

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
-------------------	---

ЧАСТЬ I.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТС	13
---	-----------

1. Необходимость проведения экспертизы технического состояния автотранспортных средств и их составных частей	14
2. Основные понятия в области технического состояния автотранспортных средств	20
2.1. Общие термины и определения	20
Термины и определения в отношении транспортных средств, их составных частей, качества и надежности	21
Термины в области эксплуатации техники, системы технического обслуживания и ремонта техники, в том числе и автомобильной.....	24
Термины и определения, используемые в экспертной деятельности	26
2.2. Классификация видов дефектов, повреждений, неисправностей и механизмы их возникновения	27
Виды дефектов и повреждений	28
Износ.....	28
Разрушение	34
Деформация	41
Коррозионные повреждения (разрушения)	45
Кавитационные повреждения	46
Эрозионные повреждения	47
Задир.....	48
Наслоение инородного материала	51
Расплавление материала	52
Выгорание материала (термическая деструкция).....	53
Изменение механических свойств материалов и изделий	54
Изменение электротехнических характеристик	54
Изменение оптических свойств изделий	55
Изменение иных свойств изделий	56
Повреждения покрытий	57
Литература.....	58
3. Общие вопросы экспертизы технического состояния транспортных средств	60
3.1. Предмет и объект экспертизы	61
3.2. Основные задачи экспертизы: идентификационные, диагностические (простые и сложные) и классификационные	61
3.3. Судебные и внесудебные экспертизы. Основания проведения и нормативные документы, регламентирующие проведение экспертизы	64
3.4. Виды судебных экспертиз – первичная, дополнительная, повторная, моноэкспертиза, комиссионная и комплексная экспертиза	66
3.5. Требования к эксперту.....	68
3.6. Права, обязанности и ответственность эксперта при проведении судебной и внесудебной экспертизы	70
3.7. Специалист, его роль, задачи, права, обязанности и ответственность	74
3.8. Выбор эксперта, экспертной организации, специалиста	77

3.9. Вопросы, которые ставятся при назначении экспертизы технического состояния транспортных средств. Вопросы, которые не следует ставить перед экспертом. Типичные ошибки при постановке вопросов	78
3.10. Лица, присутствующие при экспертизе.....	83
3.11. Основные стадии экспертного исследования	84
3.12. Идентификация транспортных средств и их частей как объектов экспертного исследования	86
3.13. Структура и содержание заключения эксперта при проведении судебной экспертизы и акта экспертного исследования при внесудебной экспертизе....	89
3.14. Выводы эксперта	91
3.15. Оценка заключения эксперта	92
4. Методы и средства экспертизы технического состояния узлов и систем автомобиля	96

ЧАСТЬ II.

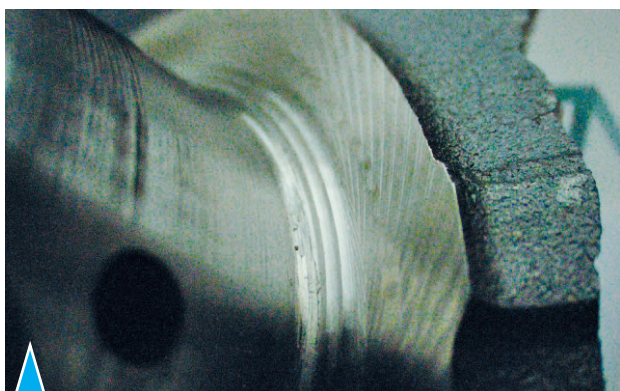
ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

УЗЛОВ И СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

5. Исследование технического состояния двигателя.....	102
5.1. Особенности исследований неисправности двигателя, их отличие от аналогичных исследований других систем транспортных средств.....	103
5.2. Особенности организации и проведения исследования неисправности двигателя	104
5.2.1. Общий порядок исследования технического состояния двигателя.....	105
5.2.2. Диагностика неисправности двигателя по внешним признакам	116
5.2.3. Инструментальная диагностика как этап локализации причины неисправности	166
5.2.4. Определение причин неисправностей путем разборки двигателя как заключительная стадия поиска	256
5.2.5. Исследование истории транспортного средства как ключевого фактора для установления причины неисправности двигателя	319
5.3. Основные виды неисправностей двигателей и особенности их исследования.....	324
5.3.1. Особенности терминологии и ее влияние на исследование причин неисправностей двигателей	328
5.3.2. Влияние текущего состояния транспортного средства на источники неисправностей двигателя	333
5.3.3. Конструктивные и производственные дефекты двигателей	340
5.3.4. Дефекты вторичного (ремонтного) производства	362
5.3.5. Эксплуатационные повреждения и неисправности	402
5.3.6. Неисправности, возникающие в результате внесения изменений в конструкцию двигателя.....	565
5.3.7. Особенности оценки стоимости ремонтных работ по устранению неисправности двигателя	580
5.4. Особенности определения причины неисправности двигателя по характеру повреждения, в том числе отдельных деталей.....	590
5.4.1. Специализированные справочники повреждений деталей и типичные ошибки при их использовании	590
5.4.2. Методология определения причин неисправности ДВС по характеру повреждений	596
5.5. Некоторые особенности подготовки заключения о причине неисправности двигателя	606
Литература.....	611
6. Автоматическая коробка передач.....	620
6.1. Введение	620
6.2. Функции автоматической коробки передач.....	621

6.3. Запрещение эксплуатации автомототранспортных средств.....	622
6.4. Признаки состояния автоматической коробки передач	623
6.5. Типы автоматических коробок передач	626
6.6. Начало исследования АКП.....	630
6.7. Общая диагностика транспортного средства.....	633
6.8. Углубленная диагностика транспортного средства	635
6.9. Дорожные испытания транспортного средства.....	640
6.9.1. Оценка качества переключения передач	641
6.9.2. Оценка шума при работе автомобиля	643
6.9.3. Оценка функционирования АКП	644
6.10. Поэлементная диагностика АКП.....	646
6.10.1. Узел соединения АКП с двигателем	646
6.10.2. Рабочая жидкость АКП.....	652
6.10.3. Гидродинамический трансформатор АКП	658
6.10.4. Насос АКП и его система питания	669
6.10.5. Система охлаждения и смазки АКП	680
6.10.6. Гидравлическая панель управления АКП.....	686
6.10.7. Подшипниковые узлы АКП	698
6.10.8. Механический редуктор АКП	704
6.10.9. Элементы гидравлических уплотнений АКП.....	720
6.10.10. Исполнительные механизмы АКП	727
6.10.11. Механизм блокировки АКП.....	752
6.10.12. Механизм управления АКП	753
6.10.13. Компьютерная система управления АКП	754
6.11. Нештатная эксплуатация АКП	757
6.12. Тяжелая эксплуатация автомобиля	759
6.13. Существенность неисправности АКП и оценка ее восстановления	762
6.14. Типичные ошибки экспертизы АКП.....	762
6.15. Общий порядок исследования АКП.....	765
6.16. Заключение	766
Литература.....	766
7. Экспертиза рулевого управления автомобиля	770
7.1. Требования, предъявляемые к рулевому управлению автомобиля.....	770
7.2. Суть претензий в отношении неисправности рулевого управления автомобиля и вопросы, которые ставятся перед экспертом	772
7.3. Методика исследования технического состояния рулевого управления	772
Наружный осмотр автомобиля, осмотр обитаемого помещения и моторного отсека автомобиля	773
Проверка технического состояния рулевого управления с помощью встроенной системы диагностирования	774
Проверка рулевого управления с электроусилителем с помощью специального диагностического оборудования	774
Исследование автомобиля на соответствие требованиям нормативных документов	775
Исследование рулевого управления автомобиля при испытаниях в дорожных условиях.....	780
Акустическое диагностирование рулевого управления	781
Оценка влияния рулевого управления на обеспечение прямолинейной траектории движения автомобиля, смещение рулевого колеса от нейтрального положения при движении по прямой.....	781
Литература.....	783

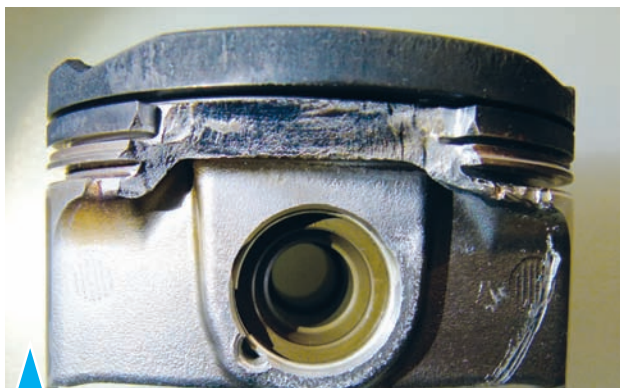
8. Экспертиза технического состояния тормозного управления автомобиля	784
8.1. Тормозное управление и тормозные системы транспортного средства	784
8.2. Общие требования, предъявляемые к тормозным системам автомобилей	785
8.3. Основные претензии к техническому состоянию тормозных систем и вопросы, которые ставятся перед экспертом	787
8.4. Исследование технического состояния рабочей тормозной системы автомобиля	787
8.5. Исследование технического состояния стояночной тормозной системы автомобиля	790
8.6. Исследование составных частей тормозных систем	791
Исследование гидравлического тормозного привода	791
Исследование органа управления рабочей тормозной системы	792
Исследование работоспособности вакуумного усилителя	793
Исследование тормозных механизмов	793
Исследование привода стояночной тормозной системы	795
Исследование работоспособности световых индикаторов и сигналов торможения	795
Исследование звуков, возникающих при работе тормозного управления	796
Литература	797
9. Экспертиза качества лакокрасочного покрытия	798
9.1. Термины и определения	798
9.2. Свойства лакокрасочных покрытий, виды дефектов и повреждений	801
9.3. Основные претензии в отношении лакокрасочного покрытия кузова автомобиля и вопросы, решаемые при диагностическом исследовании лакокрасочного покрытия	830
9.4. Требования к лакокрасочному покрытию кузовов и кабин автотранспортных средств и других их частей	833
9.5. Лакокрасочное покрытие кузовов и других элементов транспортных средств. Нанесение и формирование покрытия	836
9.6. Исследование структуры лакокрасочного покрытия	842
9.7. Исследование локализации повреждений лакокрасочного покрытия	848
9.8. Определение толщины лакокрасочного покрытия	851
9.9. Определение твердости лакокрасочного покрытия	857
9.10. Исследование адгезии лакокрасочного покрытия	861
9.11. Определение типа и исследование цвета лакокрасочного покрытия	873
9.12. Оценка блеска лакокрасочного покрытия	881
9.13. Определение меления лакокрасочного покрытия	882
Литература	883
ПРИЛОЖЕНИЯ.	
Примеры заключений эксперта	885
Приложение 1. Заключение эксперта о дефекте вторичного (ремонтного) производства двигателя	886
Приложение 2. Пример экспертизы АКП	930
Приложение 3. Пример экспертизы лакокрасочного покрытия	940



