



Александр Хрулев

Двигатели внутреннего сгорания: Экспертиза и анализ неисправностей Т.1

**Методы и средства экспертных
исследований**

 **LAMBERT**
Academic Publishing

Александр Хрулев

**Двигатели внутреннего
сгорания: Экспертиза и
анализ неисправностей Т.1**

Методы и средства экспертных исследований

LAP LAMBERT Academic Publishing RU

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L publishing group

120 High Road, East Finchley, London, N2 9ED, United Kingdom

Str. Armeneasca 28/1, office 1, Chisinau MD-2012, Republic of Moldova,

Europe

Printed at: see last page

ISBN: 978-620-6-15137-1

Copyright © Александр Хрулев

Copyright © 2023 Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L publishing group

Хрулев А.Э. Двигатели внутреннего сгорания: Экспертиза и анализ неисправностей. Монография в 2-х томах. Т.1. Методы и средства экспертных исследований. – Chisinau: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. – 429 с.

В первом томе книги подробно рассмотрены особенности экспертных исследований производственных дефектов и эксплуатационных повреждений двигателей внутреннего сгорания, в том числе, применительно к задачам судебной экспертизы, описаны все основные этапы, методы и технологические приемы экспертного исследования и практического определения технического состояния и причин неисправностей двигателей, приводится обширный справочный материал и результаты реальных экспертных исследований. Описан комплекс методов и методик безразборных исследований, который включает идентификацию двигателя, предварительное исследование на месте осмотра, отбор жидкостей, топлив и масел, а также диагностику, в том числе, по внешним признакам, среди которых стук и дымление, повышенный расход масла, состояние системы охлаждения. Уделено особое внимание инструментальной диагностике как важному этапу локализации причины неисправностей, описаны основные диагностические приборы, специальные технические средства, оборудование и инструменты, применяемые при экспертных исследованиях причин неисправностей двигателей, показаны принципы диагностирования, методы исследования. Отдельно изложены методики определения причин неисправностей путем разборки двигателя, описаны виды дефектов и повреждений деталей, методики контроля их размеров, формы и свойств материала.

A.E. Khrulev

**INTERNAL COMBUSTION ENGINES:
FAULT EXPERTISE AND ANALYSIS**

Volume 1

Methods and means of expert research

2023

Khrulev A.E. Internal Combustion Engines: Fault Expertise and Analysis. Monograph in 2 vol. V.1. Methods and means of expert research. – Chisinau: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. – 429 p.

The book volume one discusses in detail the features of expert studies of manufacturing defects and operational damage to internal combustion engines, including, in relation to the tasks of trial expertise. All the main stages, methods and technologies of expert research and practical determination of the technical condition and causes of engine faults are described, the extensive reference material and the results of real expert research are provided. A set of methods and techniques for in-place research is described, which includes engine identification, preliminary examination at the inspection site, taking away liquids, fuels and oils, as well as diagnostics, including external signs, knocking and smoking, increased oil consumption, cooling system condition, etc. Particular attention to instrumental diagnostics as an important stage in localizing the fault causes is paid, the main diagnostic devices, special technical means, equipment and tools used in expert studies of engine fault causes are described, the principles of diagnostics, methods for studying fuels and oils are shown, methods for checking spark and glow plugs, injectors and filters are given. Separately, the methods for determination the fault causes by the way of disassembling the engine, the types of part defects and damage, methods for controlling their size, shape and material properties are describe.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ..... | 11 |
| 1. Особенности исследований неисправности двигателя, их отличие от аналогичных исследований других систем транспортных средств | 13 |
| 2. Особенности организации и проведения исследования неисправности двигателя..... | 15 |
| 2.1. Общий порядок исследования технического состояния двигателя..... | 16 |
| 2.1.1. Получение предварительных сведений о двигателе и их анализ, подготовка к исследованию | 16 |
| 2.1.2. Идентификация двигателя и его деталей как объекта экспертизы..... | 19 |
| 2.1.3. Отбор проб жидкостей, топлив и масел | 22 |
| 2.1.4. Предварительное исследование двигателя на месте осмотра | 24 |
| 2.1.5. Проверка работы двигателя | 26 |
| 2.1.6. Работы по исследованию состояния узлов и деталей | 28 |
| 2.1.7. Отбор деталей для дальнейших исследований | 36 |
| 2.1.8. Заключительный этап исследования автомобиля/двигателя на месте осмотра | 36 |
| 2.2. Диагностика неисправности двигателя по внешним признакам | 37 |
| 2.2.1. Акустические признаки неисправности двигателя | 41 |
| 2.2.1.1. Некоторые закономерности акустических свойств двигателя..... | 43 |
| 2.2.1.2. Источники и причины стуков в двигателе | 49 |
| 2.2.1.3. Некоторые аспекты определения причин стука | 52 |
| 2.2.1.4. Особенности определения причин стука различными способами | 55 |
| 2.2.2. Дымность | 57 |
| 2.2.2.1. Белый дым | 58 |
| 2.2.2.2. Синий или сизый дым | 61 |
| 2.2.2.3. Черный дым | 66 |
| 2.2.3. Признаки повышенного расхода масла и его причины | 69 |
| 2.2.3.1. Какой расход масла считать повышенным? | 69 |
| 2.2.3.2. Общая характеристика причин, признаков и последствий увеличения расхода масла..... | 71 |
| 2.2.3.3. Основные источники потерь масла..... | 73 |
| 2.2.3.4. Расход масла, вызванный абразивным износом | 81 |
| 2.2.3.5. Расход масла вследствие повреждения деталей из-за нарушения смазки..... | 81 |

