

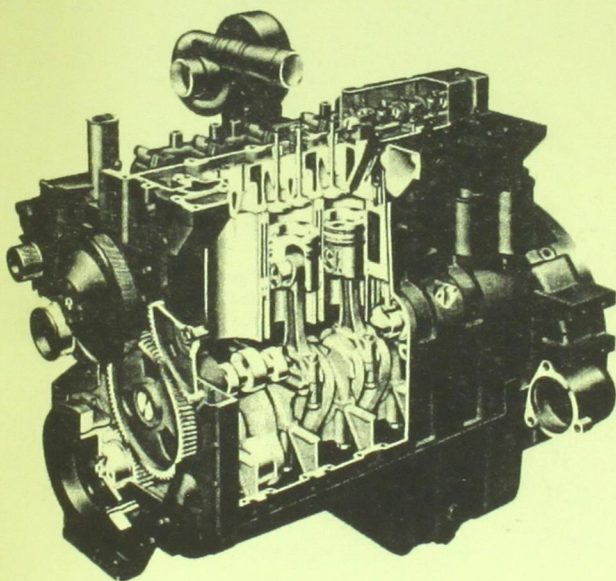
22-6082

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

А. Н. ГОЦ

НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебник



Владимир 2022

22-6082

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. Н. ГОЦ

НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебник



Владимир 2022

УДК 629.3:621.43

ББК 39.35

Г74

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры энергоустановок для транспорта и малой энергетики
Московского политехнического института
В. М. Фомин

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры автомобильного транспорта
Южно-Уральского государственного университета (НИУ)
К. В. Гаврилов

Доктор технических наук
специалист по сертификации
АО «Камешковский механический завод»
А. Р. Кульчицкий

Гоц, А. Н.

Г74 Надежность автомобильных и тракторных двигателей :
учебник / А. Н. Гоц ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. – 383 с.
ISBN 978-5-9984-1350-6

Рассмотрены общие положения теории надежности и методы расчета количественных характеристик надежности деталей и систем автомобильных и тракторных двигателей: безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохранности, комплексные показатели надежности. Даны рекомендации по прогнозированию технического состояния агрегатов и систем автомобильных и тракторных двигателей.

Предназначено для студентов дневной форм обучения направления 13.04.03 – Энергетическое машиностроение. Соответствует требованиям ФГОС 3++.

Табл. 20. Ил. 89. Библиогр.: 60 назв.

УДК 629.3:621.43

ББК 39.35

ISBN 978-5-9984-1350-6

© ВлГУ, 2022

© Гоц А. Н., 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РАСЧЕТЕ НАДЕЖНОСТИ МАШИН...	11
1.1. Общие понятия.....	11
1.2. Состояния и события, изучаемые в теории надежности.....	24
Вопросы для самопроверки.....	28
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕОРЕМЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ.....	30
2.1. Случайные события и случайные величины.....	30
2.2. Теорема сложения вероятностей.....	34
2.3. Теорема умножения вероятностей.....	38
2.4. Характеристики случайных величин.....	44
2.4.1. Закон распределения вероятностей случайной величины.....	44
2.4.2. Функция распределения вероятностей.....	46
2.4.3. Плотность распределения вероятностей.....	48
2.5. Генеральные числовые характеристики или параметры законов распределения.....	51
2.5.1. Основные понятия.....	51
2.5.2. Математическое ожидание.....	52
2.5.3. Дисперсия, мода и медиана случайной величины.....	55
2.5.4. Моменты случайной величины.....	58
Вопросы для самопроверки.....	59
ГЛАВА 3. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ.....	60
3.1. Общие сведения о критериях надежности.....	60
3.2. Количественные показатели безотказности.....	64
3.2.1. Общие понятия.....	64
3.2.2. Вероятность безотказной работы и отказа неремонтируемого объекта.....	71

3.2.3. Вероятность безотказной работы и отказа сложного объекта.....	74
3.2.4. Плотность распределения отказов объекта. Интенсивность отказов неремонтируемого объекта.....	76
3.2.5. Средняя наработка до отказа. Параметр потока отказов.....	82
3.3. Показатели долговечности.....	88
3.4. Показатели ремонтпригодности.....	94
3.5. Показатели сохраняемости.....	96
3.6. Комплексные показатели надежности.....	98
Вопросы для самопроверки.....	100
Задачи.....	100
ГЛАВА 4. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН.....	10
4.1. Общие сведения о законах распределения.....	10
4.2. Нормальное распределение.....	10
4.3. Экспоненциальное распределение.....	11
4.4. Распределение Вейбулла.....	11
4.5. Гамма-распределение.....	12
4.6. Логарифмически нормальное распределение.....	12
4.7. Биноминальное распределение.....	13
4.8. Распределение Пуассона.....	13
4.9. Определение по опытным данным закона распределения случайной величины.....	13
Вопросы для самопроверки.....	14
Задачи.....	14
ГЛАВА 5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	14
5.1. Основные понятия.....	14
5.2. Конструктивные методы обеспечения надежности.....	14
5.3. Методы обеспечения надежности двигателей в процессе производства.....	16
5.4. Обеспечения надежности двигателей в эксплуатации.....	17
Вопросы для самопроверки.....	17

ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	180
6.1. Общие сведения.....	180
6.2. Моделирование эксплуатационных режимов работы тракторных дизелей.....	181
6.3. Влияние на долговечность деталей ДВС неустановившихся режимов работы.....	185
6.4. Обеспечение надежности в эксплуатации деталей поршневых двигателей.....	191
6.4.1. Отказы коленчатых валов.....	191
6.4.2. Обеспечение надежности демпферов крутильных колебаний.....	194
6.4.3. Обеспечение надежности силовых резьбовых соединений.....	202
6.4.4. Эксплуатационная надежность подшипников скольжения.....	206
6.4.5. Причины разрушения головок цилиндров дизелей.....	208
6.4.6. Причины образования трещин в кромке камеры сгорания поршня дизеля	215
6.4.7. Методы повышения термостойкости поршней...	222
6.4.8. Методы повышения термостойкости головок цилиндров.....	228
Вопросы для самопроверки.....	233
ГЛАВА 7. ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ НА НАДЕЖНОСТЬ.....	234
7.1. Роль испытаний в управлении надежностью.....	234
7.2. Цели и виды испытаний.....	240
7.3. Краткий анализ испытаний на надежность. Обоснование числа объектов при испытании.....	247
7.4. Ускоренные испытания.....	254
7.5. Расчет долговечности деталей поршневого двигателя и их ускоренные испытания.....	268
7.5.1. Определение долговечности демпферов крутильных колебаний.....	268
7.5.2. Ускоренный метод оценки долговечности демпферов крутильных колебаний.....	271

7.5.3. Оценка долговечности коленчатых валов на стадии проектирования.....	279
7.5.3.1. Оценка усталостной долговечности на основе модифицированной гипотезы Кортена-Долана.....	279
7.5.3.2. Вероятностный метод расчета долговечности коленчатого вала.....	285
7.5.3.3. Безмоторные стенды для испытаний коленчатых валов на усталостную прочность.....	287
7.5.3.4. Результаты усталостных испытаний коленчатых валов дизеля Д-144 и их анализ.....	291
7.5.4. Ускоренные испытания поршней на термоусталостную прочность.....	294
7.5.4.1. Анализ результатов экспериментальных исследований.....	299
7.5.5. Ускоренные испытания головок цилиндров на термоусталостную прочность.....	301
7.5.5.1. Проведение исследований по термоциклированию головок цилиндров.....	306
Вопросы для самопроверки.....	309
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	310
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	311
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	316