

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Воронежский государственный технический университет

М. С. КИМ, В.Х. КИМ

**ОСНОВЫ
МЕХАНИКИ ГРУНТОВ**

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по специальности 08.05.01
«Строительство уникальных зданий и сооружений»
и 08.03.01 «Строительство»

Под редакцией профессора П.И. Калугина

Воронеж - 2017

УДК 624.131 (07)
ББК 38.58 я 7
К 40

Ким, М.С. Основы механики грунтов: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» и 08.03.01 «Строительство»/ М.С. Ким, В.Х. Ким; Воронеж. гос. техн. ун-т. – Воронеж, 2017. – 142 с.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалитета) и предназначено для студентов, обучающихся по специализациям "Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений" и "Строительство подземных сооружений" и получающих квалификацию инженер-строитель. Будет полезно также студентам специальности 08.03.01 «Строительство», обучающимся по программе бакалавриата

Рассмотрены физико-механические свойства грунтов, напряженное состояние оснований, методы определения деформаций грунтовых массивов и оценки их устойчивости.

Предназначено для студентов всех форм обучения.

Ил. 62. Табл. 20. Библиогр.: 11 назв.

Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета

Рецензенты: кафедра «Конструкции зданий и сооружений» Тамбовского государственного технического университета;
начальник 32 кафедры инженерно-аэродромного обеспечения ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) канд. техн. наук, доцент Попов А.Н.

© Ким М.С., Ким В.Х. 2017
© Воронежский государственный
технический университет, 2017

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	6
Глава 1. ГРУНТЫ КАК ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ	
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ.....	10
1.1. Природа грунтов, их состав и строение	10
1.2. Структурные связи в грунтах.....	14
1.3. Показатели физического состояния грунтов.....	14
1.4. Классификация грунтов.....	20
1.5. Нормативные и расчетные показатели физического состояния грунтов...	22
Глава 2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МЕХАНИКИ	
ГРУНТОВ. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ.....	23
2.1. Сжимаемость грунтов. Закон уплотнения грунта.....	24
2.1.1. Компрессионная зависимость.....	24
2.1.2. Закон уплотнения грунта.....	28
2.1.3. Основные деформационные характеристики грунтов.....	29
2.2. Водопроницаемость грунтов. Закон ламинарной фильтрации.....	30
2.2.1. Фильтрационные свойства глинистых грунтов.	32
2.2.2. Эффективные и нейтральные давления в грунте.....	32
2.3. Сопротивление грунтов сдвигу. Закон Кулона.....	34
2.3.1. Сопротивление сдвигу идеально сыпучих грунтов.....	34
2.3.2. Сопротивление сдвигу связных грунтов.....	35
2.3.3. Испытание грунтов при трехосном сжатии.....	37
2.4. Полевые методы испытания грунтов.....	40
2.5. Нормативные и расчетные значения характеристик деформируемости и прочности грунтов.....	45
Глава 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ГРУНТАХ.....	46
3.1. Напряженное состояние в точке грунтового массива.....	47
3.2. Напряжения в грунте в случае пространственной задачи.....	49
3.2.1. Определение напряжений от действия вертикальной сосредоточенной силы, приложенной к поверхности линейно деформируемого полупространства.....	49
3.2.3. Определение напряжений методом угловых точек	56
3.3. Определение напряжений в грунте в случае плоской задачи.....	59
3.3.1. Определение напряжений от действия равномерно распределенной полосовой нагрузки.....	59

3.4	Влияние неоднородности напластований грунтов на распределение напряжений.....	64
3.5	Напряжения от действия собственного веса грунта.....	64
3.6	Распределение напряжений на подошве фундамента. Контактная задача.....	65
3.6.1	Модель местных упругих деформаций.....	66
3.6.2	Модель общих упругих деформаций	67
3.6.3	Зависимость осадки грунтов от площади загрузки.....	68
3.6.4	Эпюры контактных напряжений.....	69
Глава 4. ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ И РАСЧЕТ ОСАДОК ОСНОВАНИЙ СООРУЖЕНИЙ.....		71
4.1.	Виды и природа деформаций грунтов	71
4.2.	Определение осадки поверхности слоя грунта от сплошной нагрузки	73
4.3	Методы расчета осадок фундаментов.....	74
4.3.1	Метод послойного суммирования.....	74
4.3.2	Метод линейно-деформируемого слоя.....	78
4.3.3	Метод эквивалентного слоя.....	81
4.3.4	Расчет осадок оснований с учетом веса грунта, вынутого из котлована.....	84
4.3.5	Расчет осадок оснований во времени.....	90
Глава 5. ПРЕДЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ.....		94
5.1	Фазы напряженного состояния грунтов при возрастании нагрузки... ..	94
5.2	Основные положения теории предельного равновесия	98
5.3	Критические нагрузки на грунты основания.....	99
5.3.1	Начальная критическая нагрузка. Расчетное сопротивление грунта	99
5.3.2	Предельная нагрузка на грунт.....	102
Глава 6. УСТОЙЧИВОСТЬ ГРУНТОВ В ОТКОСАХ.....		106
6.1	Причины нарушения устойчивости откосов и склонов.....	106
6.2	Устойчивость откоса идеально сыпучего грунта.....	107
6.3	Устойчивость вертикального откоса в идеально связных грунтах.....	107
6.4	Общий случай расчета устойчивости откоса.....	109
6.5	Расчет устойчивости откосов методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения.....	109
6.6	Расчет устойчивости откосов методами теории предельного равновесия.....	112
6.7	Меры по увеличению устойчивости откосов.....	115
Глава 7. ДАВЛЕНИЕ ГРУНТОВ НА ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.....		116
7.1	Классификация подпорных стен	116

7.2	Понятие об активном и пассивном давлении грунта.....	117
7.3	Определение давления идеально сыпучего грунта на вертикальную гладкую подпорную стенку при горизонтальной поверхности засыпки.....	120
7.4	Учет сцепления при определении активного давления связного грунта на вертикальную гладкую подпорную стенку при горизонтальной поверхности засыпки.....	121
7.5	Учет нагрузки на поверхности засыпки при определении активного давления на подпорную стенку.....	123
7.6	Учет наклона и шероховатости задней грани подпорной стенки при определении активного давления.....	124
7.7	Расчет устойчивости подпорных стенок.....	125
7.8	Определение давления грунтов на подпорные стенки методом теории предельного равновесия.....	129
7.9	Графический метод определения давления грунтов на подпорные стенки.....	130
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	133
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	133
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Глоссарий.....	134
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Основные буквенные обозначения характеристик грунтов.....	141