

Викулов Сергей Иванович

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

г. Калининград, Калининградская область

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация: в статье изложены основные факторы, влияющие на износ деталей двигателя при эксплуатации легковых автомобилей в городских условиях.

Ключевые слова: двигатель, износ, эксплуатация, абразив, топливо, масло, режим работы.

Автомобили обладают техническими свойствами, которые оказывают значительное влияние на эффективность их эксплуатации. Важнейшим из них является надёжность, которая закладывается на этапах проектирования и производства автомобилей, но наиболее полное использование технических возможностей может быть достигнуто только в ходе их правильной эксплуатации. В процессе эксплуатации автомобилей происходит износ деталей, т. е. разрушение поверхностей сопряжённых деталей в результате трения или электрохимических и химических процессов (коррозии). Износ проявляется в изменении первоначальных геометрических размеров или объёма и веса деталей. При износе нарушаются заданные посадки сопряжённых деталей, качество их поверхностей и смазка, изменяются условия и характер работы деталей. В результате увеличиваются зазоры, предусмотренные конструкцией, появляются стуки и биения, вызывающие повышенные нагрузки, прогрессирующий износ и разрушение деталей.

Процесс постепенного и непрерывного изменения эксплуатационных свойств и технического состояния автомобиля зависит от влияния различных факторов: режимов работы двигателя, его теплового состояния, от дорожных и

климатических условий, применяемых эксплуатационных материалов и от профессионального вождения автомобиля.

При эксплуатации автомобиля в городских условиях, особенно в качестве такси, режимы работы двигателя постоянно изменяются. Происходят нестационарные (неустановившиеся) режимы работы двигателя, которые характеризуются постоянным изменением частоты вращения коленчатого вала и нагрузки. Неустановившиеся режимы являются преобладающими при эксплуатации в городских условиях и составляют приблизительно 90–95%, на шоссейных дорогах 85–90% и 30–35% – на грунтовых дорогах. При неустановившихся режимах работы, в сравнении с установившимися, интенсивность изнашивания поршневых колец и двигателя в целом увеличивается в 2–3 раза. В целом основными факторами, влияющими на износ деталей двигателя в городских условиях, является абразив и нестационарные режимы работы.

При эксплуатации автомобилей пыль, различными путями проникающая в двигатель составляет основной компонент, вызывающий абразивный износ всех его деталей.

Запыленность поступающего к двигателю при эксплуатации автомобиля воздуха зависит от очень многих факторов: времени года, типа покрытия дороги и вида почвы, грузоподъемности автомобиля, типа шин, формы капота и т. п. Запыленность воздуха при движении автомобиля по дорогам колеблется от 1 до 6000 мг/м². В среднем при движении автомобиля по шоссе содержание пыли составляет в летних условиях примерно 15 мг/м, а по грунтовым дорогам до 6000 мг/м.

Почвенная пыль попадает в двигатель главным образом через впускной тракт вместе с поступающим в цилиндры воздухом и топливом, через сапун вентиляции картера, через различные неплотности в соединениях впускного тракта и картера. Количество проникающих в двигатель частиц зависит, от эффективности воздушных, топливных и масляных фильтров, а также от качества герметизации соединений деталей в местах возможного поступления пыли во внутренние полости двигателя.

Содержание пыли в зависимости от дорожного покрытия

Дорожные покрытия	Автострада	Улучш. шоссе	Шоссе	Брусчатка	Гравийная	Грунтовая	Песчаная
Содержание пыли мг/м ³	1–15	15– 500	500– 1000	1000– 2000	2000– 3000	4000– 5000	5000– 6000

Существенное влияние на изнашивание цилиндров двигателя оказывает размер абразивных частиц. При увеличении размера частиц от 3–5 до 15–30 мкм изнашивание колец и цилиндров увеличивается в 2–4 раза.