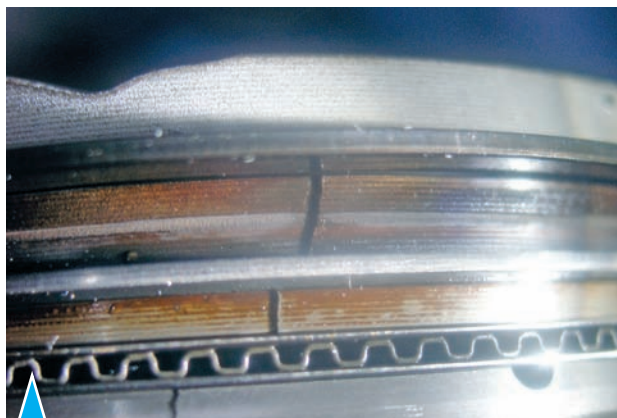
2.30. Снижение сопротивления усталости коленчатого вала в результате образования двойной галтели и грубой обработки поверхность галтели



2.31. Разрушение стержня клапана с отделением головки



2.32. Разрушение перемычек между канавками колец поршня в результате детонационного горения топливовоздушной смеси в цилиндре



2.33. Разрушение перемычек между канавками колец поршня



2.34. Разрушение поршня по канавке маслосъемного кольца (вид с внутренней стороны поршня)



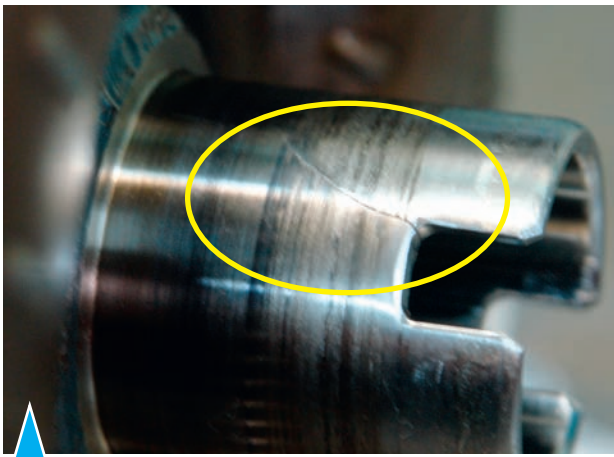
2.35. Разрушение поршня в результате ударов о головку цилиндров



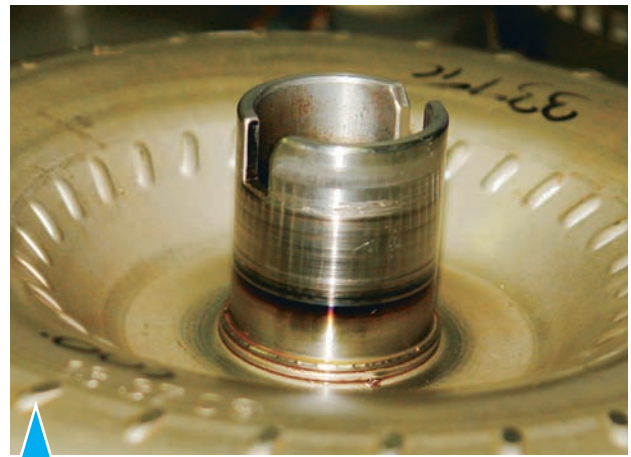
2.36. Разрушение поршня и поршневых колец



2.37. Разрушение компрессионного кольца



6.58. Трещина в ступице гидродинамического трансформатора



6.59. Деформированная ступица гидротрансформатора



6.60. Изношенный подшипник скольжения насоса



6.61. Разрушенный подшипник скольжения насоса



6.62. Разрушение приводных элементов (узов) ведущей шестерни насоса



6.63. Разрушение ведущей шестерни насоса

3.3. Разрушение ведущей шестерни насоса АКП, приводящейся во вращение ступицей ГДТ (илл. 6.62 и 6.63).

- Выражается разрушением приводящих элементов шестерни или самой шестерней. При этом автомобиль не может двигаться ни вперед ни назад, но двигатель практически всегда запускается стартером.

Следует указать, что никакие неисправности и дефекты АКП не могут привести к указанным разрушениям мембраны двигателя и частей ГДТ (пилота и ступицы). Эти разрушения (мембраны и гидротрансформатора) связаны с несоосностью

двигателя и АКП. При этом всегда происходит разрушение насоса АКП в той или иной мере. Поэтому разрушение насоса АКП является необходимым, но не достаточным фактом, который указывает на наличие несоосности соединения «двигатель – АКП».

Что же является причиной возникновения несоосности?

1. Износ (повреждение) коренных подшипников коленчатого вала двигателя.

- Происходит в процессе эксплуатации, и ответ на этот вопрос является задачей экспертизы двигателей.

ты, к которым можно присоединить манометр. Порты располагаются на картерных деталях АКП, а также иногда на гидравлической панели управления. В технической документации производителя указываются: расположение порта, значение контрольных давлений и режимы, при которых необходимо производить измерения. Какие же давления характеризуют работу гидравлической панели управления?

1.1. Главное (основное, линейное) давление.

- Обычно в технической документации указывается две величины этого давления: минимальная – при работе двигателя на холостом ходу и максимальная – при работе двигателя на оборотах, которые он развивает при специальном испытании – Стоповый режим (Stall-Test). Эти значения приводятся обычно для двух положений контроллера АКП: D и R. Температура жидкости в поддоне АКП при этих измерениях должна соответствовать нормальной рабочей температуре (80–90 °С). Минимальное значение главного давления практически во всех АКП находится в пределах 3–4 кг/см² (бывают и более высокие значения минимального давления, но не ниже). Разброс максимальных значений

главного давления значительно больше: для гидромеханических – 6–20 кг/см²; для вариаторных – 30–60 кг/см²; для механических с предварительным включением передач – 18–30 кг/см². Причем для гидромеханических передач значение главного давления на диапазоне R обычно отличается от значения на диапазоне D в 1,5–2,4 раза, иногда встречаются АКП где эти два давления равны.

1.2. Давление подпитки гидротрансформатора.

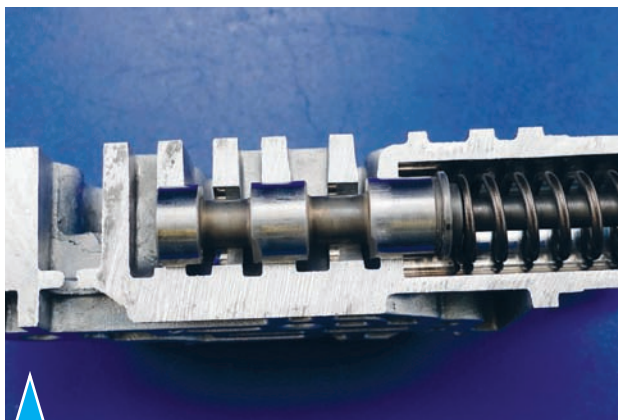
- Обычное значение этого давления составляет 3,5–5,2 кг/см². Если в процессе переключения передач в АКП это давление падает практически до нуля, это означает, что нарушен гидравлический баланс (перераспределение) жидкости в системе гидравлического управления АКП.

1.3. Давление в системе смазки (см. 6.10.5).

1.4. Давления в исполнительных механизмах (см. 6.10.10).

2. При снятой гидравлической панели управления проверить легкость перемещения золотников и их подвисяние (до которых есть возможность добраться).

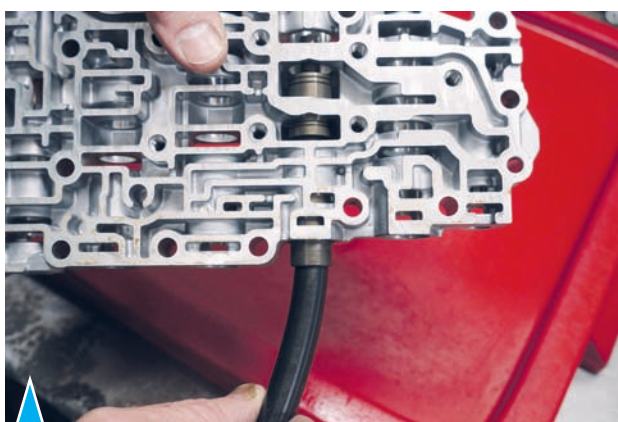
- Легкость перемещения золотников проверяется механическим воздействием на них



6.185. Конструктивное исполнение гидравлического клапана



6.186. Измерение давления в АКП



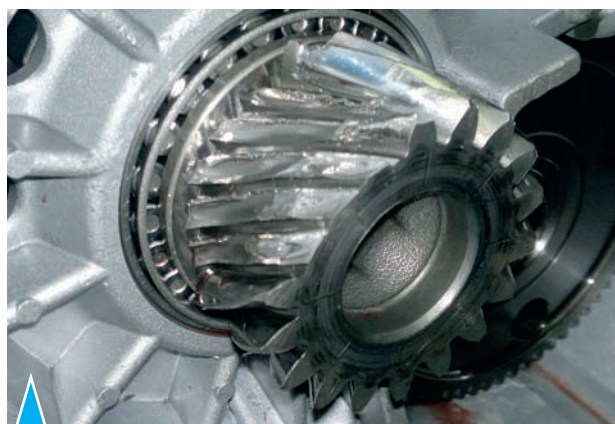
6.187. Проверка легкости перемещения золотников в постели клапана



6.188. Проверка работоспособности электрогидравлических клапанов



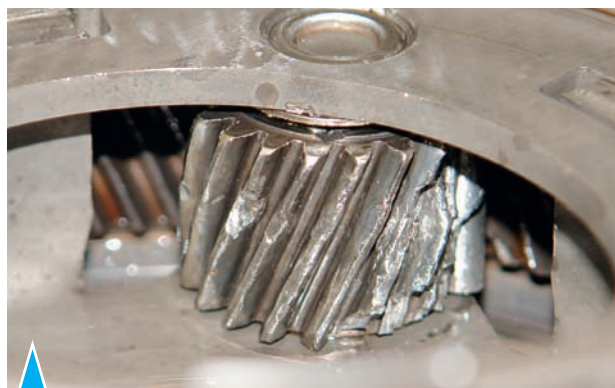
6.259. Разрушение зубьев при изгибе (вид 1)



