



Alexander Khrulev

Internal Combustion Engines: Fault Expertise and Analysis V.2

**Practical determination of fault
causes**



LAMBERT
Academic Publishing

A.E. Khrulev

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

Volume 2

Practical determination of fault causes

2023

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: 978-620-6-15367-2

Copyright © Александр Хрулев

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

Khrulev A.E. Internal Combustion Engines: Fault Expertise and Analysis. Monograph in 2 vol. V.2. Practical determination of fault causes. – Chisinau: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. – 562 p.

The book volume two described the operational engine faults, causes and features of damage and destruction of units and parts in operation. The main types of the damage caused by overloading, the use of inappropriate fuel, hydrolock from various liquids ingress into the cylinders, and impaired part cooling and lubrication are analyzed in detail. The impact of road conditions on operational failures, including temperature and humidity are shown, various types of external and internal pollution of engines, damage by corrosion, foreign objects and abrasive wear are considered. The influence of an abnormal change in the engine design to the faults, including the installation of non-standard parts, various methods of increasing power, and changing the type of fuel, is described. The methods for determination the failure causes by the features of damage to individual parts are given, the role of specialized sources is shown, as well as of the study of vehicle history to correctly determine the cause of the failure. Recommendations on the preparation of expert reports and conclusions, including an assessment of the cost of repair work to eliminate faults are given.

Александр Хрулев

Двигатели внутреннего сгорания: Экспертиза и анализ неисправностей Т.2

**Практическое определение причин
неисправностей**

LAP LAMBERT Academic Publishing

Хрулев А.Э. Двигатели внутреннего сгорания: Экспертиза и анализ неисправностей. Монография в 2-х томах. Т.2. Практическое определение причин неисправностей. – Chisinau: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. – 562 с.

Во втором томе книги рассмотрены эксплуатационные неисправности двигателей, причины и особенности повреждения и разрушения узлов и деталей в эксплуатации. Подробно проанализированы основные виды повреждений, вызываемых перегрузкой, использованием несоответствующего топлива, гидроударом от попадания в цилиндры различных жидкостей, нарушением охлаждения и смазки деталей. Показано влияние дорожных условий на эксплуатационные неисправности, включая температуру и влажность. Описано влияние нештатного изменения конструкции двигателя на неисправности, включая установку нештатных деталей, различных способов повышения мощности, изменения вида топлива. Приведены методики поиска причин неисправностей по характеру повреждений отдельных деталей, показана роль специализированной литературы и исследований истории транспортного средства для правильного установления причины отказа. Даны рекомендации по составлению экспертных отчетов и заключений, в том числе, с оценкой стоимости ремонтных работ по устранению неисправностей.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	11
1. Основные виды неисправностей двигателей и особенности их исследования.....	13
1.1. Особенности терминологии и ее влияние на исследование причин неисправностей двигателей.....	20
1.2. Влияние текущего состояния транспортного средства на источники неисправностей двигателя.....	31
1.2.1. Изменение состояния транспортного средства в производстве и эксплуатации.....	31
1.2.2. Влияние типа транспортного средства и двигателя на характер неисправности	39
1.3. Конструктивные и производственные дефекты двигателей	44
1.3.1. Конструктивные дефекты	46
1.3.2. Производственные дефекты.....	62
1.3.2.1. Нарушение технологии механической обработки деталей.....	64
1.3.2.2. Дефекты материала деталей	68
1.3.2.3. Нарушение технологии сборки двигателя	73
1.3.2.4. Дефекты, условно отнесенные к производственным	82
1.4. Дефекты вторичного (ремонтного) производства	86
1.4.1. Недостаточная квалификация персонала	92
1.4.2. Ошибки при диагностике неисправности	98
1.4.3. Нарушения технологии восстановления деталей.....	101
1.4.4. Нарушение технологии производства ремонтных работ.....	121
1.4.5. Применение некачественных запчастей и расходных материалов ...	138
1.4.6. Применение нештатных и некачественных масел и рабочих жидкостей.....	148
1.5. Эксплуатационные повреждения и неисправности.....	155
1.5.1. Превышение допустимой частоты вращения коленчатого вала двигателя.....	164
1.5.2. Использование несоответствующего топлива	176
1.5.2.1. Неисправности бензиновых двигателей, связанные с топливом.....	176
1.5.2.1.1. Прямое действие топлива на процесс сгорания	179
1.5.2.1.2. Характерные особенности детонационного повреждения двигателя.....	189
1.5.2.1.3. Особенности исследования повреждений двигателя от нарушения процесса сгорания.....	198