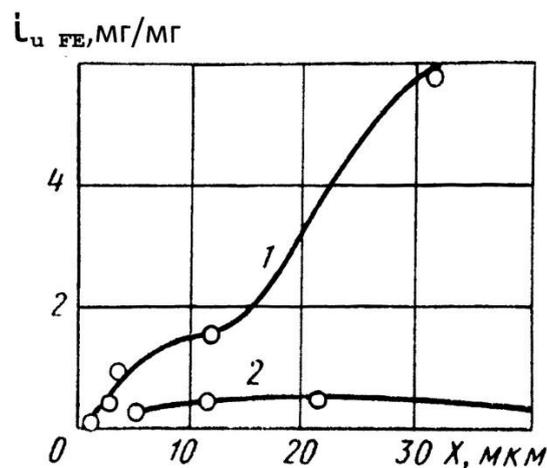


Рис. 1. Влияние размеров абразивных частиц на износ цилиндров двигателя, 1 – абразивная пыль; 2 – дорожная пыль

Количество пыли, поступающей в цилиндры двигателя, определяется не только запылённостью воздуха, но и наличием загрязнений в топливе. В зависимости от запылённости района эксплуатации и климатических условий в топливных баках автомобилей могут находиться загрязняющие примеси, которые достигают 200 – 300 г на 1 т топлива.

Агрессивные вещества, находящиеся в газообразных и жидких продуктах сгорания, воздействуя на детали двигателей, вызывают коррозионный износ. Твердые атмосферные загрязнения (неорганического происхождения), находящиеся в топливе, продукты износа деталей вызывают абразивный износ деталей двигателя. При сгорании малосернистых топлив решающая роль в износе цилиндропоршневой группы принадлежит абразивному изнашиванию.



Рис. 2. Абразивное изнашивание цилиндров

Интенсивность абразивного изнашивания зависит от размера, концентрации и твердости абразивных загрязнений. Образующиеся при сгорании, особенно тяжелого топлива, частицы нагара в несколько раз превышают твердость материала деталей цилиндропоршневой группы и это увеличивает абразивное изнашивание.



Рис. 3. Отложения на впускном клапане

Загрязнения, находящиеся в топливе, увеличивают также количество отложений на впускном тракте, что может привести к зависанию клапанов и обгоранию их рабочих фасок.

При сжигании в двигателях сернистых топлив наблюдается коррозионное изнашивание вследствие образования, агрессивных продуктов сгорания, присутствие серы усиливает этот процесс. Загрязнения, находящиеся в топливе, способствуют также коррозии топливной аппаратуры и других деталей, имеющих контакт с топливом.

Для оценки влияния неустановившихся режимов работы двигателя на износ деталей был проведён сравнительный анализ эксплуатации легковых авто-

мобилей Skoda на предприятии «Таксопарк» и приобретённых в дилерском центре.

С целью получения этих данных и проведения дальнейшего сравнительного анализа, в техническом отделе официального дилера автомобилей Skoda и предприятия «Таксопарк» был проведён сбор информации по отказам агрегатов за период пробега от 0 до 300 тыс. км. Количество исправных агрегатов в начале периода эксплуатации составляло $N_0 = 150$ шт. Суммарное количество отказавших агрегатов за анализируемый период составило $\sum r(300000) = 88$ (по данным официального дилера Skoda), $\sum r(300000) = 125$ (по данным предприятия «Таксопарк»). Интервал пробега составил равным около 30 тыс. км. При этом количество отказавших агрегатов по каждому интервалу составило: 2, 10, 7, 6, 8, 10, 7, 10, 12, 16 – по данным официального дилера «Skoda» и 4, 7, 9, 9, 13, 13, 14, 15, 17, 24 – по данным предприятия «Таксопарк».

Для определения показателей безотказности построен график их изменения в зависимости от пробега.

Сравнение результатов расчетов вероятности безотказной работы и отказов агрегатов в зависимости от пробега представлены на рисунке 4.