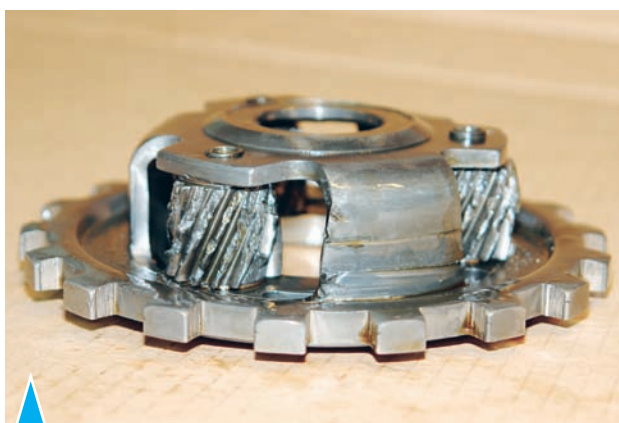
6.260. Разрушение зубьев при изгибе (вид 2)



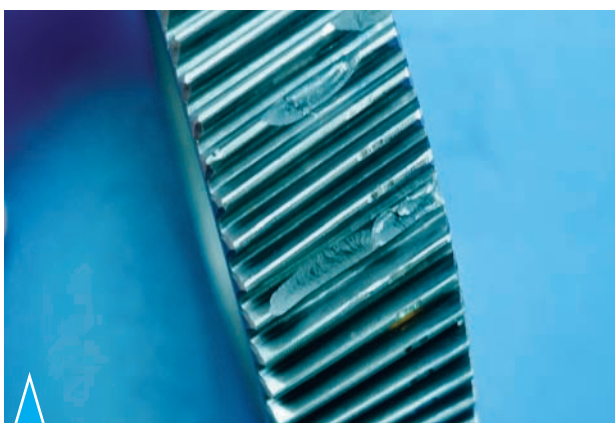
6.261. Разрушение зубьев из-за ударных нагрузок



6.262. Разрушение зубьев шестерни сателлитов в результате попадания инородных тел



6.263. Разрушение зубьев шестерен каретки в результате попадания инородных тел



6.264. Разрушение зубьев солнечной шестерни в результате попадания инородных тел

в оси сателлита этот зазор может составлять до 1 мм). Зазор между шестерней сателлита и его осью является недопустимым и определяется отсутствием качания шестерни сателлита относительно ее оси.

Какие же повреждения механических редукторов, построенных на простых зубчатых и планетарных передачах, встречаются применительно к автоматическим трансмиссиям?

1. Механические разрушения.
 - 1.1. Зубьев шестерен.

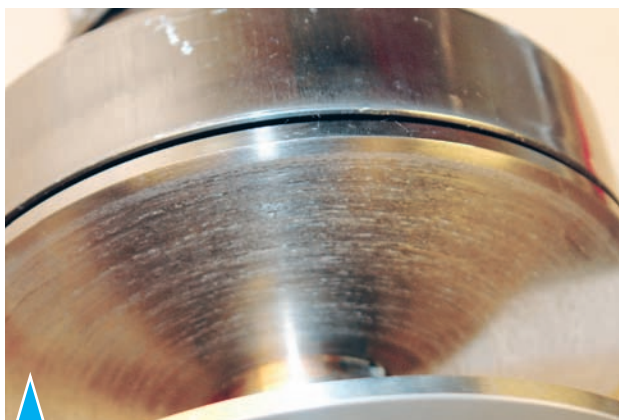
- Усталостное разрушение зубьев при изгибе (илл. 6.259 и 6.260).
- Мгновенные поломки из-за перегрузок, в том числе из-за ударных нагрузок, а также попадание в зацепление посторонних предметов (илл. 6.261–6.265).
- Разрушение зубьев и шестерен в результате недостаточной смазки. Обязательно сопровождается потерей твердости материалов шестерен и почернением поверхности деталей зубчатого зацепления (цвета побежалости) (илл. 6.266...6.270).



6.315. Разрушение конуса вариатора



6.316. Износ и задиры на конусной поверхности шкивов вариатора 1



6.317. Износ и задиры на конусной поверхности шкивов вариатора 2



6.318. Состояние конусных поверхностей шкивов вариатора, не имевших чрезмерного буксования



6.319. Износ направляющей подвижной части конуса шкива вариатора

- Относится к видам повреждений, соответствующим п. 2 и 3. Элементы ремня, цепи, передающие крутящий момент, при обычной штатной эксплуатации имеют равномерный износ поверхностей контактирующих с конусами шкивов. Критический естественный износ элементов обычно наступает после 200 тыс. км пробега.

В заключение укажем недостатки автомобиля, которые могут возникать при неисправности вариатора.

- Отсутствие движения автомобиля назад и вперед.

- Буксование АКП автомобиля с возможным появлением посторонних звуков, шумов из АКП, зависящих от нагрузки и не зависящих от направления движения автомобиля.
- Ударное и неплавное трогание автомобиля с места.

6.10.9 Элементы гидравлических уплотнений АКП

Гидравлические уплотнения – это очень важные элементы, обеспечивающие надежное функционирование гидравлической системы АКП. Назначение уплотнений состоит в том, чтобы препятствовать утечки жидкости, находящейся под некоторым давлением, через зазор между двумя поверхностями неподвижных или перемещающихся одна относительно другой деталями. Уплотнения, применяемые в АКП, бывают внутренними и внешними. Внутренние уплотнения препятствуют внутренним перетокам рабочей жидкости в АКП, но при этом они могут иметь допустимую величину утечки жидкости. В то же время внешние уплотнения, препятствующие вытеканию жидкости из агрегата, должны обеспечивать практически абсолютную герметичность. Нарушение заданной герметичности этих уплотнений приводит как к отказу в работе АКП, так и к запрещению эксплуатации автомобиля в целом (см. 6.3).



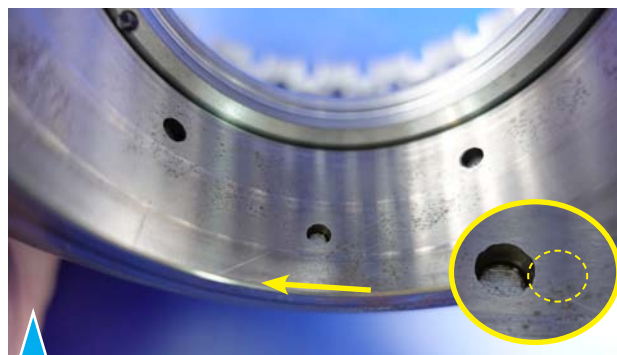
6.439. Разрушение пружины плавности пакета фрикционных дисков



6.440. Разрушение отжимных пружин сцепления



6.443. Разрушение привода тормозной ленты



6.444. Проворот втулки через отверстие которой осуществляется включение исполнительного элемента (магистраль питания может быть полностью или частично перекрытой).



6.441. Разрушение замковой части тройной тормозной ленты



6.442. Отрыв замковой части тонкой тормозной ленты

в различные магистрали. Проворот такой втулки в процессе эксплуатации АКП недопустим. Однако иногда такое происходит, и в результате питающая магистраль может быть полностью или частично перекрыта, что вызывает некорректную работу АКП.

3. Износ деталей и частей фрикционных муфт.

3.1. Износ корпусов муфт сцеплений в области работы уплотнительных колец (илл. 6.445).

- Этот износ приводит к утечке управляющего давления муфтой и, как следствие, к «сгоранию» фрикционных пар трения.

3.2. Износ корпусов и ступиц дисковых муфт по шлицевым соединениям с фрикционными дисками (илл. 6.446 и 6.447).

- Этот износ может приводить к заеданию фрикционных дисков при их перемещении под действием поршня муфты и, как следствие, к некорректному включению передач.

3.3. Износ, с последующим разрушением, зубьев фрикционных дисков в процессе своей работы (илл. 6.448).

- Этот износ никак не сказывается и не влияет на работу фрикционной муфты

Таблица 7.1. Допустимые величины усилий на рулевом колесе неподвижного автомобиля

№ п.п.	Категория транспортного средства	Усилие на рулевом колесе, Н	
		без усилителя рулевого управления	с усилителем рулевого управления
1	M ₁	200	60
2	M ₂	250	60
3	M ₃	350	250
4	N ₁	300	180
5	N ₂	350	180
6	N ₃	350	250

с гидравлическим или электрическим усилителем такая кинематическая связь сохраняется без каких-либо дополнительных устройств, так как усилитель только изменяет усилие, но не разрывает кинематическую связь элементов рулевого управления.

Прекращение энергопитания приводит к увеличению усилия на рулевом колесе, но работоспособность рулевого управления не нарушается.

Имеются конструкции рулевого управления, в которых связь входного и выходного вала усилителя осуществляется через ротор и статор

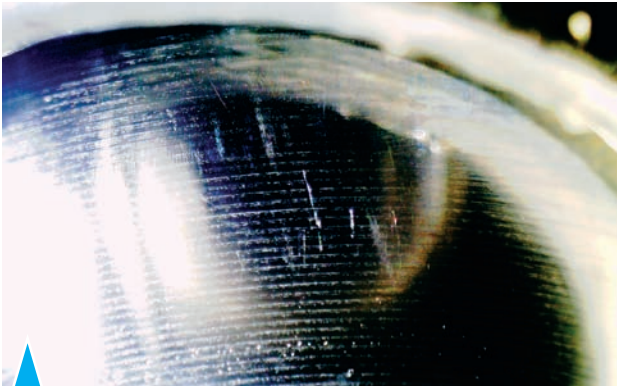
электродвигателя и редуктор с большим передаточным отношением (1:50 и более). При отключении электропитания работа электродвигателя прекращается, связь входного вала и выходного вала прерывается и вращение входного вала не приводит к вращению выходного вала. Чтобы исключить такой разрыв кинематической связи, в конструкцию усилителя включен специальный дополнительный механизм блокировки, состоящий из диска с пазами, рычага блокировки, пружины и управляющего соленоида.

На илл. 7.14 представлена схема механизма блокировки.

Входной вал соединен с корпусом электродвигателя, а выходной вал – с валом электродвигателя. При поступлении электропитания соленоид удерживает механизм блокировки от срабатывания, и связь входного и выходного валов осуществляется через ротор и статор электродвигателя. При отключении электропитания соленоид перестает удерживать рычаг механизма блокировки, под действием пружины происходит срабатывание механизма, и входной вал (корпус) и выходной вал соединяются механически. При исследовании рулевого управления такой конструкции необходимо проверить исправность механизма блокировки. При отключении электропитания



7.10. Нормальное состояние шарового шарнира рулевой тяги



7.11. На рабочей сферической поверхности шарнира рулевой тяги сохранился технологический микрорельеф



7.12. Коррозионные повреждения шарнира рулевой тяги в результате эксплуатации с разрушенным защитным чехлом



7.13. Коррозионные повреждения и глубокий износ рабочей поверхности шарнира рулевой тяги в результате эксплуатации с разрушенным защитным чехлом

А поскольку выяснить это для многих демонтированных деталей невозможно, профессиональный подход к исследованию предполагает, что детали, которые не имеют никаких признаков принадлежности к исследуемому автомобилю и не хранились должным образом, целесообразно вообще исключить из списка объектов исследования.

