



DOI 10.35694/YARCX.2020.50.2.0016

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ СМАЗКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Б.С. Антропов (фото)

д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль

В.В. Гумённый

доцент кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

А.А. Рудаков

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

В.А. Генералов

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин

ФГБУ МО «Ярославское высшее военное училище

противовоздушной обороны», г. Ярославль

*Система смазки,
заборник масла,
масляный насос,
клапаны системы
смазки, полнопоточный
фильтр, фильтрующие
элементы, снижение
давления масла*

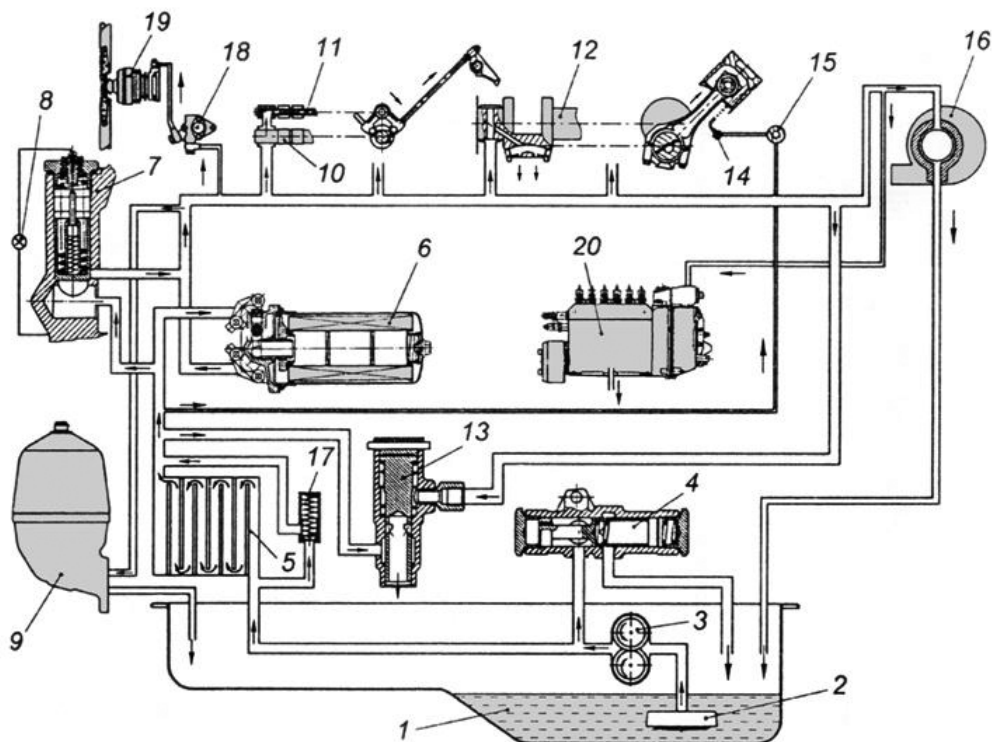
*Lubrication system,
oil intake, oil pump,
lubrication system valves,
full-flow filter, filtering
elements, oil pressure
reduction*

Система смазки автотракторных двигателей ЯМЗ и КамАЗ является комбинированной, то есть часть деталей смазываются под давлением и часть – разбрызгиванием и самотёком масла (рис. 1).

На рисунке 2 приведены зависимости давления масла P_{\max} и P_{\min} от пробега автомобиля для двигателей ЯМЗ-236 и 238, построенные по результатам их эксплуатационных испытаний на автомобилях МАЗ, выполненных под наблюдением инженеров – исследователей УГК Ярославского моторного завода, входящего в состав ОАО «Автодизель» [2].

Максимальное давление масла (P_{\max}) – это давление масла в главной магистрали двигателя при максимальной частоте вращения холостого хода, P_{\min} – давление масла при минимальной частоте вращения холостого хода коленчатого вала двигателя.

Работоспособность двигателей в эксплуатации лимитирует давление P_{\min} , т.к. при достижении им значения $0,05 \div 0,06$ МПа вследствие износа деталей пар трения кривошипно-шатунной группы (вкладышей и шеек коленчатого вала) нарушается гидродинамическая смазка этих деталей и увеличивается вероятность их задира и выхода из строя двигателя в целом.



