

УДК 629.114.004.58:629.114.2:621.43

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

А.В. ДУНАЕВ,

кандидат технических наук
ГНУ ГОСНИТИ
Россельхозакадемии
E-mail: dunaev135@mail.ru

В связи с ослаблением службы эксплуатации машинно-тракторного парка (старение оборудования, уход квалифицированных кадров), высокой стоимостью запчастей и топливосмазочных материалов (ТСМ) все большее значение приобретают обслуживание техники и контроль ее состояния органолептическими методами владельцами машин. Здесь вековая практика накопила богатый опыт. Поэтому начинающие диагносты пользовались всеми доступными приборами, а опытные обходились минимумом. Ниже приведен обобщенный опыт по выявлению неисправностей дизелей, предотвращению их интенсивного изнашивания и отказов [1, 2].

Внешний осмотр, слушивание, оценка срока службы машины и квалификация оператора дадут первую характеристику дизелю, вторую – эмоциональная оценка оператором мощности и расхода ТСМ. Далее начинают свой контроль с оценки моторного масла.

Важно взять пробу масла не щупом из верхнего, нехарактерного слоя масла, а донного, в котором может быть вода. Контроль донной и средней долей масла существенно уточнит ее состояние.

Масло проверяют на:

– **цвет, прозрачность, расслоение, взвеси.** Свежее масло прозрачно, имеет сине-зеленый или светло-коричневый, а долго работавшее – коричневый, серый или черный цвет. Он свидетельствует о насыщении масла отмытыми загрязнениями и сажей неполного сгорания топлива. Если масло белесое, мут-

ное, оно обводнено и испорчено. Чрезмерно вязкое масло, оставляющее на фильтровальной бумаге густое черное пятно с отблеском или нерасплывающуюся каплю, – брак; если расслаивается, верх обманчиво прозрачен и золотист, а низ мутен, содержит взвеси, осадок, шлам, то это – тоже брак;

– **металлические частицы,** извлекаемые сильным магнитом, блески металла в срезах осадка в масляной центрифуге, на маслофильтрах, дне картеров;

– **абразивные механические примеси.** При истирании масла с абразивными частицами между стеклянными пластинками или из закаленной стали слышен скрип, а на них образуются риски;

– **обводненность** (по паровыделению из сапуна, запотеванию его крышки, маслозаливной горловины, внутренней части крышки головок цилиндров). Если нанести каплю масла на запястье руки в теплом помещении, то по вытеканию микроструек по бороздкам кожи выявляют воду. В стационаре можно капнуть масло на разогретую электроплитку с закрытой спиралью, поджечь промасленный фитиль или опустить нагретое жало паяльника в масло. При этом вода закипит, пламя фитиля с обводненным маслом потрескивает;

– **моюще-диспергирующую способность** по «капельной пробе» как интегральную проверку, позволяющую за 15 мин проверить рабочие показатели масла, предупредить запоздалую его смену. При этом каплю горячего или теплого масла наносят на фильтровальную бумагу (ГОСТ 11026) и выдерживают 15 мин в тепле. Вначале можно использовать любую бумагу, белый и черный ситец.

На **рис. 1** (см. третью страницу обложки) показаны типичные масляные пятна.

1. Почти свежее масло, поработавшее не более 50 ч, не загрязнено, расплывается на наибольший размер, дает равномерно окрашенное свет-

ло-серое пятно со светлой наружной окаемкой чистого масла.

2. То же, не более 100 ч. Видны центральное ядро диаметром капли до его растекания; кольцо, окаймляющее ядро, с самыми крупными механическими примесями, далее от центра – широкое кольцо зоны мелких примесей масла и крайнее кольцо почти чистого масла. Это – эталон пробы с большим запасом работоспособности масла.

3. Грязное, много поработавшее масло, но имеющее небольшой ресурс. Ежедневный контроль может предупредить резкое ухудшение его состояния и мотора.

4. Масло заметно загрязнено и потеряло моюще-диспергирующие свойства. Если ДВС работает при больших нагрузках, то масло подлежит замене.

5. Оно может иметь желтый цвет от пережога двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Масло подверглось чрезмерному окислению с образованием смол.

6. Масло взято из аварийного ДВС. Нужно устранять неисправности, протечку воды, промыть двигатель, залить свежее масло.