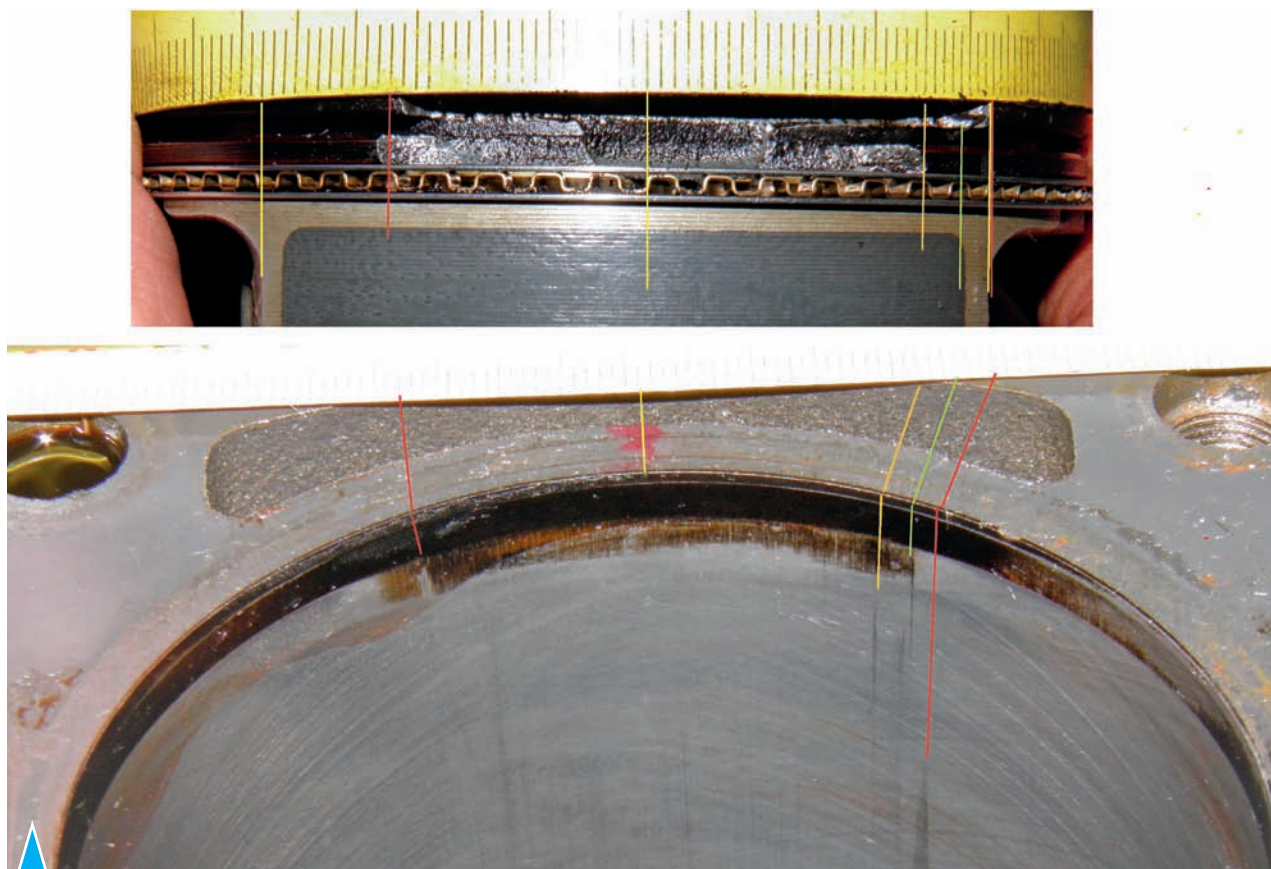
При исследовании неисправного двигателя автомобиля Chevrolet Kaptiva в рамках судебной экспертизы выяснилось, что головка блока и поврежденная шатунно-поршневая группа демонтированы и сложены в багажник автомобиля, все двери которого не опечатаны, а автомобиль находится на стоянке СТО. Владелец автомобиля, вероятно, после того как увидел это, утверждал, что все эти детали не от его автомобиля. Однако устранение деталей из объектов исследования исключало не только причину неисправности, но и саму неисправность, поскольку в двигателе не оказывалось неисправных деталей.

В связи с этим по требованию суда исследователем была предпринята попытка идентификации деталей по характерным следам. Для этого поршни и цилиндры блока фотографировались с разных сторон, после чего были сделаны развертки их поверхностей. В результате длительного и кропотливого исследования удалось установить, что два поршня из четырех совершенно

точно принадлежат исследуемому двигателю, еще один поршень, скорее всего, также принадлежит этому двигателю, в то время как принадлежность четвертого поршня установить так и не удалось.

Данный пример иллюстрирует не только типичную ситуацию на СТО, включая многие дилерские, когда спорный неисправный двигатель по совершенно неведомым причинам и неясно с какой целью разбирается (что там хотят увидеть, непонятно), после чего все детали навалом бросаются без принятия самых элементарных мер по их сохранности. Хуже, что тем самым исследователь вынужден либо исключать эти детали из объектов исследования, либо ходатайствовать о направлении их на специальную экспертизу (фактически речь идет о криминалистической экспертизе), либо, при наличии соответствующей квалификации (например, по специальности «Трассология»), тратить время и проводить дорогостоящие исследования. И все это только по причине того, что детали по невнятной причине были демонтированы и брошены как попало.

Те же самые проблемы могут касаться и некоторых документов, предоставляемых исследователю. Например, если ранее при проведении диагностики персоналом не были заполнены данные автомобиля в диагностической программе, то распечатка результатов диагностики также



5.1. Сопоставление характерных следов на поршне и цилиндре, позволивших идентифицировать принадлежность поршня данному цилиндру (для чего поршень на фото отображен зеркально).

на нагретые участки стенок. При длительной эксплуатации это может привести к возникновению трещин от термоусталости.

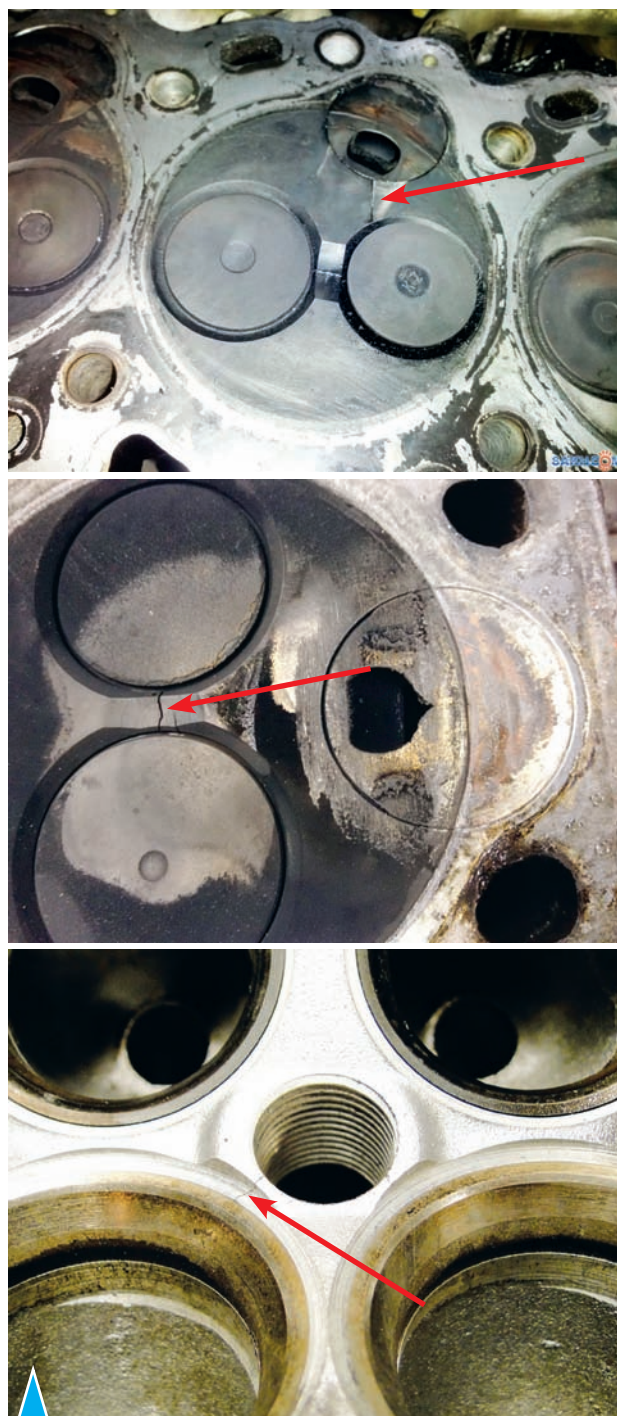
В бензиновых двигателях и дизелях с непосредственным впрыском трещины чаще встречаются между седлами выпускных клапанов и между седлом и отверстием свечи (или форсунки), в старых дизелях могли наблюдаться между седлами и/или седлом выпускного клапана и крышкой форкамеры. В чугунных головках иногда встречаются и трещины поперек седла выпускного клапана. Трещины возникают также в рубашке охлаждения, например, по постелям распределительного вала или по отверстиям болтов крепления головки блока.

Обычно потеря жидкости из-за нарушения уплотнения камеры сгорания возникает не сама по себе, как причина перегрева, а является следствием других неисправностей. То есть прогар прокладки головки, трещина в головке и гильзе цилиндра, деформации привалочной плоскости головки или блока могут быть следствием перегрева, предшествовавшего наблюдаемой неисправности. Определить, что подобная негерметичность имеет место, можно по запаху выхлопных газов в расширительном бачке, вытеканию антифриза из бачка при работе двигателя, быстрому повышению давления в системе охлаждения сразу после запуска, а также по характерной водомасляной эмульсии в картере. Но установить конкретно, с чем связана негерметичность, удастся, как правило, только после частичной разборки двигателя.

Действительно, основной признак данного вида негерметичности – изменение цвета моторного масла на характерный непрозрачный светло-коричневый, обычно называемый словом «эмульсия». Дополнительно при попадании жидкости в масло на верхней части двигателя под крышкой клапанного механизма и под крышкой масляналивной горловины также может собираться характерная пена. Однако следует иметь в виду, что данная проверка может ввести в заблуждение в холодное время года, когда такая пена образуется при естественной работе системы вентиляции и конденсации паров воды, содержащихся в картерных газах, на холодных стенках двигателя.

Помимо указанных причин, внутренняя негерметичность часто вызывается трещинами в стенках водомасляных теплообменников, а также образуется после некачественного ремонта двигателя в результате повреждения целостности масляных каналов (например, из-за трещины в масляном канале, расположенном у болта головки цилиндров). И хотя в этом случае происходит обратный процесс – выдавливание масла в охлаждающую жидкость, загрязнение жидкости маслом также вполне правомерно считать следствием внутренней негерметичности в двигателе.

