влажности:

<i>Природная влажность грунта</i>	0.01-0.05	>0.05-0.1	>0.1-0.5	>0.5-1	>1
Δ	0.002	0.006	0.02	0.04	0.05
<i>Влажность грунта на границе текучести</i>	До 0.8		0.8 и более		
Δ	0.02		0.04		
<i>Влажность грунта на границе раскатывания</i>	До 0.4		0.4 и более		
Δ	0.02		0.04		

Число пластичности I_p [4]:

$$I_p = w_L - w_P,$$

где w_L – влажность грунта на границе текучести в долях единицы;

w_P – влажность грунта на границе раскатывания в долях единицы.

Показатель текучести I_L [4]:

$$I_L = (w - w_P) / I_p,$$

где w – природная влажность грунта в долях единицы;

w_P – влажность грунта на границе раскатывания в долях единицы;

I_p – число пластичности.

Плотность грунта естественной влажности ρ , г/см³ [3]:

$$\rho = (m_1 - m_0) / V,$$

где m_1 – масса грунта с кольцом, г;

m_0 – масса кольца, г;

V – внутренний объем кольца.

Допустимая разница Δ результатов параллельных определений плотности:

<i>Плотность грунта естественной влажности</i>	<i>Песчаные грунты</i>	<i>Пылевато-глинистые грунты</i>
Δ	0.02	0.04

Плотность сухого грунта ρ_d , г/см³ [4]:

$$\rho_d = \rho / (1 + w),$$

где ρ – плотность грунта естественной влажности, г/см³;

w – природная влажность грунта в долях единицы.

Коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности e_0 [5]:

$$e_0 = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d,$$

где ρ_d – плотность сухого грунта, г/см³;

ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³, выбирается из таблицы:

<i>Тип грунта</i>	<i>Среднее значение плотности частиц грунта, ρ_s, г/см³</i>
Пески	2.66
СУПЕСИ	2.70
Суглинки	2.71
Глины	2.74

Коэффициент водонасыщения S_r , д.е. [4] — степень заполнения пор водой:

$$S_r = W * \rho_s / (e_0 * \rho_w),$$

где W – природная влажность грунта в долях единицы;

ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³;

ρ_w – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³;

e_0 – коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности.

Коэффициент сжимаемости m_0 , МПа⁻¹ в интервале давлений P_i и P_{i+1} [1]:

$$m_0 = (e_i - e_{i+1}) / (P_{i+1} - P_i),$$

где e_i и e_{i+1} - коэффициенты пористости, соответствующие давлениям P_i и P_{i+1} .

Коэффициент пористости e_i при любом давлении P_i [1]:

$$e_i = e_0 - \varepsilon'_i (1 + e_0),$$

где e_0 - коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности;

$\varepsilon'_i = Dh_i/h$ - осредненное значение относительных деформаций, соответствующее давлению P_i ;

Dh_i - величина абсолютной деформации грунта, мм, вычисленная как среднее арифметическое значение показаний индикаторов за вычетом поправки на деформацию компрессионного прибора;

h - высота образца грунта до испытания, мм.

Модуль деформации грунта E , МПа, в интервале давлений от P_i до P_{i+1} [1]:

$$E = (1 + e_0) * \beta / m_0,$$

где e_0 - коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности;

β - коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе и вычисляемый по формуле

$$\beta = 1 - 2\nu^2 / (1 - \nu),$$

где ν - коэффициент поперечной деформации, определяемый по результатам испытаний в приборах трёхосного сжатия. При отсутствии экспериментальных данных допускается принимать ν равным: 0,30–0,35 — для песков и супесей; 0,35–0,37 — для суглинков; 0,2–0,3 при $I_L < 0$; 0,3–0,38 при $0 \leq I_L \leq 0,25$; 0,38–0,45 при $0,25 < I_L \leq 1,0$ — для глин. При этом меньшие значения ν принимают при большей плотности грунта;

I_L - показатель текучести;

m_0 - коэффициент сжимаемости, соответствующий интервалу давлений от P_i до P_{i+1} .

Сопротивление грунта срезу τ , МПа [1]:

$$\tau = Q/A,$$

где Q - касательная нагрузка к плоскости среза, кН;

A - площадь среза, см².

Относительная просадочность δ_{np} для различных давлений [2]:

$$\delta_{np} = \delta_e - \delta_e,$$

где δ_e - относительное сжатие образца в водонасыщенном состоянии;

δ_e - относительное сжатие образца природной влажности.

Угол внутреннего трения φ и **удельное сцепление c** определяют как параметры линейной зависимости

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c,$$

где $\sigma = F/A$, $\tau = Q/A$,

F - нормальная сила к плоскости среза, кН;

Q - касательная сила к площади среза, кН;

A - площадь среза, см².

Начальное просадочное давление P_{np} , МПа [2] - минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунта при его полном водонасыщении. Определяется по графику зависимости относительной просадочности от давления $\delta_{np} = f(P)$, принимая за величину P_{np} то давление, при котором относительная просадочность составляет 0,01.

Приложение 10. Список литературы

1. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
2. ГОСТ 23161-78. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.
3. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
4. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) / НИИОСП им. Герсеванова. - М.: Стройиздат, 1986. - 415 с.
5. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.