

УДК 624.014

ББК 38.54

C59

Соколов С. А.

C59 Критерии работоспособности металлических конструкций машин. Проектирование с применением МКЭ / Соколов Сергей Алексеевич / СПб.: Страта, 2023. — 202 с.

ISBN 978-5-907638-33-4

Использование традиционных критериев работоспособности сварных металлических конструкций машин при проектировании с применением МКЭ может приводить к неоптимальным решениям. В некоторых случаях такой подход влечет неоправданное завышение металлоемкости конструкции, а иногда приводит к снижению надежности. В монографии изложены методы адаптации критериев работоспособности металлических конструкций к применению при проектировании с использованием МКЭ. Рассмотрены критерии прочности, сопротивления усталости и упругой устойчивости элементов конструкций.

Представлена новая методика прогнозирования трещиностойкости конструкций в условиях отрицательных температур с учетом свойств материала, толщины проката и остаточных сварочных напряжений; методика расчета на сопротивление усталости по конструктивным напряжениям. Рассмотрено применение линейных и нелинейных численных методов анализа упругой устойчивости элементов конструкций.

Книга рассчитана на инженеров и специалистов, работающих в области проектирования, а также исследования работоспособности и долговечности металлических конструкций машин. Она также будет полезна студентам и аспирантам, обучающимся по машиностроительным специальностям, связанным с обеспечением надежности различных силовых машин и конструкций.

Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельцев.

All rights reserved. No parts of this publication can be reproduced, sold or transmitted by any means without permission of the publisher.

УДК 624.014

ББК 38.54

© Соколов С. А., текст, 2022

© «Страта», оформление, 2023

ISBN 978-5-907638-33-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Термины и определения.....	9
Сокращения	11
1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ	12
1.1. Металлические конструкции и условия их эксплуатации. 12	
1.2. Методы прогнозирования работоспособности.....	16
1.3. Моделирование напряженного состояния конструкции... 21	
2. ПРОЧНОСТЬ. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМАЦИЯМ	26
2.1. Общие положения.....	26
2.2. Анализ упругопластического напряженно- деформированного состояния конструкции	29
2.2.1. Моделирование диаграммы растяжения материала	29
2.2.2. Напряженно-деформированное состояние элементов конструкции.....	34
2.3. Рекомендации для инженерного расчета	43
2.3.1. Расчет основных элементов конструкции	43
2.3.2. Расчет сварных соединений	46
2.3.3. Малоцикловая усталость металлических конструкций	48
3. ПРОЧНОСТЬ. СОПРОТИВЛЕНИЕ ХРУПКОМУ РАЗРУШЕНИЮ	50
3.1. Общие положения.....	50
3.1.1. Защита конструкций от разрушения. Обзор	50
3.1.2. Концепция методики прогнозирования хрупкого разрушения	53
3.2. Напряженно-деформированное состояние материала в области вершины трещины.....	62
3.2.1. Модель напряженного состояния расчетной зоны.....	62
3.2.2. Исследование напряженно-деформированного состояния расчетной зоны	67
3.2.3. Система расчетных коэффициентов	74
3.2.4. Трещина в условиях сложного напряженного состояния... 83	
3.3. Параметры трещиностойкости стали	93
3.3.1. Предел текучести стали при отрицательных температурах.....	93

3.3.2. Расчетно-экспериментальное исследование хрупкого разрушения	97
3.3.3. Аналитическая оценка напряжения отрыва и размера зоны предразрушения	104
3.3.4. Расчетная оценка критического значения КИН	108
3.3.5. Проверка адекватности модели разрушения.....	110
3.3.6. Хрупкое разрушение детали с тупым концентратором	115
3.4. Рекомендации для инженерного расчета	121
3.4.2. Допустимая температура первого нагружения сварной конструкции с дефектом	124
3.4.3. Допустимый размер усталостной трещины.....	128
4. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ	132
4.1. Сопротивление усталости элементов конструкций	132
4.1.1. Основные положения и допущения	132
4.1.2. Расчет конструкций на сопротивление усталости.....	137
4.1.3. Расчет по конструктивным напряжениям	145
4.1.4. Сравнение методов и примеры расчета на сопротивление усталости.....	154
4.2. Циклическая трещиностойкость конструкций.....	158
4.2.1. Основные понятия и зависимости	158
4.2.2. Вычисление долговечности	162
4.3. Рекомендации для инженерного расчета	166
4.3.1. Общие положения	166
4.3.2. Структура расчета на сопротивления усталости	167
4.3.3. Структура расчета циклической трещиностойкости	168
5. УПРУГАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ	170
5.1. Общие положения	170
5.2. Аналитические методы	174
5.2.1. Расчет центрально сжатых стержней.....	174
5.2.2. Расчет пластин, нагруженных в срединной плоскости.	176
5.3. Численные методы анализа устойчивости	180
5.3.1. Алгоритм <i>Buckling</i>	180
5.3.2. Алгоритм <i>Nonlinear Static</i>	181
5.4. Рекомендации для инженерного расчета	185
5.4.1. Расчет по алгоритму <i>Buckling</i>	185
5.4.2. Расчет по алгоритму <i>Nonlinear Static</i>	188
Список литературы	189