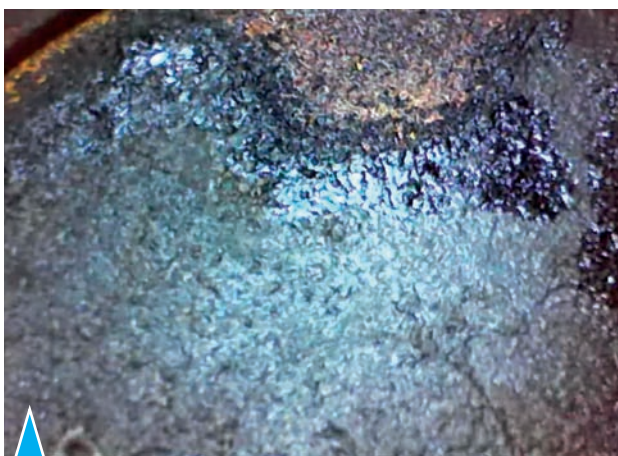
Все случаи внутренней негерметичности достаточно сложны для локализации и требуют специ-



5.47. Типичные трещины в ГБЦ: между седлами и форкамерой (вверху), между седлами (в центре), между седлом и отверстием под свечу (внизу)

ального оборудования. Чаще всего просто разобрать двигатель в надежде на то, что негерметичное место просто так удастся найти, бесполезно. Например, факт наличия масла в охлаждающей жидкости можно использовать для специальной проверки водомасляного теплообменника под давлением (опрессовка), однако в случае его герметичности определить место течи внутри двигателя будет совершенно непростым делом.

Не менее сложно определение причины внутренней негерметичности в системе охлаждения,



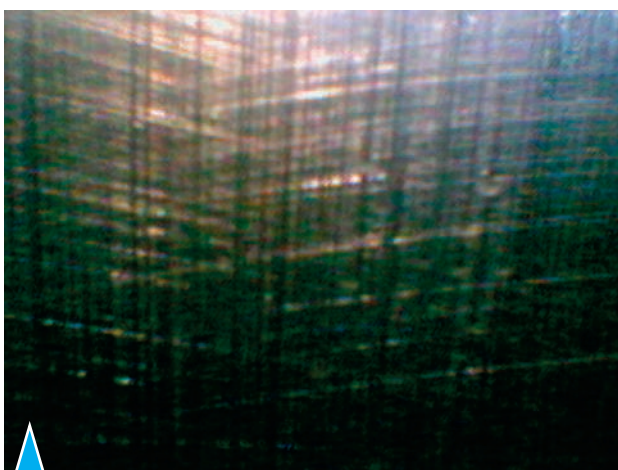
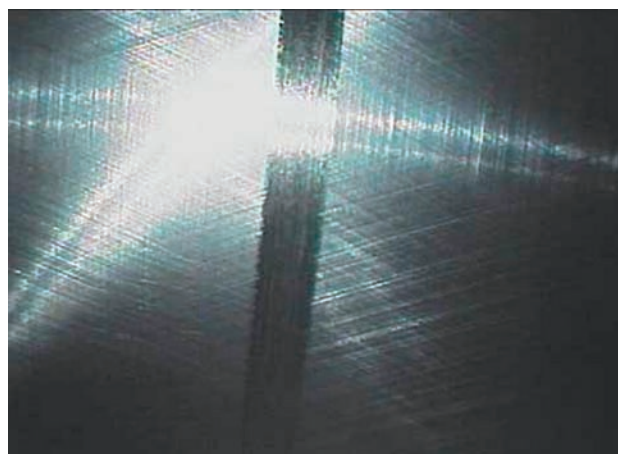
5.107. Прямой осмотр днища поршня с помощью эндоскопа позволяет выявить характер нагара и масла (слева), а также явные механические повреждения (справа)

различных повреждений, включая абразивный износ, попадание различных крупных частиц и предметов, а также задиры от нарушения смазки.

При осмотре цилиндра следует иметь в виду, что нередко эндоскоп дает увеличенную или даже преувеличенную картину повреждений стенки, в то время как реальный размер рисок и, соответственно, их влияние на работу двигателя может оказаться намного меньше их изображения. Поэтому, чтобы получить наиболее полную и досто-

верную картину, при осмотре следует в первую очередь обращать внимание на наличие масла на исследуемых поверхностях, для чего необходимо иметь возможность осмотреть самую верхнюю часть цилиндра и клапаны.

В самой верхней части цилиндра можно увидеть пояс нагара выше зоны работы поршневых колец. При нормальном состоянии деталей ЦПГ и клапанов зона нагара сухая, коричневого (у бензиновых двигателей) или черного (у дизелей) цвета. Как



5.108. Различные виды повреждений стенки цилиндра, хорошо видимые с помощью эндоскопа: риски от абразивных частиц на алюминиевом цилиндре (слева вверху), повреждение на чугунном цилиндре от попадания посторонних частиц, задиры (справа внизу)

В качестве примера следует привести наиболее часто встречающиеся попытки некоторых плохо подготовленных (а, возможно, и наоборот – наиболее «грамотных») исследователей связать «несвязуемое» – повреждения подшипников коленвала с детонацией от низкого октанового числа бензина. Более «продвинутым» и «тонким» ходом можно считать упомянутые выше попытки создания некоего негативного «образа» неправильной эксплуатации двигателя в целом как причины любой его неисправности, при наличии любых отклонений в топливе на момент исследования.

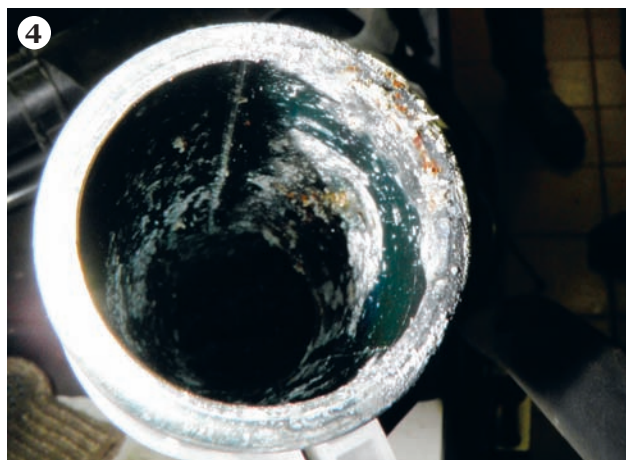
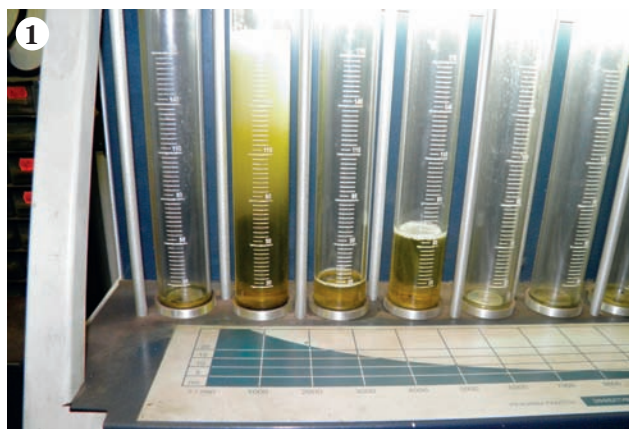
Хотя, надо отметить, что на практике встречаются и совсем удивительные случаи, так или иначе связанные с топливом...

В бензиновом двигателе 1,6 л совсем нового автомобиля малого класса через 1000 км после покупки обнаружили признаки серьезной неисправности, выразившиеся в неустойчивости работы и потере мощности. По прибытии на СТО дилера была взята и отправлена в соответствующую лабораторию на анализ проба топлива, однако стандартные тесты не выявили никаких отклонений. В то же время проверка форсунок показала, что они забиты каким-то белым веществом и практически потеряли работоспособность, а в топливном

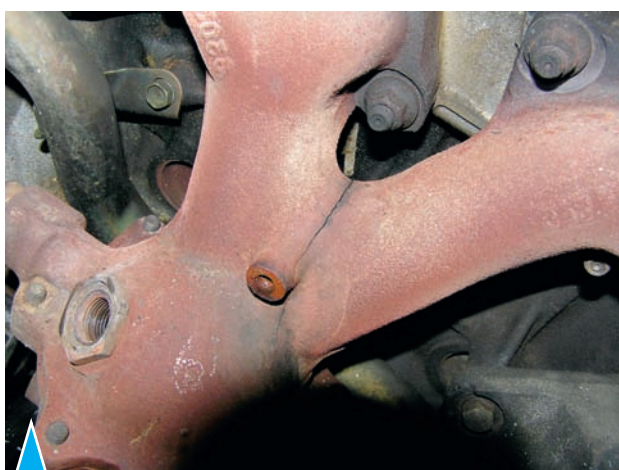
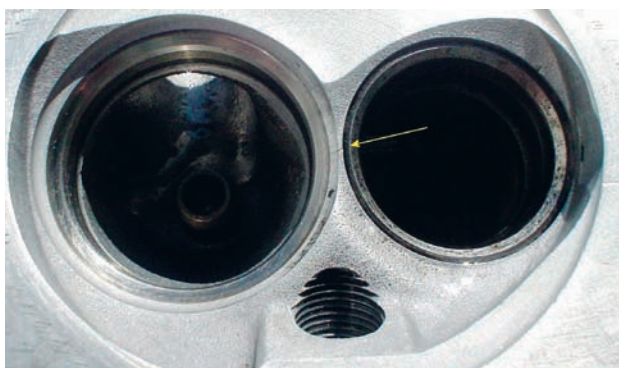
баке обнаружили сильную коррозию деталей и какую-то белую соль.

Попытки найти лабораторию, которая смогла бы исследовать данную соль и дать хотя бы какие-то данные о причине неисправности, не сразу, но увенчались успехом. Химики нашли не только вещество – оказалось, что это соль морской воды, но даже дали механизм, каким образом соль выводит из строя форсунки. Оказалось, что морская вода, располагаясь в небольшом количестве (достаточно и одного стакана) в нижней части бака, периодически на неровностях дороги взбалтывается и подхватывается заборником топлива, после чего очень мелко дробится в эмульсию в топливном насосе. Причем так мелко, что в виде микроскопических капель проходит через фильтр и поступает в топливopовод. Далее в процессе движения по нему бензин из этих капель постепенно забирает воду, а остающаяся соль в виде очень мелких кристаллов оседает в форсунках, довольно быстро приводя их в нерабочее состояние. Характерно, что процесс образования соли и ее осаждения в форсунках идет только при работе двигателя.

