

А. А. Фролов

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для учащихся учреждений
образования, реализующих образовательные программы
среднего специального образования
по специальностям «Промышленное и гражданское
строительство», «Производство строительных
изделий и конструкций»*

2-е издание, стереотипное



Минск
РИПО
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. Основы расчета строительных конструкций	5
1.1. Общие сведения о строительных конструкциях. Область их применения	5
1.1.1. История развития строительных конструкций и современные достижения науки	5
1.1.2. Область применения современных строительных конструкций.	7
1.1.3. Основные принципы конструирования	8
1.1.4. Унификация и стандартизация в строительстве	8
1.2. Основные положения расчета строительных конструкций и оснований.	9
1.2.1. Задачи расчета строительных конструкций	9
1.2.2. Предельные состояния	10
1.2.3. Классификация и характеристика нагрузок	11
1.2.4. Нормативные нагрузки. Коэффициенты надежности	12
1.2.5. Нормативные и расчетные сопротивления	13
1.2.6. Сбор нагрузок на элементы здания	13
ГЛАВА 2. Металлические конструкции	18
2.1. Общие сведения	18
2.1.1. Краткий обзор развития металлических конструкций	18
2.1.2. Область применения металлических конструкций	19
2.1.3. Преимущества и недостатки металлических конструкций	20
2.1.4. Понятие о коррозии и защитных мероприятиях.	20
2.1.5. Основные принципы конструирования	23
2.2. Материалы для металлических конструкций.	24
2.2.1. Сталь. Работа стали под нагрузкой	24
2.2.2. Свойства стали	25

2.2.3. Маркировка сталей	26
2.2.4. Классификация сталей	27
2.2.5. Алюминиевые сплавы	28
2.2.6. Сортамент	29
2.3. Расчет элементов стальных конструкций.	31
2.3.1. Расчет металлических конструкций по предельным состояниям. Общие сведения.	31
2.3.2. Расчет центрально-растянутых элементов на прочность.	33
2.3.3. Расчет центрально-сжатых элементов на прочность и устойчивость.	34
2.3.4. Расчет изгибаемых элементов на прочность и жесткость	35
2.4. Расчет и конструирование соединений элементов стальных конструкций	37
2.4.1. Общие сведения о сварных соединениях элементов стальных конструкций.	37
2.4.2. Классификация сварных соединений и швов	38
2.4.3. Расчет сварных стыковых соединений	40
2.4.4. Расчет сварных соединений с угловыми швами	41
2.4.5. Конструктивные требования к сварным соединениям	44
2.4.6. Общие сведения о болтовых и заклепочных соединениях	45
2.4.7. Расчет и конструирование болтовых и заклепочных соединений.	47
2.4.8. Фундаментные болты.	49
2.5. Балки и балочные площадки (клетки)	50
2.5.1. Общая характеристика балок	50
2.5.2. Балочные площадки (клетки) и их классификация	52
2.5.3. Расчет прокатных балок настила	55
2.6. Фермы	57
2.6.1. Общие сведения	57
2.6.2. Классификация стропильных ферм.	58
2.6.3. Подстропильные фермы	59
2.6.4. Генеральные размеры ферм	59
2.6.5. Расчет стержней фермы.	60
2.7. Колонны	62
2.7.1. Общие сведения о колоннах.	62
2.7.2. Классификация колонн.	64

2.7.3. Расчет центрально-сжатой колонны сплошного сечения	66
2.7.4. Понятие о расчете сквозной стальной колонны	66
ГЛАВА 3. Деревянные конструкции	68
3.1. Общие сведения	68
3.1.1. Деревянные конструкции. Достоинства и недостатки	68
3.1.2. Область применения деревянных конструкций. Строительная древесина	69
3.2. Расчет элементов деревянных конструкций	73
3.2.1. Центрально-растянутые элементы	73
3.2.2. Центрально-сжатые элементы	74
3.2.3. Изгибаемые элементы	76
3.2.4. Смятие	78
3.2.5. Скалывание	80
3.3. Соединения элементов деревянных конструкций	82
3.3.1. Виды и характеристика соединений.	82
3.3.2. Расчет и конструирование соединения на лобовой врубке	85
3.3.3. Соединения нагельного типа	87
3.3.4. Соединения на гвоздях	90
3.3.5. Соединения на клеях	91
3.4. Простейшие строительные конструкции, их расчет и конструирование	94
3.4.1. Клееные балки из досок	94
3.4.2. Клеефанерные балки	95
3.4.3. Армированные балки	97
3.4.4. Стропильные фермы	99
3.4.5. Арки	101
3.4.6. Рамы	103
3.4.7. Колонны	105
3.4.8. Стропильные системы	110
ГЛАВА 4. Каменные и армокаменные конструкции	113
4.1. Общие сведения	113
4.1.1. Область применения каменных конструкций	113
4.1.2. Материалы для каменных и армокаменных конструкций	114
4.2. Расчет неармированной каменной кладки	119
4.2.1. Прочностные и деформационные характеристики каменной кладки	119

