

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
направлений образования «Производство материалов
и изделий», «Архитектура и строительство»*



Минск
РИПО
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСНОВЫ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	5
1.1. Общие сведения о строительных конструкциях	5
1.1.1. Область применения строительных конструкций и предъявляемые к ним требования	5
1.1.2. Основные принципы конструирования	7
1.1.3. Унификация и стандартизация в строительстве	8
1.2. Основные положения расчета строительных конструкций оснований.	9
1.2.1. Задачи расчета строительных конструкций.	9
1.2.2. Предельные состояния. Цель расчета по предельным состояниям	10
1.2.3. Характеристические и расчетные значения воздействий и влияний окружающей среды.	13
1.2.4. Определение характеристических и расчетных значений воздействий. Частные коэффициенты	15
1.2.5. Сбор нагрузок на отдельные элементы здания	17
ГЛАВА 2. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ.	22
2.1. Общие сведения о металлических конструкциях	22
2.1.1. Краткий обзор развития металлических конструкций.	22
2.1.2. Область применения металлических конструкций	24
2.1.3. Понятие о коррозии и защитных мероприятиях	26
2.1.4. Основные принципы конструирования	32
2.2. Материалы для металлических конструкций	33
2.2.1. Сталь	33
2.2.2. Алюминиевые сплавы	39
2.2.3. Сортамент	40

2.3. Расчет элементов стальных конструкций	44
2.3.1. Общие принципы расчета элементов стальных конструкций	44
2.3.2. Расчет элементов стальных конструкций на прочность при центральном растяжении	46
2.3.3. Расчет элементов стальных конструкций на прочность и устойчивость при центральном сжатии	47
2.3.4. Расчет элементов стальных конструкций на прочность и жесткость при изгибе	49
2.4. Расчет и конструирование соединений элементов стальных конструкций	51
2.4.1. Сварные соединения элементов стальных конструкций	51
2.4.2. Болтовые соединения конструкций	59
2.5. Балки и балочные площадки (клетки)	65
2.5.1. Общая характеристика балок	65
2.5.2. Балочные площадки (клетки) и их классификация	67
2.5.3. Расчет прокатных балок настила	69
2.6. Фермы	71
2.6.1. Общие сведения о фермах	71
2.6.2. Классификация стропильных ферм	72
2.6.3. Подстропильные фермы	73
2.6.4. Расчет стержней фермы	74
2.7. Колонны	76
2.7.1. Общие сведения о колоннах	76
2.7.2. Классификация колонн	78
2.7.3. Расчет центрально-сжатой колонны сплошного сечения	80
2.7.4. Понятие о расчете сквозной стальной колонны	80
ГЛАВА 3. ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	84
3.1. Общие сведения о деревянных конструкциях	84
3.1.1. Достоинства и недостатки деревянных конструкций	84
3.1.2. Область применения деревянных конструкций. Строительная древесина	86
3.2. Расчет элементов деревянных конструкций	92
3.2.1. Предельные состояния несущей способности и эксплуатационной пригодности	92
3.2.2. Центально-растянутые элементы	94
3.2.3. Центально-сжатые элементы	95
3.2.4. Изгибаемые элементы	99

3.2.5. Смятие древесины.	104
3.2.6. Скалывание	104
3.3. Соединения элементов деревянных конструкций	107
3.3.1. Виды соединений	107
3.3.2. Расчет и конструирование соединения на лобовой врубке	110
3.3.3. Соединения нагельного типа	114
3.3.4. Соединения на гвоздях	117
3.3.5. Соединения на клеях	118
3.4. Простейшие строительные конструкции, их расчет и конструирование.	122
3.4.1. Клеевые балки из досок.	122
3.4.2. Клеефанерные балки	123
3.4.3. Стропильные фермы	126
3.4.4. Арки	128
3.4.5. Рамы	130
3.4.6. Колонны	132
3.4.7. Стропильные системы.	137
ГЛАВА 4. КАМЕННЫЕ И АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ . . .	140
4.1. Общие сведения о каменных и армокаменных конструкциях . . .	140
4.1.1. Каменные конструкции	140
4.1.2. Материалы для каменных и армокаменных конструкций	142
4.2. Расчет неармированной каменной кладки	151
4.2.1. Прочностные и деформационные характеристики каменной кладки.	151
4.2.2. Стадии работы кладки под нагрузкой при сжатии.	153
4.2.3. Работа кладки при осевом сжатии.	154
4.2.4. Расчет элементов из неармированной каменной кладки при действии преимущественно вертикальной нагрузки	155
4.3. Армированная каменная кладка и ее расчет	161
4.3.1. Назначение и виды армирования каменных кладок	161
4.3.2. Расчет армированных конструкций, подверженных сжатию	163
4.3.3. Элементы с продольным армированием	165
4.4. Основные положения проектирования каменных конструкций	166
4.4.1. Связи элементов зданий.	166