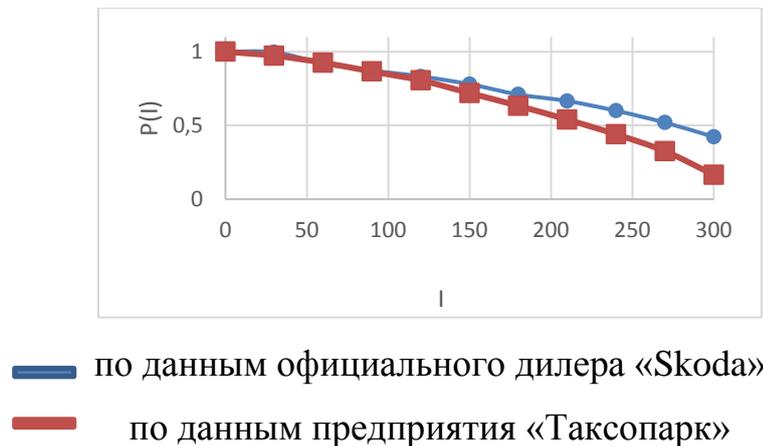


Рис.4 График изменения вероятности безотказной работы $P(I)$ в зависимости от пробега

Основными причинами, вызывающие повышение интенсивности изнашивания деталей двигателя на неустановившихся режимах работы являются следующие: отставание теплового состояния деталей двигателя от изменения нагрузки и частоты вращения коленчатого вала; нарушение режима смазки;

снижение частоты вращения коленчатого вала при увеличении нагрузок; увеличение топливной плёнки в цилиндрах бензиновых двигателей; увеличение сил давления газов и инерции на детали кривошипно-шатунного механизма. Результаты эксплуатации двигателя на неустановившихся режимах показаны на рисунках.



Рис.5. Нагар на гильзе цилиндра вследствие разрыва верхнего компрессионного кольца



Рис.6. Задиры в зоне юбки поршня

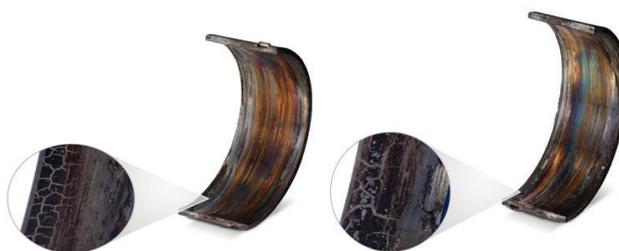


Рис.7. Вкладыши шатунного подшипника со стороны крышки и шатуна, композит сталь-бронза с гальваническим покрытием

Характерные признаки повреждения от перегрева: на рабочей поверхности видны смещения материала и места размазывания; процесс сопровождается температурными трещинами и изменениями окраски вкладыша подшипника; на гальваническом слое видны белые места наплавления; после образования зади-

ров на подшипнике обратная сторона вкладыша подшипника приобрела черную окраску.

Список литературы

1. Асташкевич Б.М. Износостойкость и роль активных защитных слоев на поверхностях деталей цилиндропоршневой группы транспортных дизелей / Б.М. Асташкевич // Вестник машиностроения. – 2000. – №1. – С. 13–20.
2. Асташкевич Б.М. Трибологические аспекты изнашивания деталей цилиндропоршневой группы мощных двигателей внутреннего сгорания / Б.М. Асташкевич // Трение и износ. – 1995. – Т. 16, №1. – С. 91–105.
3. Виноградов В.М. Технологические процессы ремонта автомобилей: учебное пособие / В.М. Виноградов. – М.: Академия, 2009. – 384 с.
4. ГОСТ 14846–81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 41 с.
5. Калявин В.П. Основы теории надежности и диагностики: учебник / В.П. Калявин. – СПб.: Элмор, 1998. – 172 с.
6. Макушин А.А. Повышение износостойкости и ресурса дизелей созданием тонкослойных покрытий в сопряжении «гильза-кольцо» при ремонте / А.А. Макушин, АТ. Кулаков // Автотранспортное предприятие. – 2008. – №7. – С. 40–41.
7. Механизм воздействия противоизносной добавки РиМЕТ на работу пары трения чугун-хром / И.В. Фришберг, Л.В. Золотухина, В.В. Харламов [и др.] // Трение и износ. – 2000. – Т. 21, №6. – С. 101–106.
8. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов / Э.Д. Браун, Н.А. Буше, Н.А. Буяновский [и др.] / под ред. А.В. Чичинадзе. – М.: Наука и техника, 1995. – 778 с.
9. Путинцев С.В. Анализ режима трения деталей цилиндро-поршневой группы автомобильного дизеля / С.В. Путинцев // Известия вузов. Машиностроение. – 1999. – №2–3. – С. 65–68.