4.2.2. Стадии работы кладки под нагрузкой при сжатии . . .	120
4.2.3. Работа кладки при осевом сжатии	122
4.2.4. Расчет неармированных сжатых элементов каменных конструкций.	122
4.3. Армированная каменная кладка и ее расчет	125
4.3.1. Назначение и виды армирования каменных кладок . . .	125
4.3.2. Расчет элементов с сетчатым (поперечным) армированием	127
4.3.3. Элементы с продольным армированием	128
4.3.4. Комплексные конструкции	128
4.4. Основные положения проектирования каменных конструкций	129
4.4.1. Связи элементов зданий	129
4.4.2. Понятие о расчетных конструктивных схемах зданий (жесткой и упругой)	130
4.4.3. Деформационные швы	132
4.4.4. Расчет стен подвалов, карнизов, перемычек	134
4.4.5. Каменная кладка в зимнее время	139
4.4.6. Особенности расчета каменной кладки в зимнее время	141
ГЛАВА 5. Бетонные и железобетонные конструкции	143
5.1. Общие сведения о железобетонных конструкциях	143
5.1.1. Краткий обзор развития железобетонных конструкций	143
5.1.2. Область применения и виды железобетонных конструкций	145
5.1.3. Преимущества и недостатки железобетонных конструкций.	147
5.1.4. Требования к железобетонным конструкциям.	148
5.2. Материалы для железобетонных конструкций	150
5.2.1. Бетон. Классификация бетонов	150
5.2.2. Структура, прочность и деформативность бетона	151
5.2.3. Классы и марки бетона	154
5.2.4. Нормативные и расчетные характеристики бетонов . . .	154
5.2.5. Арматура. Классы арматурной стали	155
5.2.6. Нормативные и расчетные характеристики арматуры	156
5.2.7. Арматурные изделия	157
5.2.8. Железобетон	159
5.2.9. Коррозия бетона и меры защиты от нее.	160
5.3. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям	162
5.3.1. Понятие об изгибаемых элементах. Их конструктивные особенности	162

5.3.2. Основы теории сопротивления железобетона. Расчет по предельным состояниям	168
5.3.3. Расчет прямоугольных сечений с одиночным армированием	173
5.3.4. Расчет прямоугольных сечений с двойным армированием	183
5.3.5. Расчет изгибаемых элементов таврового, двутаврового и коробчатого сечения	189
5.4. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям.	199
5.4.1. Возможные случаи разрушения элементов по наклонному сечению	199
5.4.2. Проверка необходимости расчета прочности по наклонному сечению	201
5.4.3. Расчет прочности элементов на действие поперечной силы V_{sd} по наклонной трещине	202
5.4.4. Расчет прочности сечений на действие поперечной силы V_{sd} по наклонной полосе между наклонными трещинами	205
5.4.5. Назначение шага и диаметра поперечной арматуры (хомутов).	205
5.4.6. Построение эпюры материалов	206
5.5. Сущность предварительно напряженного железобетона	209
5.5.1. Определение и область применения.	209
5.5.2. Способы создания предварительного напряжения.	210
5.5.3. Материалы для предварительно напряженных конструкций.	212
5.5.4. Потери предварительного напряжения в арматуре.	212
5.6. Плоские железобетонные конструкции	213
5.6.1. Классификация перекрытий	213
5.6.2. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами	214
5.6.3. Монолитные ребристые перекрытия с плитами, опертыми по контуру.	217
5.6.4. Безбалочные перекрытия	218
5.6.5. Расчет и конструирование пустотной плиты по первой группе предельных состояний	220
5.6.6. Расчет и конструирование ребристой плиты по первой группе предельных состояний	228
5.6.7. Расчет предварительно напряженных элементов.	232
5.7. Расчет сжатых железобетонных элементов	233
5.7.1. Сжатые элементы	233
5.7.2. Колонны	233

5.7.3. Общие положения расчета	235
5.7.4. Расчет и конструирование условно центрально-сжатой железобетонной колонны.	236
5.8. Фундаменты.	239
5.8.1. Общие сведения	239
5.8.2. Расчет и конструирование центрально-нагруженного фундамента под колонну	242
ГЛАВА 6. Основания и фундаменты	249
6.1. Общие сведения об основаниях и фундаментах. Основные сведения о грунтах	249
6.1.1. Основные понятия и определения.	249
6.1.2. Грунты оснований, их виды, классификация, физические и механические свойства.	249
6.1.3. Грунтовые воды. Верховодка	251
6.2. Распределение напряжений в грунтах оснований. Расчет оснований	252
6.2.1. Распределение давления в массиве оснований.	252
6.2.2. Природное (бытовое) и дополнительное давление.	252
6.2.3. Работа грунта под нагрузкой	254
6.2.4. Понятие о расчете оснований по предельным состояниям.	255
6.2.5. Понятие о расчетном сопротивлении грунта основания. Расчет оснований по первой группе предельных состояний	256
6.2.6. Последовательность проектирования оснований и фундаментов.	258
6.2.7. Метод послойного суммирования.	258
6.3. Фундаменты на естественных основаниях	261
6.3.1. Общие сведения	261
6.3.2. Классификация фундаментов.	261
6.3.3. Конструктивные требования	262
6.3.4. Расчет и конструирование ленточного фундамента	265
6.4. Свайные фундаменты	270
6.4.1. Область применения и классификация свайных фундаментов	270
6.4.2. Понятие о расчете свайных фундаментов	272
ЛИТЕРАТУРА	275