4.4.2. Понятие о расчетных конструктивных схемах зданий (жесткой и упругой)	167
4.4.3. Деформационные швы	169
4.4.4. Расчет стен подвалов, карнизов, перемычек	172
4.4.5. Каменная кладка, выполняемая в зимнее время	177
4.4.6. Долговечность каменных конструкций	179
ГЛАВА 5. БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	182
5.1. Общие сведения о железобетонных конструкциях.	182
5.1.1. Краткий обзор развития железобетонных конструкций.	182
5.1.2. Виды и область применения бетонных и железобетонных конструкций	184
5.1.3. Требования к бетонным и железобетонным конструкциям	187
5.2. Материалы для бетонных и железобетонных конструкций.	189
5.2.1. Бетон. Классификация бетонов	189
5.2.2. Структура, прочность и деформативность бетона	190
5.2.3. Классы и марки бетона	194
5.2.4. Характеристические и расчетные значения прочности бетона	196
5.2.5. Арматура. Классы арматурной стали	197
5.2.6. Характеристические и расчетные значения прочности арматуры.	199
5.2.7. Арматурные изделия	200
5.2.8. Железобетон	202
5.2.9. Коррозия бетона. Защитный слой бетона	204
5.3. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям	207
5.3.1. Понятие об изгибаемых элементах. Их конструктивные особенности.	207
5.3.2. Основы теории сопротивления железобетона. Расчет по предельным состояниям.	212
5.3.3. Расчет прямоугольных сечений с одиночным армированием	217
5.3.4. Расчет прямоугольных сечений с двойным армированием	229
5.3.5. Расчет изгибаемых элементов таврового, двутаврового и коробчатого сечений	236

5.4. Расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям.	248
5.4.1. Возможные случаи разрушения элементов по наклонному сечению.	248
5.4.2. Проверка предельных состояний несущей способности при действии поперечных сил.	250
5.4.3. Назначение шага и диаметра поперечной арматуры.	253
5.4.4. Построение эпюры материалов.	255
5.5. Сущность предварительно напряженного железобетона.	258
5.5.1. Основные определения и область применения.	258
5.5.2. Способы создания предварительного напряжения.	260
5.5.3. Материалы для предварительно напряженных конструкций.	261
5.5.4. Потери предварительного напряжения в арматуре.	262
5.6. Плоские железобетонные конструкции.	264
5.6.1. Классификация перекрытий.	264
5.6.2. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами.	264
5.6.3. Монолитные ребристые перекрытия с плитами, опертыми по контуру.	268
5.6.4. Безбалочные перекрытия.	268
5.6.5. Расчет и конструирование пустотной плиты по предельному состоянию несущей способности.	270
5.6.6. Расчет и конструирование ребристой плиты по предельному состоянию несущей способности.	279
5.7. Расчет сжатых железобетонных элементов.	283
5.7.1. Сжатые элементы.	283
5.7.2. Колонны. Классификация колонн.	284
5.7.3. Проверка предельных состояний несущей способности сжатых железобетонных элементов в сечениях, нормальных к продольной оси элемента, при большом эксцентриситете.	286
5.7.4. Расчет и конструирование условно центрально-сжатой железобетонной колонны.	288
ГЛАВА 6. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ.	300
6.1. Общие сведения об основаниях, фундаментах и грунтах.	300
6.1.1. Грунты оснований, их виды, классификация, физические и механические свойства.	301
6.1.2. Состав грунтов.	303

6.2. Распределение напряжений в грунтах оснований.	
Расчет оснований	306
6.2.1. Распределение давления в массиве оснований	306
6.2.2. Природное и дополнительное давление.	307
6.2.3. Работа грунта под нагрузкой.	309
6.2.4. Понятие о расчете оснований по предельным состояниям	309
6.2.5. Понятие о сопротивлении грунта основания.	312
6.2.6. Последовательность проектирования оснований и фундаментов.	315
6.2.7. Метод послойного суммирования	317
6.3. Фундаменты неглубокого заложения на естественных основаниях	320
6.3.1. Общие сведения о фундаментах. Классификация фундаментов.	320
6.3.2. Конструктивные требования.	321
6.3.3. Расчет и конструирование центрально-нагруженного фундамента под колонну.	328
6.3.4. Расчет и конструирование ленточного фундамента	338
6.4. Свайные фундаменты.	343
6.4.1. Область применения и классификация свайных фундаментов	343
6.4.2. Понятие о расчете свайных фундаментов.	346
ЛИТЕРАТУРА.	349