В процессе исследования причин неисправности был выполнен анализ всех известных данных с целью уточнения места и/или времени заливки морской воды в бак. Действительно,



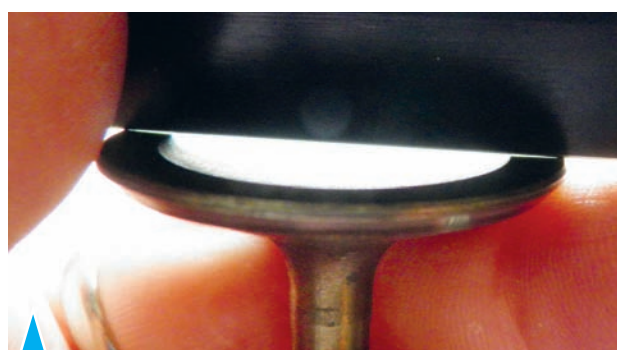
5.117. Последствия попадания в топливо морской воды: 1 – потеря работоспособности форсунок хорошо видна при их проверке на стенде; 2 – коррозия топливного насоса; 3 – соль морской воды на дне заборника топлива; 4 – заливная горловина бака со следами коррозии цинкового покрытия



5.163. Трещины термоусталости в головках блока цилиндров бензинового двигателя (вверху), дизеля (в центре) и в выпускном коллекторе (внизу)

многоцикловую термоусталость. Такой процесс связан с быстрым переходом от высоких температур продуктов сгорания к холодному воздуху и характерен для деталей, периодически омываемых выхлопными газами и холодным воздухом, — это головки цилиндров, поршни и впускные клапаны. Однако следует иметь в виду, что быстротечность процессов нагрева-охлаждения поверхностей сглаживается тепловой инерцией деталей, вследствие чего данный вид термоусталости может иметь значение только для низкооборотных двигателей (например, судовых).

При повышенных температурах материалы начинают подвергаться пластической деформации при статических нагрузках — они «ползут». Это в первую очередь относится к клапанам.



5.164. Ползучесть материала впускного клапана под действием высокой температуры, вызванной отказом системы регулирования подъема, стала причиной характерной «тюльпанообразной» деформации головки клапана

В качестве примера можно привести ползучесть материала впускного клапана при тепловом ударе, вызванном отказом системы регулирования подъема, что фактически нарушило охлаждение клапана.

Детали могут быть подвержены и термокоррозионной нагрузке, т.е. коррозии при воздействии высокой температуры, а также эрозии. Это прежде всего относится к рабочим фаскам выпускных клапанов и седел.

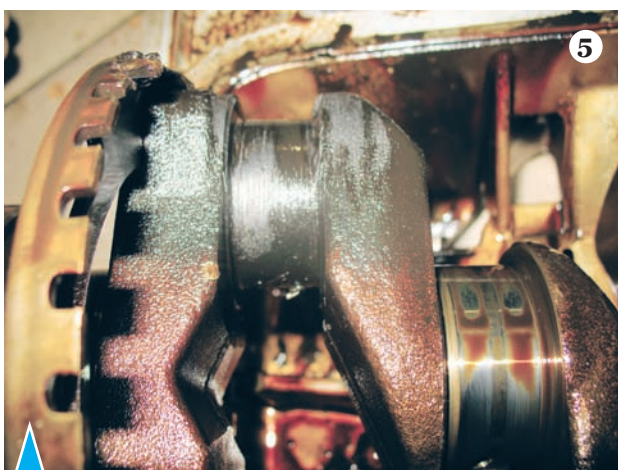
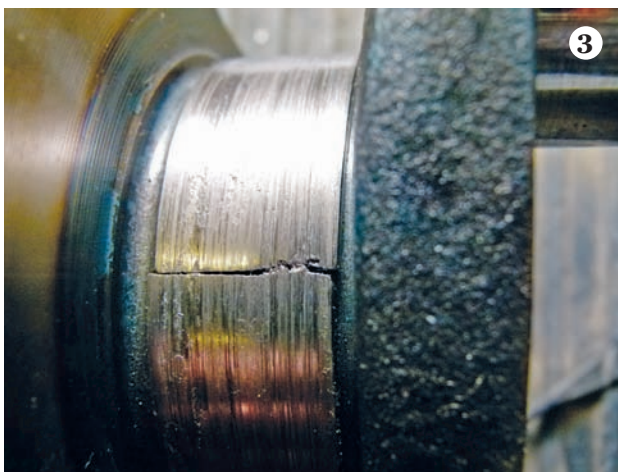
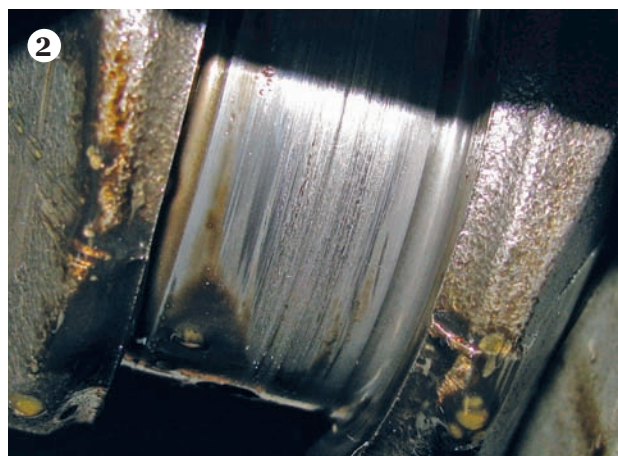
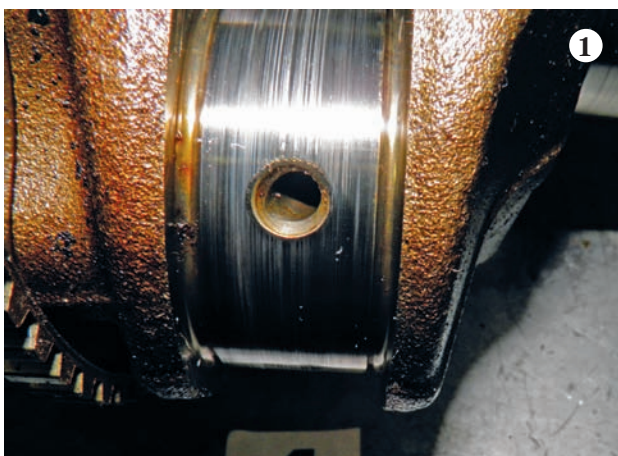
Во многих случаях аномальное тепловое воздействие на деталь видно невооруженным глазом. Чаще всего исследователь может зафиксировать изменение цвета перегретых зон — это могут быть цвета побежалости, потемнение



5.194. Основные виды повреждений поршней: 1 – абразивный износ; 2 – повреждение частицами; 3 – задиры; 4 – большой зазор в цилиндре (износ юбки); 5 – неправильная работа из-за деформации шатуна; 6 – низкокачественное масло; 7 – перегрев поршня или некачественное масло; 8 – размывание канавки при колебании сломанного поршневого кольца; 9 – детонация; 10 – перегрев поршня после поломки колец и/или перемычек; 11 – калильное зажигание; 12 – нарушение масляного охлаждения

Такой деталью, среди всех прочих деталей ДВС, является поршень. Нормально работавший поршень характеризуется следующими внешними особенностями:

- на каждой стороне юбки в средней и нижней ее части имеются заметные области контакта с цилиндром в виде заметного блеска, или, наоборот, матовости, измененного цвета, частично стертого антифрикционного покрытия (при его наличии);
- эти области имеют строго симметричный характер относительно вертикальной оси, проходящей через середину поверхности юбки с каждой ее стороны;
- днище и уплотнительный пояс должны быть равномерно покрыты сухим темным нагаром;
- в канавках для колец их верхние и нижние поверхности должны быть блестящими или по крайней мере иметь ровный матовый цвет от работы поршневых колец;
- в отверстии под поршневой палец аналогично должны быть следы работы пальца, преимущественно в верхней части отверстия (обращенной к днищу поршня);
- на внутренней поверхности днища может лежать сравнительно тонкий (прозрачный) нагар различных оттенков коричневого цвета. Никаких иных следов взаимодействия на наружной поверхности быть не должно.



5.346. Стадии повреждения вала при недостаточной смазке: 1 – начальная стадия с переносом материала вкладыша на вал; 2 – то же с задирами; 3 – приваривание вкладышей к валу с заклиниванием и проворачиванием вкладышей в постели; 4 – износ шейки от нештатной работы по стальной основе вкладышей; 5 – перегрев шейки, 6 – повреждение шейки после разрушения вкладышей и кривошипной головки шатуна

дополнительную силу сопротивления, сопутствующую разрушению вкладышей.

Работа с нарушением смазки всегда характеризуется ростом температуры подшипника, и на деталях всегда есть признаки поверхностного перегрева. Так, на вкладышах могут наблюдаться блестящие участки и отслаивание покрытия, вызванные комплексным воздействием нагрузки и повышенной температуры. Нередко поверхность шейки и примыкающих к ней противовесов

коленвала имеют характерный цвет металла, подвергнутого нагреву до очень высокой температуры (свыше 300–400° С), с последующим медленным охлаждением. Кроме того, в смазочном отверстии шейки, а также на противовесах вала вблизи нее могут даже отсутствовать нагар и следы коксования масла. Это означает, что в процессе сильного нагрева шейки поступления масла не было, или оно имело незначительный характер. Возможно также, что температура шейки была настолько

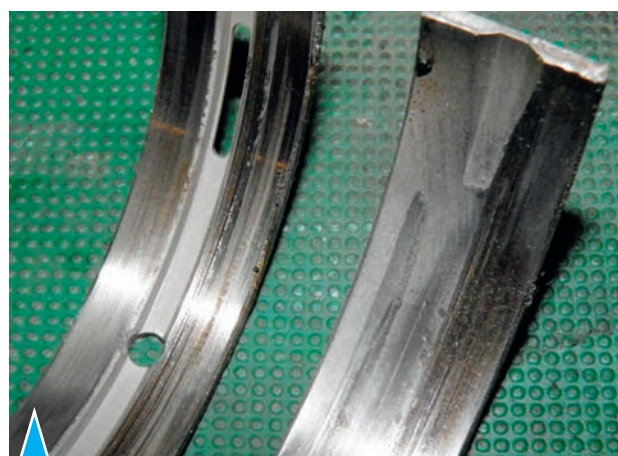
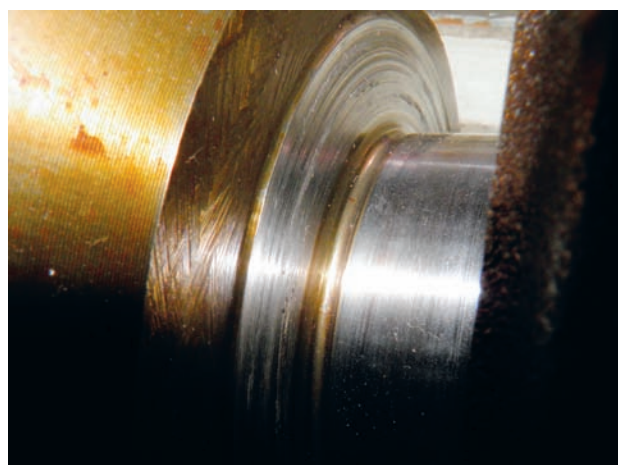
практики представляют более распространенные эксплуатационные причины повреждения подшипников, а именно:

- 1) производственные (вторичного производства) – связанные с техническим обслуживанием или ремонтом двигателя и влияющие на подачу масла в ДВС (в том числе неправильно установленные и/или затянутые сливные пробки, фильтры, фланцы, сальники и др.);
- 2) эксплуатационные – вследствие недостаточного количества и/или нарушения подачи масла в двигателе в отдельные периоды его эксплуатации, вызванные ошибками при эксплуатации двигателя (недосмотр за уровнем масла, несвоевременная замена масла и т.д.);
- 3) производственные или эксплуатационные – связанные с изменением свойств масла, от применения несоответствующего условиям эксплуатации масла до его разжижения охлаждающей жидкостью или топливом в результате различных неисправностей, как эксплуатационных, так и производственных.