Многолетние практические наблюдения показали, что капельная проба в любых условиях, без какого-либо оборудования позволяет быстро и эффективно контролировать масло, а по нему – и состояние ДВС, предотвращать его интенсивное изнашивание и аварии. «Капельная проба» введена в руководства по эксплуатации транспортных, судовых и некоторых тракторных дизелей, а фирма Shell (разработчик метода) его компьютеризировала с измерением оптической плотности масла.

Диагностирование, как правило, определяет только текущее состояние объекта контроля, а должна в первую очередь **выявлять причины неисправностей и давать рекомендации по их устранению. Поэтому контроль загрязненности, обводненности и капельной пробы масла как главных индикаторов**

повышенного или аварийного изнашивания ДВС – **самый главный**.

Вязкость – важный, но не первостепенный показатель. О ней можно судить по скорости стекания масла с мерного щупа, истиранию масла пальцами, но это выявляет только очень разжиженное масло. При необходимости используйте стеклянную трубку с шариком из подшипника. Разница между внутренним диаметром трубки и шарика может быть 0,5–2 мм. Вязкость оценивают сравнением времени падения шарика в эталонном и проверяемом масле.

Обычно добротность масла оценивают неверно, по показателю вязкости. **Главный же показатель моторных свойств дизельного масла – класс качества: В, Г, Д, Е – в России; СС, СD, СF-4, СG-4, СН и др. – за рубежом.**

В завершение контроля при малом давлении в системе смазки следует проверить его механическим манометром на прогревом ДВС при минимальной частоте вращения, так как это самый опасный для ДВС режим.

Виброакустический контроль также важен, как и визуальный. **В предаварийном состоянии ДВС** его надо проводить осторожно, чтобы **не вызвать аварию**. Требуется навык, память на «партитуру» нормальных и ненормальных звуков, стуков и вибраций, умение настраиваться на шуми высокого тона (сплошные, прерывистые, импульсные от газораспределительного механизма (ГРМ) и форсунок), а низкого тона – от подшипников коленчатого вала (КВ). Удобен медицинский фонендоскоп, защищающий уши от низкочастотного гула выхлопа и позволяющий выявлять слабые стуки низкого и высокого тонов. У него удаляют мембранный датчик, заглушают трубку пробкой, прижимают трубку к местам контроля с разным усилием, что позволяет различать глухие и звонкие стуки. Опытные механизаторы и водители накопили большой навык такого контроля.

Предварительная оценка силы, характера и условий проявления стуков по времени и режимам работы ДВС по данным тракториста с анализом других проверок необходима до перепроверки стуков на повышенной частоте вращения КВ, чтобы избе-

жать аварии ДВС при диагностировании.

Аварийные стуки в ДВС редки и обусловлены чрезмерной изношенностью кривошипно-шатунного механизма (КШМ) только при нарушении правил эксплуатации. Они прослушиваются простейшим стетоскопом и на слух в зоне коренных подшипников при средних и малых частотах вращения КВ. Стуки в цилиндро-поршневой группе (ЦПГ) трудно различимы. Резко выделяются звонкие стуки (ГРМ), частые и высокого тона. Они прослушиваются издали и на любой частоте вращения КВ. У мощных низкооборотных дизелей стуки ГРМ сопоставимы с так называемыми «форсуночными» стуками, которые можно выделить отключением форсунок.

Контроль ЦПГ для предремонтного и послеремонтного анализа можно выполнять различными методами [3]:

– **по дымности отработавших газов (ОГ)**. Начинающееся интенсивное изнашивание ЦПГ сопровождается повышенным угаром моторного масла. Проявляется бело-голубым, а при большом износе ЦПГ – даже синеватым цветом ОГ. Возможны капли масла в ОГ, что проверяется их отпечатком на бумаге или ладоне руки.

Черный цвет дыма говорит о неполном сгорании топлива из-за его избытка или недостатка воздуха (загрязнены воздушные фильтры и (или) снижено давление наддува) и к износу ЦПГ отношения не имеет. При этом возможно наличие даже крупинки сажи в ОГ, проверяемых его отпечатком так же, как и капли масла.

Белый «холодный дым» непрогретых дизелей возникает и при неисправности топливной аппаратуры из-за плохого распыла топлива, когда часть его в цилиндрах просто не сгорает;

– **по расходу масла на угар**. Суммируют объемы доливок масла в ДВС по мере снижения его уровня и заливки топлива, например, за квартал при небольшом угаре или чаще – при большом. Метод не требует приборов (**рис. 2, 3**).