| | |
|---|-----|
| 2.2.3.6. Увеличение расхода масла при несоответствии его свойств двигателю..... | 83 |
| 2.2.3.7. Влияние ошибок при ремонте и производстве на расход масла ... | 86 |
| 2.2.4. Основные признаки нарушения температурного режима работы двигателя и потери охлаждающей жидкости..... | 91 |
| 2.2.4.1. Внешние признаки неисправности системы охлаждения и основные повреждения двигателя при перегреве | 93 |
| 2.2.4.2. Основные группы неисправностей системы охлаждения, вызывающих перегрев двигателя..... | 103 |
| 2.2.4.3. Потери охлаждающей жидкости | 105 |
| 2.2.4.4. Наружная негерметичность системы охлаждения | 106 |
| 2.2.4.5. Внутренняя негерметичность системы охлаждения..... | 108 |
| 2.2.7. Потери мощности, неустойчивая работа, повышенный расход топлива | 114 |
| 2.2.5.1. Что делать, если диагностика бессильна? | 115 |
| 2.2.5.2. Основные проблемы при попытке определения мощности двигателя..... | 119 |
| 2.2.5.3. Особенности измерения повышенного расхода топлива | 122 |
| 2.2.5.4. Роль базовых знаний основ диагностики в правильном определении неисправностей, связанных с потерей мощности, неустойчивой работой и повышенным расходом топлива..... | 125 |
| 2.2.6. Специфика внешних признаков неисправностей двигателя, в том числе, в начальный период эксплуатации | 128 |
| 2.2.6.1. Особенности проявления неисправностей двигателя после ремонта | 129 |
| 2.2.6.2. Специфика признаков производственных дефектов..... | 133 |
| 2.3. Инструментальная диагностика как этап локализации причины неисправности | 137 |
| 2.3.1. Приборы и средства инструментальной диагностики | 142 |
| 2.3.1.1. Простые автомобильные диагностические приборы | 144 |
| 2.3.1.2. Специальные технические средства, установки и приборы, применяемые при исследовании причин неисправностей двигателей | 155 |
| 2.3.2. Измерительный инструмент для проведения исследований. Общие требования к выбору и точность измерительных средств..... | 162 |
| 2.3.3. Техническая информация..... | 173 |
| 2.3.4. Электронная диагностика | 189 |
| 2.3.4.1. Роль электронной диагностики в исследовании причин неисправности двигателей | 190 |