Для того чтобы найти действительную причину, полезно отвлечься от известных схем и штампов и просто представить все возможные основные причины, по которым может быть уменьшена и/или нарушена подача масла к узлам трения в двигателе. Такие причины весьма многочисленны и прямо следуют из анализа работы системы смазки ДВС, в том числе это:

- неисправности маслоснасоса, включая его износ;
- заклинивание редукционного клапана в открытом положении;
- заклинивание редукционного клапана в закрытом положении и потеря герметичности системы вследствие чрезмерного давления (например, выдавливание уплотнительной резинки из-под масляного фильтра);
- образование отложений и загрязнение сетки маслоприемника частицами вследствие применения масла несоответствующего качества;
- то же, при чрезмерных сроках межсервисных интервалов;
- деформация поддона картера при наезде на препятствие и перекрытие сетки маслоприемника;
- низкий уровень масла из-за расхода или течи при отсутствии своевременного контроля;
- неблагоприятные погодные условия (чрезмерно низкая температура окружающей среды), сопровождаемые применением масла несоответствующего класса вязкости;
- разжижение масла охлаждающей жидкостью или топливом;
- конструктивно-производственные особенности двигателя, способствующие возникновению неисправностей при определенных условиях эксплуатации.

При анализе имеющихся признаков необходимо иметь в виду, что доказательство низкого уровня масла как причины эксплуатационной

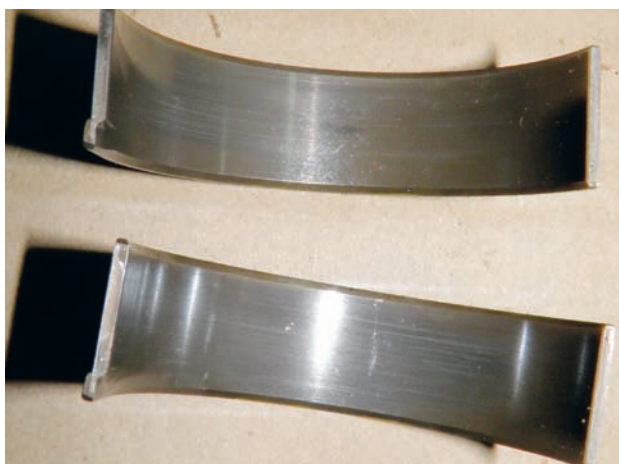


5.357. «Масляное голодание» вследствие ремонтного производственного дефекта – неправильной (наоборот) установки полукольца упорного подшипника коленвала при ремонте двигателя. Несмотря на нормальное количество масла и его нормальную подачу, двигатель заклинил через 1500 км после ремонта, при этом были повреждены само полукольцо, упорная поверхность коленвала и коренные вкладыши

неисправности двигателя может быть выполнено только «от противного», т.е. путем проведения полного и скрупулезного анализа всех возможных причин и сравнения их признаков с имеющимися. Эта особенность и, соответственно, повышенная сложность исследований данного типа связана с тем, что исследователь не сидит рядом с водителем во время поездок и не может проверить уровень масла в какие-либо моменты – исследователь видит только последствия эксплу-

на которую почему-то вообще не обратил внимания специалист.

В результате дело «о низком уровне масла» ушло в суд. При исследовании причины неисправности двигатель пришлось полностью разобрать, потому что иначе невозможно было проверить состояние всех вкладышей. Далее выяснилось, что ни на каком другом, кроме поврежденного, подшипнике коленвала, а также



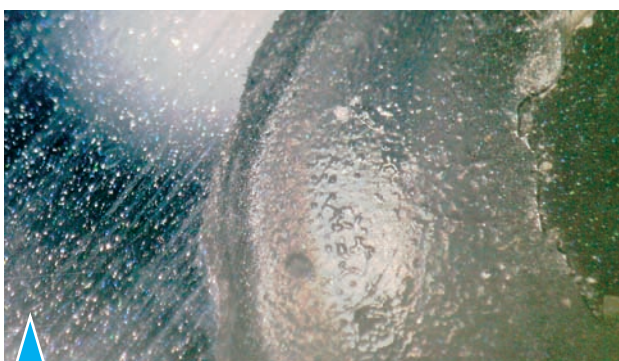
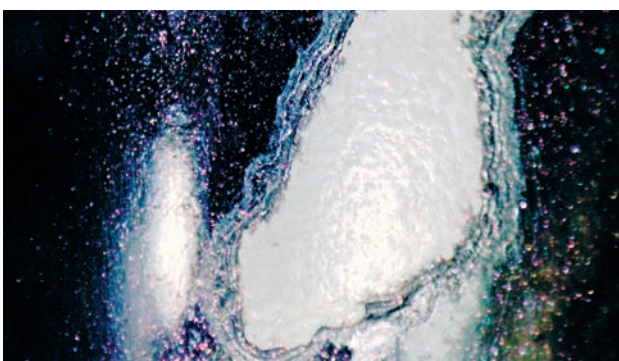
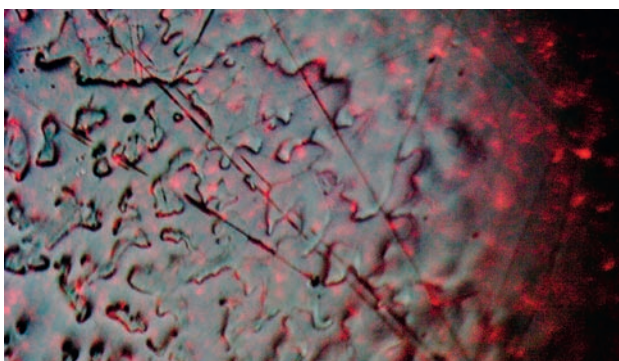
5.465. Никакие другие подшипники – ни коренные (вверху), ни шатунные (в центре), не имели никаких повреждений, а об отсутствии чрезмерных нагрузок на двигатель свидетельствовало состояние тормозных дисков (внизу)

в подшипниках распрадалов вообще нет и намека на какие-то повреждения от недостатка масла. Это свидетельствовало о том, что нарушение смазки было локальным и случилось непосредственно только в данном подшипнике.

Поскольку владелец ни ключом зажигания, ни педалью газа так локально воздействовать на двигатель не мог, а масло имело вязкость, соответствующую маслу первой заливки (для проверки, проведенной «на всякий случай», пришлось обращаться в суд для привлечения к исследованию специализированной лаборатории), причина неисправности оказалась в чрезмерно малом сборочном зазоре в шатунном подшипнике или в каком-то дефекте самого вкладыша подшипника. Чему способствовала довольно низкая температура на улице (около -18°C) в день поломки. Выяснить же точно, что на самом деле случилось с подшипником, так и не удалось в связи с сильным повреждением самого вкладыша, однако то, что причина является производственной и связана с производственным дефектом подшипника, удалось установить совершенно точно.

Надо отметить, что производители комплектующих иногда все же намекают на производственные дефекты. Например, о поломках перемычек между кольцами в справочнике написано: «Причиной поломки перемычек между канавками являются не дефекты материала, а чрезмерная нагрузка на материал». Это значит, что производитель уже давно знает о том, что может придумать иной «грамотный», и заранее его предупреждает – при поломке перемычек на поршне надеяться на то, что причина может быть как-то связана с производственным дефектом материала, исследователю не имеет никакого смысла. Во избежание бесполезной траты денег и времени. То есть исследовать материал бесполезно, он в любом случае будет нормальной прочности – надо исследовать те причины, которые вызвали дополнительные нагрузки на этот материал. И дает список причин, по которым могла случиться перегрузка.

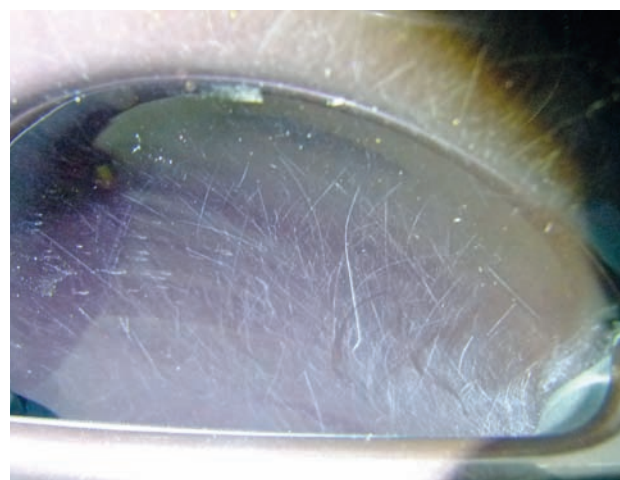
Что ж, спасибо производителю – такая информация действительно остановит многих «грамотных» и «продвинутых» (хотя и не всех). Но чаще для многих видов повреждений никаких указаний нет – большинство повреждений деталей описаны скорее как следствие эксплуатационных повреждений или дефектов ремонтного, но никак не первичного производства. Про которое вообще нет практически ничего. Нигде. Что в целом понятно – специализированные справочники повреждений деталей составляют производители этой продукции, и любое упоминание в них производственного дефекта позволит всем «грамотным» легко обосновать такой дефект. А потом «пострадавшей» стороне – предъявить претензии. Причем для обоснования «производственной» причины



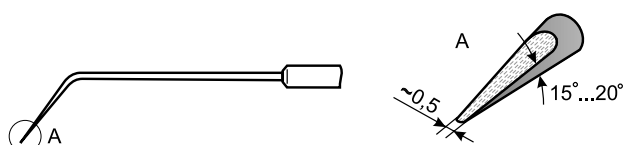
9.2.108–9.2.112. Повреждения лакокрасочного покрытия в результате воздействия агрессивных жидкостей

Царапины (п. 45) являются наиболее распространенным видом повреждений лакокрасочного покрытия. Возникновение царапин вызвано динамическим контактом лакокрасочного покрытия с объектом, имеющим острые кромки или вершины. Царапины различаются по глубине, длине, конфигурации, направленности и местам расположения. Наибольшее количество мелких по глубине царапин возникает в углублении под наружной ручкой двери со стороны водителя (илл. 9.2.113, 9.2.114). По глубине царапины могут быть в пределах слоя лака (мелкие по глубине царапины), до слоя эмали, до грунтовочных слоев или на всю глубину лакокрасочного покрытия до окрашенной поверхности металла или пластика. Царапины на деталях из полимерного материала могут не только разрушать все слои лакокрасочного покрытия, но и глубоко повреждать поверхность пластика. На металлических окрашенных деталях также можно наблюдать царапину не только на лакокрасочном покрытии, но и на поверхности металла.