При суммировании доливок масла исключают явные протечки, видимые на деталях ДВС, вынос масла с картерными газами системой вентиляции, потери с брызгами из сапуна, осадок масла в поддоне воздухоочистителя, а особенно расход через ГРМ

при неисправных маслоотражательных колпачках. При чрезмерном износе ЦПГ возможен прямой унос масла с ОГ. Однако возможно и повышение уровня масла в картере из-за попадания в него топлива (протечки из системы питания, пропуски из камеры сгорания несгоревшего топлива).

Контроль обобщенно оценивает износ компрессионных и масло съемных колец всех поршней. Его полезно сочетать с контролем давления газов в картере U-образно смонтированной прозрачной трубкой с водой, присоединяемой к картерному пространству, или с контролем расхода газов, прорывающихся из камер сгорания в картер ДВС. Но это требует даже простейшего индикатора расхода газов КИ-17999-ГОСНИТИ. При исправных маслоотражательных колпачках и отсутствии протечек достаточен контроль угара масла. Если угар масла и прорыв газов не противоречивы и выше допустимых, нужна замена колец или ЦПГ в целом.

Для плановой переборки ДВС нормами угара масла были 3,5–5% от расхода топлива, для современных автотракторных дизелей – 2,5–3%, импортных – 2,5% при номинальном значении 0–0,05%. ПО ЯМЗ считает, что у новых дизелей ЯМЗ начальный угар масла составляет не более 0,5% (на некоторых дизелях 3–6 месяцев угар может быть незначителен). Конечно, приведенные нормативы относятся именно к угару масла в ЦПГ при исправном состоянии систем питания (отсутствие разжижения масла несгоревшим топливом), воздухоподачи (без отсоса масляного тумана при загрязненном воздухоочистителе) и др.

Вообще дизель может устойчиво, но не экономично работать при угаре масла до 10%. Поэтому экономическим пределом угара масла может быть превышение затрат на его долив, например за рабочий сезон к затратам на замену поршневых колец или полную замену ЦПГ. Иначе при суммарном угаре в одном цилиндре более 60 и 70 л относительный угар может достигать 3–4%.

Органолептический контроль только по давлению или расходу картерных газов может выявить только повышенный износ ЦПГ, когда значителен выход газов из сапуна,

когда газы выносятся даже брызги масла. Более точен контроль по давлению газов в картере, но при герметичном картерном пространстве.

На рис. 2 показано изменение параметров состояния неаварийной ЦПГ. При этом менее показательные компрессия и разрежение во впу-

сть и другие обобщенные методы оценки состояния ЦПГ, например по времени прокрутки ДВС для пуска. При снятии свечей зажигания или форсунок нужно оценить их внешний вид (без разрушений и прогара, без замазливания, без отложений присадок к бензину для свечей;

без нагара, кокса и ржавчины для форсунок), заглянуть в цилиндры или проверить щупом чистоту поршня, отсутствие на нем масла, а в крайних случаях – воды или дизельного топлива. Разнообразие состояния свечей зажигания информативно для диагностирования систем питания и зажигания ДВС, о чем имеются подробные рекомендации.

Для бензиновых ДВС оценивали работу цилиндров по снижению частоты вращения КВ при отключении их зажигания. Отключение топливоподачи в быстроходных маломощных дизелях с малым моментом инерции КВ и маховика, не имеющих всережимного регулятора, аналогично отключению зажигания. В многоцилиндровых низкооборотных мощных дизелях с большим моментом инерции КВ и маховика при работе всережимного регулятора перекрытие топливоподачи в один-два цилиндра ошутимо снижает частоту вращения КВ не дает.

Силовую передачу прослушивают издали от движущейся машины, контролируют смещения ее деталей при приложении радиальных, вращающих и осевых усилий, подтеки масла, нагрев мест подшипников простейшим дистанционным термометром «IR Thermometer», а при смене масел выявляют наличие металлических частиц на магнитах сливных пробок.

В мастерской должны быть контрольный манометр, фильтровальная бумага, стетоскоп из деревянного или высушенного растительного стежня, который при контроле зажимают в зубах, магнит, электроплитка или паяльник и другие средства по опыту, накопленному 100-летней эксплуатацией автотранспорта.

