

УДК 624.014

ББК 38.5

И49

Рецензенты:

профессор, д.т.н. *О. В. Мкртычев*;

заведующий кафедрой МДКБ,

профессор, д.т.н. *А. Р. Туснин*

Ильюшенков, А. О.

И49 Стальные сплошностенчатые центрально сжатые стержни с малыми эксцентриситетами: учеб. пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2024. – 206 с.

ISBN 978-5-4323-0521-3

Материал книги объясняет принципиальные вопросы теории продольного изгиба центрально сжатых стержней со случайными эксцентриситетами, природу геометрических несовершенств таких стержней, а также в подробностях раскрывает суть нормативного подхода определения коэффициента продольного изгиба согласно своду правил по стальным конструкциям СП 16.13330.2017 и его пособия СП 294.1325800.2017. В книге приводится сравнительный анализ теории и математического подхода к решению задачи о продольном изгибе, заложенных в нормах Еврокода и США. Книга рассчитана на инженеров промышленного и гражданского строительства, занимающихся расчетами и проектированием стальных строительных конструкций, может быть полезна студентам и аспирантам строительных вузов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство» и 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

ISBN 978-5-4323-0521-3

© Ильюшенков А. О., 2024

© Издательский дом АСВ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	5
Глава 1. Центральные сжатые стержни.....	6
1.1. Общие положения.....	6
1.2. Теория касательного модуля Энгессера.....	18
1.3. Теория приведенного модуля деформации.....	28
Глава 2. Центральные сжатые стержни с малыми эксцентриситетами по теории СП 16.13330.2017.....	35
2.1. Деформационная теория.....	35
2.2. Приближенное решение коэффициента продольного изгиба по СП 16.13330.2017.....	50
2.3. Точное решение коэффициента продольного изгиба φ	51
2.4. Точное решение коэффициента продольного изгиба по методу Соболева.....	52
2.5. Уточнение расчетной длины.....	53
2.6. Кривая устойчивости по СНиП II-23-81.....	60
2.7. Кривая устойчивости по нормам AISC.....	65
2.8. Теория случайного эксцентриситета e_0	71
2.9. Относительный эксцентриситет m_0	81
2.10. Модифицированное уравнение коэффициента продольного изгиба.....	95
2.11. Нормативные прогибы центрально сжатых колонн с начальными несовершенствами.....	98
2.12. Продольный изгиб центрально сжатых колонн с произвольными эксцентриситетами.....	108
Глава 3. Центральные сжатые стержни с малыми эксцентриситетами по теории Еврокода и США.....	119
3.1. Формула Айртона–Перри–Робертсона.....	119
3.2. Теория Дутейла.....	124
3.3. Кривые Европейской комиссии и Американского совета по исследованию устойчивости стальных конструкций.....	128
3.4. Сравнительный анализ геометрических несовершенств по нормам Еврокода и СП 16.13330.2017.....	132
3.5. Экспоненциальная формулировка коэффициента продольного изгиба Американских норм стального строительства.....	136
3.6. Формула Мерчанта–Ранкина–Гордона.....	141
3.7. Модифицированная формула Мерчанта–Ранкина.....	150
3.8. Форма поперечного сечения и остаточные напряжения.....	153
3.9. Остаточные напряжения в сварных конструкциях.....	160
3.10. Кривые высокопрочных сталей.....	162

Глава 4. Единые нелинейные системы.....	164
4.1. Общие сведения относительно пластического анализа.....	164
4.2. Пример расчета единой нелинейной системы.....	171
4.2.1. Исходные данные	171
4.2.2. Вычисление параметра расчетной нагрузки α_d	173
4.2.3. Вычисление параметра критической нагрузки α_e	174
4.2.4. Вычисление параметра нагрузки краевой текучности α_y	176
4.2.5. Вычисление параметра пластической усталости α_a	180
4.2.6. Вычисление параметра предельной пластической нагрузки α_{pl}	181
4.2.7. Параметр предельной нагрузки на раму α_u	186
Приложение 1	187
Приложение 2	192
Литература	199

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная книга представляет собой небольшое теоретическое исследование в области прочности и устойчивости стальных сплошно-стенчатых центрально сжатых стержней с малыми эксцентриситетами. Цель данного исследования – собрать воедино теорию и представить ее в форме последовательных решений. Ответить на ряд вопросов о том, как формировались нормативные решения, что этому предшествовало и что сегодня закреплено в СП 16.13330.2017. В книге особое внимание уделено: коэффициенту продольного изгиба φ ; коэффициенту надежности γ_e для стержней большой гибкости; нормативному прогибу n_0 ; относительному эксцентриситету, или обобщенному геометрическому несовершенству m_0 ; случайному эксцентриситету e_0 . Для всеобъемлющего понимания в дополнение рассматриваются теория Еврокода и нормы AISC США. В заключение приводится короткий экскурс по расчету единых нелинейных систем.

Книга разбита на четыре главы. Для того чтобы обеспечить последовательность изложения, первая глава предлагает читателю «выжимку» из учебного материала по центрально сжатым стержням. Вторая глава посвящена теории кривых устойчивости по СНИП П-23-81* и СП 16.13330.2017. Третья глава предлагает читателю познакомиться с деталями теории Еврокода и норм США. Дополнительно рассматриваются вопросы остаточных напряжений. Четвертая глава предлагает к рассмотрению расчет единой нелинейной системы на примере П-образной шарнирно опертой рамы. Цель четвертой главы – подвести итоги теоретического материала Еврокода, СП 16.13330.2017, а также рекомендаций по проектированию СП 294.1325800.2017. Обладая знаниями теории центрально сжатых стержней с малыми эксцентриситетами, читатель сможет получить представление и о нормативном расчете сквозных и внецентренно сжатых стержней согласно СП 16.13330.2017.

Книга содержит небольшую авторскую работу по модификации нескольких нормативных уравнений. Цель такой работы заключается в получении более «гибких» и интуитивно понятных уравнений для инженера. Работа проделана в строгом соответствии с теорией СП 16.13330.2017 и не допускает погрешностей выше инженерных в решениях для кривых устойчивости, коэффициента надежности и коэффициента продольного изгиба.