| | |
|---|-----|
| 2.3.4.2. Средства электронной диагностики..... | 192 |
| 2.3.4.3. Основные принципы диагностирования системы управления двигателем с использованием сканера | 199 |
| 2.3.4.4. Особенности электронной диагностики при возникновении неисправностей механической части двигателя..... | 204 |
| 2.3.5. Методы безразборной диагностики механической части двигателя .. | 206 |
| 2.3.5.1. Диагностика неисправностей двигателя измерением компрессии в цилиндрах | 209 |
| 2.3.5.2. Эндоскопическое исследование | 217 |
| 2.3.5.3. Исследование топлива..... | 223 |
| 2.3.5.3.1. Основные свойства бензина | 226 |
| 2.3.5.3.2. Свойства дизельного топлива | 229 |
| 2.3.5.3.3. Особенности исследований топлива и их роль в определении причин неисправностей двигателей..... | 234 |
| 2.3.5.4. Исследование моторного масла | 245 |
| 2.3.5.4.1. Основные свойства моторного масла. | 247 |
| 2.3.5.4.2. Некоторые особенности классификации моторных масел современных ДВС..... | 253 |
| 2.3.5.4.3. Признаки применения масла несоответствующего качества | 259 |
| 2.3.5.4.4. Влияние состава и свойств топлива на процесс старения масла | 263 |
| 2.3.5.4.5. Общие принципы исследования причин неисправностей, связанных с качеством масла | 267 |
| 2.3.5.5. Вспомогательные проверки | 273 |
| 2.3.5.5.1. Особенности конструкции, работы и повреждений свечей зажигания..... | 273 |
| 2.3.5.5.2. Проверка состояния свечей накаливания дизельного двигателя | 284 |
| 2.3.5.5.3. Проверка состояния форсунок бензинового двигателя..... | 291 |
| 2.3.5.5.4. Проверка состояния фильтров | 294 |
| 2.4. Определение причин неисправностей путем разборки двигателя как заключительная стадия поиска | 303 |
| 2.4.1. Некоторые важные особенности разборки двигателя..... | 307 |
| 2.4.2. Основные виды повреждений деталей двигателя | 312 |
| 2.4.2.1. Разрушение от механической нагрузки..... | 312 |
| 2.4.2.1.1. Разрушение от перегрузки..... | 314 |
| 2.4.2.1.2. Усталостное разрушение | 317 |

| | |
|---|-----|
| 2.4.2.2. Тепловое повреждение | 327 |
| 2.4.2.3. Трение и изнашивание | 332 |
| 2.4.2.3.1. Режимы трения..... | 333 |
| 2.4.2.3.2. Основные виды изнашивания..... | 335 |
| 2.4.2.3.3. Особенности абразивного изнашивания в ДВС | 342 |
| 2.4.2.3.4. Виды абразивного повреждения поверхностей..... | 350 |
| 2.4.2.4. Коррозионное повреждение деталей двигателя | 355 |
| 2.4.3. Исследование внешнего вида деталей разобранного двигателя..... | 364 |
| 2.4.4. Методики контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей и осей деталей | 380 |
| 2.4.4.1. Вкладыши подшипников коленчатого вала..... | 382 |
| 2.4.4.2. Коленчатый вал | 385 |
| 2.4.4.3. Блок цилиндров..... | 387 |
| 2.4.4.4. Поршень и шатун | 389 |
| 2.4.4.5. Поршневые кольца..... | 393 |
| 2.4.4.6. Головка цилиндра | 393 |
| 2.4.4.7. Клапаны | 398 |
| 2.4.4.8. Прочие узлы и детали..... | 399 |
| 2.4.5. Исследование материала деталей..... | 402 |
| 2.5. Исследование истории транспортного средства как ключевого фактора для установления причины неисправности двигателя..... | 411 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 419 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 421 |

Книга составлена в двух томах. В первом томе книги подробно рассмотрены особенности экспертных исследований производственных дефектов и эксплуатационных повреждений двигателей внутреннего сгорания, в том числе, применительно к задачам судебной экспертизы, описаны все основные этапы, методы и технологические приемы экспертного исследования и практического определения технического состояния и причин неисправностей двигателей, приводится обширный справочный материал и результаты реальных экспертных исследований. Описан комплекс методов и методик безразборных исследований, который включает идентификацию двигателя, предварительное исследование на месте осмотра, отбор жидкостей, топлив и масел, а также диагностику, в том числе, по внешним признакам, среди которых стук и дымление, повышенный расход масла, состояние системы охлаждения. Уделено особое внимание инструментальной диагностике как важному этапу локализации причины неисправностей, описаны основные диагностические приборы, специальные технические средства, оборудование и инструменты, применяемые при экспертных исследованиях причин неисправностей двигателей, показаны принципы диагностирования, методы исследования.



Александр Хрулев – к.т.н., ст. науч. сотрудник, специалист в области неисправностей и ремонта автомобильных двигателей, автор 3 книг, 5 изобретений и более 180 статей, включая 30 научных, неоднократно выступал с докладами на научных конференциях, выполнил свыше 200 судебных экспертиз и экспертных исследований причин неисправностей двигателей.



ISBN: 978-620-6-15137-1