

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Мосты и тоннели»

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 1-70 03 02
«Мосты, транспортные тоннели
и метрополитены»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. МЕТАЛЛЫ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ	17
1.1. Основные свойства металлов	17
1.2. Химический состав сталей.....	18
1.2.1. Структура стали.....	19
1.2.2. Термическая обработка стали	20
1.3. Классификация стали	21
1.4. Сортамент.....	23
2. РАБОТА МЕТАЛЛОВ ПОД НАГРУЗКОЙ	26
2.1. Работа металлов при одноосном напряженном состоянии.....	26
2.2. Работа металлов при концентрации напряжений.....	27
2.3. Работа металлов при повторяющихся нагрузках.....	29
3. ОСНОВЫ РАСЧЕТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ	32
3.1. Метод расчета по предельным состояниям.....	32
3.2. Нормативные и расчетные сопротивления материалов.....	33
3.3. Нагрузки и воздействия	34
3.4. Расчет центрально нагруженных элементов.....	37
3.5. Расчет изгибаемых элементов	39
3.5.1. Расчет на прочность при упругой работе металла	40
3.5.2. Расчет на прочность при упругопластической работе металла	42
3.6. Проверка общей устойчивости.....	44
3.7. Проверка жесткости	46
3.8. Расчет элементов, подверженных действию осевой силы с изгибом	46
3.8.1. Расчет на прочность при упругой работе металла	47
3.8.2. Расчет на прочность при упругопластической работе металла	48
3.8.3. Расчет на общую устойчивость в плоскости изгиба.....	49
3.9. Местная устойчивость металлических конструкций	52
3.10. Расчет металлических конструкций на усталость	54
3.11. Расчет элементов стальных конструкций на прочность с учетом хрупкого разрушения.....	55

4. СОЕДИНЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ	57
4.1. Болтовые соединения	57
4.1.1. Болтовые соединения на обычных болтах	57
4.1.2. Расчет соединений на обычных болтах	58
4.1.3. Болтовые соединения на высокопрочных болтах	61
4.1.4. Расчет сдвигоустойчивых соединений на высокопрочных болтах	62
4.1.5. Фланцевые соединения	64
4.2. Сварные соединения	64
4.2.1. Расчет сварных соединений с применением стыковых швов	65
4.2.2. Расчет сварных соединений с применением угловых швов	67
4.2.3. Конструктивные требования к сварным соединениям	69
4.3. Организация проектирования металлических конструкций	72
5. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛОЩАДОК	74
5.1. Типы технологических площадок	74
5.2. Расчет настила	75
5.3. Расчет балок настила (прокатных балок)	76
5.4. Расчет главных (составных) балок	77
5.4.1. Компоновка сечений составных балок	77
5.4.2. Изменение сечений составных балок	79
5.4.3. Расчет соединения пояса со стенкой	81
5.4.4. Расчет опорных частей балок	81
5.4.5. Проверка местной устойчивости стенки балок	83
5.5. Бистальные балки	85
5.6. Балки с перфорированной стенкой	86
5.7. Узлы сопряжений балок между собой	88
5.8. Центрально-сжатые колонны	90
5.8.1. Конструирование сплошностенчатых колонн	90
5.8.2. Расчет сплошностенчатых колонн	91
5.8.3. Конструирование сквозных колонн	92
5.8.4. Расчет сквозных колонн	93
5.8.5. Расчет соединительных деталей сквозных колонн	94

5.8.6. Конструктивные решения баз центрально-сжатых колонн	95
5.8.7. Расчет баз	98
5.8.8. Оголовки колонн. Узлы сопряжения колонн с балками	101
6. ФЕРМЫ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	108
6.1. Общая характеристика ферм	108
6.2. Определение усилий в стержнях ферм.....	111
6.3. Типы сечений стержней.....	113
6.4. Определение расчетных длин стержней ферм	115
6.5. Подбор сечений стержней ферм	116
6.6. Конструирование и расчет рядовых узлов ферм.....	117
6.7. Опорные узлы ферм	119
6.8. Монтажные узлы ферм	121
7. ОДНОЭТАЖНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ	123
7.1. Общая характеристика промзданий	123
7.2. Основы компоновочных и конструктивных решений	124
7.3. Конструктивные решения покрытий.....	125
7.4. Стены. Фахверк.....	127
7.5. Связи	129
7.6. Определение нагрузок на ПРЗ.....	133
8. МК ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	135
8.1. МК большепролетных покрытий	135
8.1.1. Область применения, особенности большепролетных покрытий	135
8.1.2. Арочные конструкции.....	141
8.1.3. Структуры	142
8.1.4. Оболочки двоякой кривизны	144
8.1.5. Вантовые мосты.....	145
8.2. Вантовые и висячие покрытия	147
8.2.1. Однопоясные вантовые покрытия	149
8.2.2. Двухпоясные вантовые покрытия	149
8.2.3. Тросовые фермы	151
8.2.4. Седловидные вантовые покрытия	152
8.2.5. Комбинированные системы.....	153
9. ПОДВЕСНЫЕ И ВАНТОВЫЕ МОСТЫ	155
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	160