1.5.2.1.4. Некоторые аспекты прямого действия топлива на узлы и агрегаты топливной системы.....	202
1.5.2.1.5. Косвенное воздействие топлива на двигатель.....	205
1.5.2.1.6. Влияние топлива на каталитический нейтрализатор.....	213
1.5.2.2. Неисправности дизельных двигателей, вызванные топливом.....	223
1.5.2.2.1. Особенности процесса горения топлива в дизеле.....	224
1.5.2.2.2. Основные нарушения процесса горения в дизеле и их причины.....	227
1.5.3. Попадание жидкости в цилиндры (гидроудар).....	234
1.5.3.1. Процессы, происходящие в двигателе при гидроударе.....	237
1.5.3.2. Основные признаки гидроудара.....	245
1.5.3.3. Виды гидроудара.....	257
1.5.3.4. Оценка влияния гидроудара на узлы и агрегаты двигателя.....	266
1.5.3.5. Некоторые особенности ремонта двигателя после гидроудара...	269
1.5.4. Несвоевременный контроль уровня или утечка масла, нарушение смазки.....	270
1.5.4.1. Процесс повреждения подшипников при недостаточной смазке	271
1.5.4.2. Логика исследования повреждений деталей при наличии признаков нарушения смазки.....	287
1.5.4.3. Особые признаки нарушения смазки, помогающие локализовать причину.....	292
1.5.4.4. Причины падения уровня масла в эксплуатации.....	305
1.5.4.5. Пример расчета, подтверждающего расход масла и падение его уровня в эксплуатации.....	307
1.5.5. Несвоевременный контроль температуры, уровня или утечки охлаждающей жидкости, перегрев двигателя.....	312
1.5.5.1. Основные признаки неисправности системы охлаждения.....	314
1.5.5.2. Основные причины неисправностей узлов и деталей системы охлаждения.....	317
1.5.5.3. Аварийный режим работы системы при потере охлаждающей жидкости.....	322
1.5.5.3.1. Особенности устройства и работы системы охлаждения при вытекании охлаждающей жидкости.....	324
1.5.5.3.2. Определение расхода жидкости через пробойину в радиаторе.....	329
1.5.5.3.3. Нестационарный нагрев стенки камеры сгорания при нарушении охлаждения.....	332

1.5.5.3.4. Нестационарный нагрев поршня в цилиндре при нарушении охлаждения	335
1.5.5.3.5. Особенности работы системы контроля температуры при аварийном режиме работы системы охлаждения.....	338
1.5.6. Влияние дорожных условий на эксплуатационные повреждения и отказы	344
1.5.6.1. Влияние режимов работы двигателя на возникновение неисправностей	348
1.5.6.2. Погодные условия и их связь с неисправностями.....	356
1.5.6.2.1. Повреждения деталей, обусловленные их температурным расширением	356
1.5.6.2.2. Повреждения деталей из-за нарушения их смазки при изменении температуры окружающей среды.....	360
1.5.6.2.3. "Специальные" способы повреждения двигателя при низкой температуре	366
1.5.6.3. Наружное и внутреннее загрязнение двигателя и его систем.....	369
1.5.6.3.1. Загрязнение радиатора системы охлаждения	370
1.5.6.3.2. Внутреннее загрязнение двигателя.....	380
1.5.6.3.3. Загрязнение системы впуска	392
1.5.6.4. Повреждение двигателя посторонними предметами	394
1.5.6.4.1. Внешние эксплуатационные повреждения двигателя посторонними предметами	394
1.5.6.4.2. Внутренние повреждения двигателя посторонними предметами	397
1.5.7. Изнашивание двигателя в эксплуатации	402
1.5.7.1. Естественный износ.....	402
1.5.7.2. Абразивный износ.....	409
1.5.7.3. Особые случаи абразивного износа	416
1.5.7.3.1. Избирательный абразивный износ.....	416
1.5.7.3.2. Умышленное повреждение двигателя абразивным песком ...	427
1.5.7.4. Фильтрация и фильтры.....	433
1.5.7.4.1. Основные принципы фильтрации.....	435
1.5.7.4.2. Механизм поступления абразивных частиц в двигатель через воздушный фильтр.....	442
1.5.7.4.3. Особенности фильтрации топлива.....	448
1.6. Неисправности, возникающие в результате внесенных изменений в конструкцию двигателя	462

1.6.1. Применение нештатного воздушного фильтра.....	465
1.6.2. Повышение мощности путем изменения программы управления	470
1.4.3. Установка газобалонного оборудования	480
1.7. Особенности оценки стоимости ремонтных работ по устранению неисправности двигателя.....	491
2. Особенности определения причины неисправности двигателя по характеру повреждения, в том числе, отдельных деталей.....	506
2.1. Специализированные справочники повреждений деталей и типичные ошибки при их использовании	508
2.2. Методология определения причин неисправности ДВС по характеру повреждений	518
2.2.1. Тяжелые повреждения ДВС при различных видах разрушений деталей	519
2.2.1.1. Особенности разрушений, связанных с попаданием жидкости в цилиндр (гидроудар).....	522
2.2.1.2. Характер повреждений ДВС при разрушении выпускного клапана вследствие дефекта сборки	527
2.2.1.3. Повреждения, вызванные разрушением шатунного подшипника и шатуна вследствие нарушения смазки	530
2.2.1.4. Разрушения, вызванные дефектом поршневого пальца	531
2.2.2. Принципы построения методики определения причин тяжелых повреждений ДВС	535
3. Некоторые особенности подготовки заключения о причине неисправности двигателя	537
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	545
ЛИТЕРАТУРА.....	548

The book volume two described the operational engine faults, causes and features of damage and destruction of units and parts in operation. The main types of the damage caused by overloading, the use of inappropriate fuel, hydrolock from various liquids ingress into the cylinders, and impaired part cooling and lubrication are analyzed in detail. The impact of road conditions on operational failures, including temperature and humidity are shown, various types of external and internal pollution of engines, damage by corrosion, foreign objects and abrasive wear are considered. The influence of an abnormal change in the engine design to the faults, including the installation of non-standard parts, various methods of increasing power, and changing the type of fuel, is described. The methods for determination the failure causes by the features of damage to individual parts are given, the role of specialized sources is shown, as well as of the study of vehicle history to correctly determine the cause of the failure. Recommendations on the preparation of expert reports and conclusions, including an assessment of the cost of repair work to eliminate faults are given.



Alexander Khrulev – PhD, senior researcher, specialist in the field of malfunctions and repair of automobile engines, author of 3 books, 5 patents and more than 180 articles, including 30 scientific ones, repeatedly made reports at scientific conferences, performed over 200 expertises and expert studies of the causes of engine failures.



ISBN: 978-620-6-15367-2