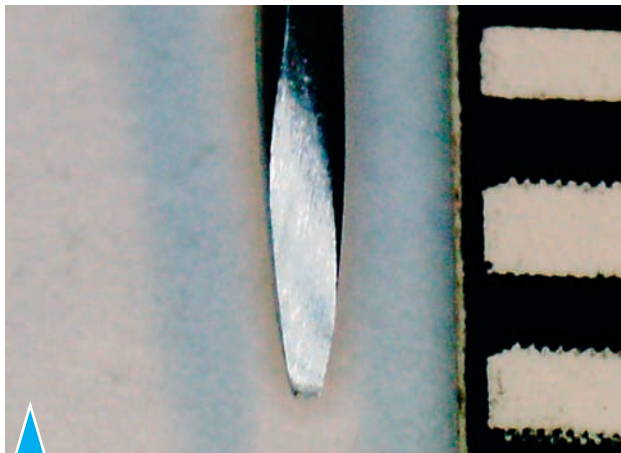
Царапина может быть единичной, а может быть серия царапин, образовавшихся в процессе единого механизма слеодообразования. Эти царапины взаимно параллельны (эквидистантны). Некоторые виды царапин представлены на илл. 9.2.115–9.2.120.



9.2.113–9.2.114. Множественные царапины на лакокрасочном покрытии под наружной ручкой двери



9.10.7. Препаровальная игла для оценки адгезии



9.10.8. Заточенное острие препаровальной иглы

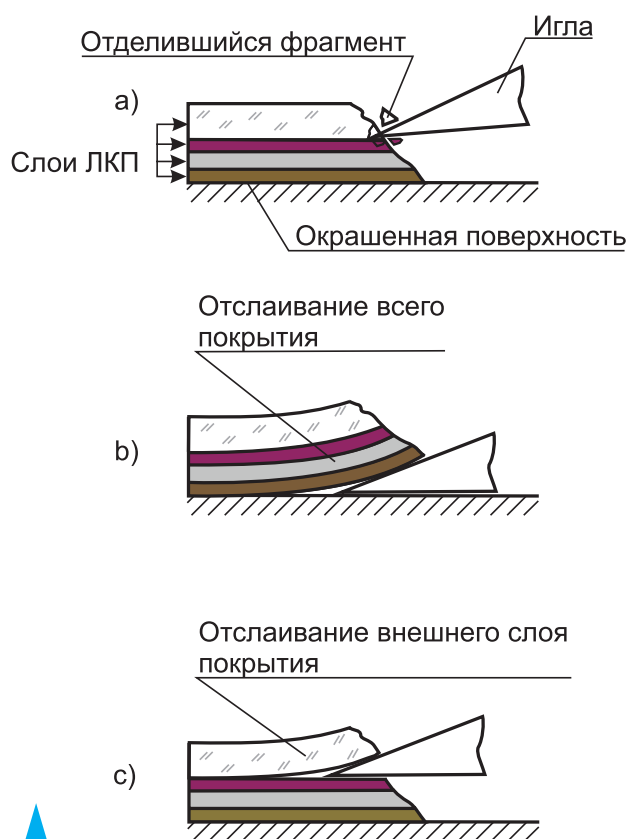


9.10.10. Отслаивание двух слоев лакокрасочного покрытия

и ему придается плоская форма, как показано на илл. 9.10.7. Заточка иглы осуществляется на абразивных брусках зернистостью от P240 до P1500.

На илл. 9.10.8 показана фотография заточенного острия препаровальной иглы.

Для оценки адгезии лакокрасочного покрытия выбирается участок, на котором уже есть скол покрытия размером 1–2 мм и более. В месте скола лакокрасочного покрытия острием иглы оказывается воздействие на лакокрасочное покрытие вдоль окрашенной поверхности детали и вдоль слоев покрытия, и делается попытка отделить покрытие от окрашенной поверхности без его разрушения или отделить вышележащие слои покрытия от нижележащего слоя. Если покрытие не отслаивается от окрашенной поверхности детали и не расслаивается, а происходит разрушение материала покрытия с образованием мелких фрагментов (размер фрагментов – несколько сотых долей

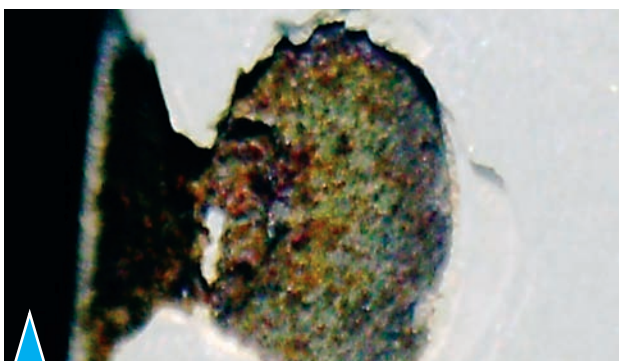


9.10.9. Оценка адгезии условно неразрушающим методом с помощью препаровальной иглы со специальной заточкой: а) высокая адгезия; б) пониженная адгезия покрытия с поверхностью детали; с) пониженная межслойная адгезия покрытия

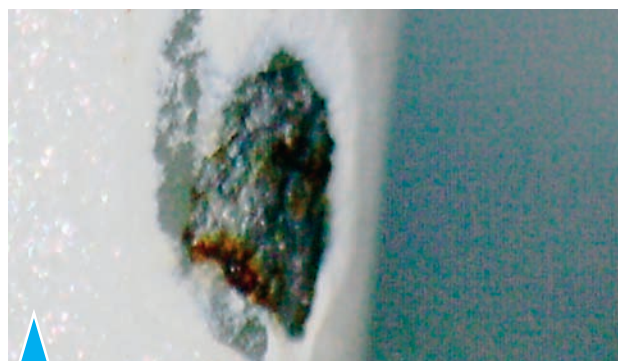
миллиметра), это означает, что адгезионная прочность покрытия выше его когезионной прочности (илл. 9.10.9а). Такое покрытие обладает высокой адгезионной прочностью. Если при воздействии острия иглы происходит отслаивание всего покрытия от окрашенной поверхности детали или расслаивание покрытия, то это может указывать на ослабленную адгезию покрытия с окрашенной поверхностью детали (илл. 9.10.9б) или ослабленную межслойную адгезию (илл. 9.10.9с).

На илл. 9.10.10 показан пример отслаивания двух слоев ремонтного лакокрасочного покрытия – слоя лака и слоя эмали от слоя ранее нанесенного лакокрасочного покрытия. Это свидетельствует об ослабленной межслойной адгезии покрытия.

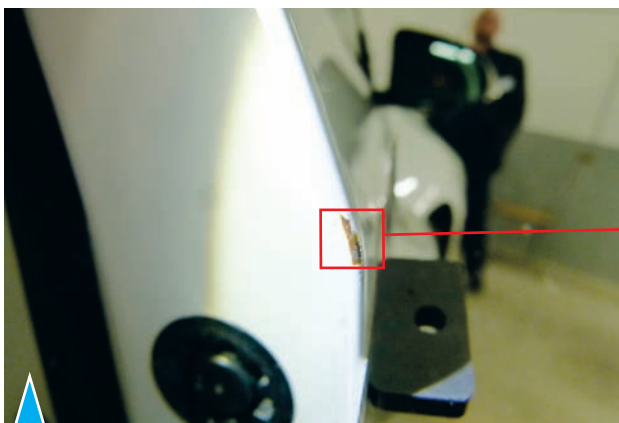
При оценке адгезии с помощью препаровальной иглы в области скола следует выбирать ранее образовавшийся «свежий» скол лакокрасочного покрытия, т.е. скол без образования коррозионного процесса на поверхности металла. При наличии коррозии вокруг скола будет происходить отслаивание покрытия не в результате ослабленной адгезии при формировании покрытия, а в результате образования продуктов коррозии. Если в области скола уже образовался очаг отслаивания покрытия в результате развития коррозионного процесса, то следует иглой удалить отслоившийся фрагмент



17. Дверь передняя левая – скол лакокрасочного покрытия на передней кромке (съемка цифровым микроскопом)



18. Дверь передняя левая – скол лакокрасочного покрытия на задней кромке (съемка цифровым микроскопом)



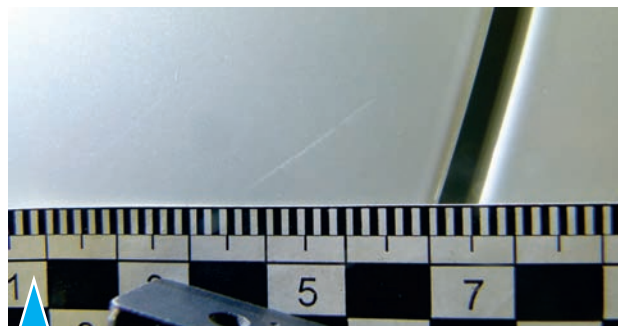
19. Дверь передняя правая – скол лакокрасочного покрытия на задней кромке



20. Дверь передняя правая – скол лакокрасочного покрытия на задней кромке. Образование продуктов коррозии на поверхности металла (съемка цифровым микроскопом)



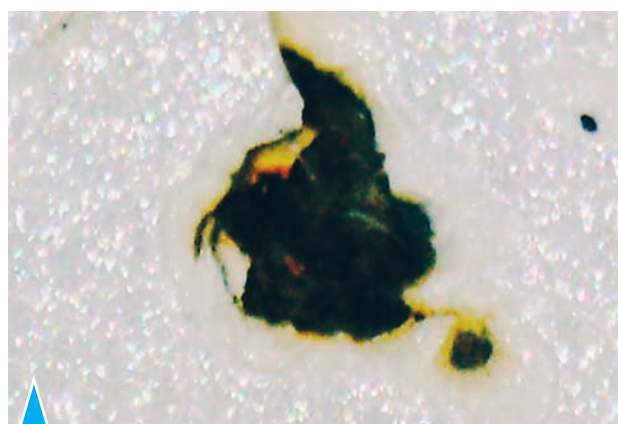
21. Дверь передняя правая – срез лакокрасочного покрытия (съемка цифровым микроскопом)



22. Дверь задняя левая – царапина на лакокрасочном покрытии



23. Дверь задняя правая – царапина на лакокрасочном покрытии



24. Крыло заднее правое – срез и скол лакокрасочного покрытия (съемка цифровым микроскопом)