Таким образом, имеется арсенал приемов регулярного органолептического контроля ДВС, позволяющий выявлять причины неисправностей и предотвращать повышенное изнашивание и аварии без средств диагностики.

При устойчивом финансовом состоянии приобретают простой комплект средств диагностирования (d.chechet@mail.ru), включающий тестеры состояния ЦПГ, давления масла и топлива, ручной пресс для форсунок и ТНВД, компрессометр и набор переходников.

Литература

1. Дунаев, А.В. Экспресс-контроль масла для снижения износов и предотвращения аварий моторов – каждому механизатору / А.В. Дунаев // Машинно-технологическая станция. – № 6. – 2008.

2. Дунаев, А.В. Опыт использования смазочных масел и добавок к ним для повышения ресурса МТП АПК / А.В. Дунаев // Машинно-технологическая станция. – № 3. – 2009.

3. Дунаев, А.В. Экспресс-оценка остаточного ресурса цилиндропоршневой группы двигателей внутреннего сгорания / А.В. Дунаев // Техника в сельском хозяйстве. – № 6. – 2008.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; планирование ремонта; техническое состояние; диагностирование.

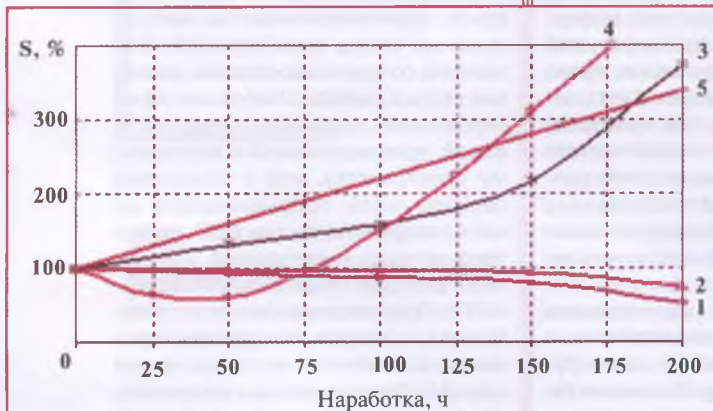


Рис. 2. Классическая динамика диагностических параметров (S) ЦПГ по наработке ДВС: 1 – компрессия; 2 – разрежение во впускном тракте; 3 – прорыв газов в картере; 4 – угар масла; 5 – утечка сжатого воздуха при ВМТ поршня

ском воздушном тракте, определяемые на неработающих ДВС, уменьшаются только на 15–50%, а более информативные на работающих ДВС увеличиваются в 3–5 и более раз, как, например, угар масла и расход картерных газов. Кривая 4 на рис. 2 показывает уменьшение угара масла в начале эксплуатации, что соответствует приработке ДВС, поэтому более полувека этот параметр считается очень достоверным.

Высокая информативность расхода масла на угар (см. рис. 2, 3) позволяет, хотя и обобщенно, оценивать износное состояние ЦПГ и предотвратить работу ДВС в предаварийном режиме. Сопоставив фактический угар масла с допустимыми (2–3%, ремонт не требуется) и предельными (3,5–5%, ремонт требуется) нормами можно планировать дизелю сроки и виды ремонтно-обслуживающих воздействий.

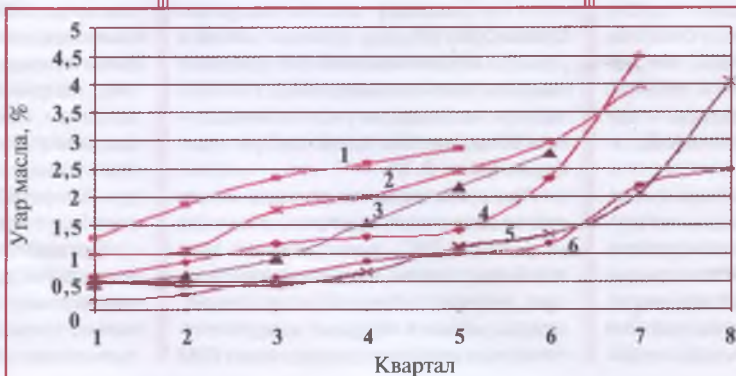


Рис. 3. Среднеквартальный угар масла дизелей 8ДМ-21А автосамосвалов БелАЗ: 1–4 – отремонтированные дизели машин; 5 и 6 – новые