1 – масляный картер; 2 – маслозаборник; 3 – масляный насос; 4 – редукционный клапан; 5 – жидкостно-масляный теплообменник; 6 – фильтр очистки масла; 7 – перепускной клапан; 8 – сигнальная лампа фильтра; 9 – фильтр центробежной очистки масла; 10 – распределительный вал; 11 – ось толкателей; 12 – коленчатый вал; 13 – дифференциальный клапан; 14 – форсунка охлаждения поршней; 15 – дроссель; 16 – турбокомпрессор; 17 – перепускной клапан теплообменника; 18 – выключатель привода вентилятора; 19 – привод вентилятора; 20 – ТНВД.

Рисунок 1 – Схема системы смазки надувных двигателей ЯМЗ-236Н и их модификаций (с односекционным масляным насосом и жидкостно-масляным теплообменником) [1]

Система смазки имеет две основные неисправности:

1) резкое снижение давления масла до нуля в главной магистрали двигателей;

2) постепенное снижение давления в процессе эксплуатации автомобиля.

Рассмотрим причины указанных неисправностей (после проверки неисправности датчиков и манометров транспортного средства).

1. Резкое снижение давления масла до нуля.

1.1. Применение масел, несоответствующих руководству по эксплуатации.

Отсутствует давление масла в системе при запуске двигателя при низких температурах атмосферного воздуха или оно падает до нуля после 1–2 мин. работы двигателя после запуска. Такое явление вызвано высокой вязкостью масла в картере двигателя. Текучесть масла так мала, что

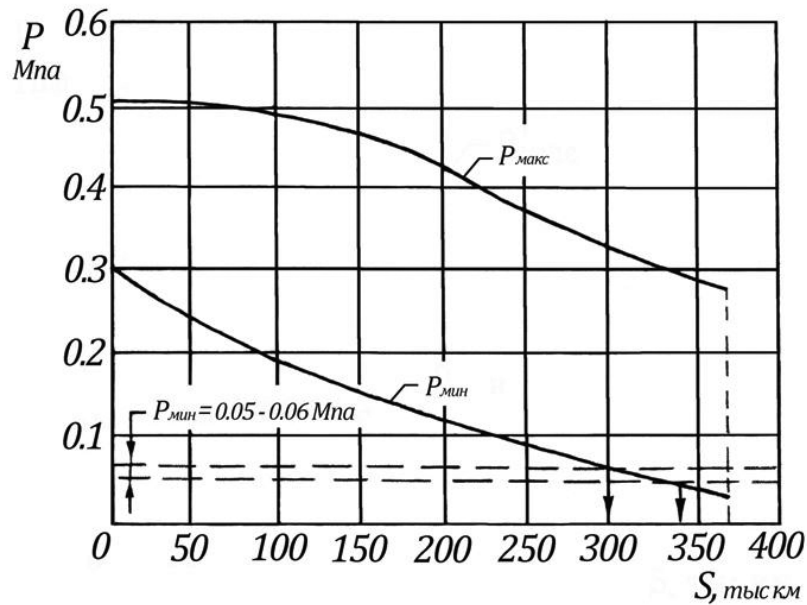
оно не засасывается насосом или не проходит через каналы и элементы масляного фильтра.

Это явление связано с тем, что насос «выбирает» масло вокруг маслозаборника, образуя воронку в застывшем масле. В этом случае необходимо прогреть масло в картере двигателя посторонним источником тепла.

Кардинальное решение этой проблемы заключается в применении зимних сортов масла.

1.2. Разрушение привода или самого масляного насоса.

Дефект обнаруживается после съема картера, осмотра деталей и прокручивания валика насоса от руки. Разрушения могут произойти из-за чрезмерных нагрузок привода и насоса вследствие применения зимой летних сортов масла. В редких случаях для восстановления двигателя достаточно только замена насоса и привода. В большинстве случаев из строя выходят коленча-

Рисунок 2 – Зависимости давления масла P_{max} и P_{min} от пробега (S) для двигателей ЯМЗ

тый вал с подшипниками и даже блок цилиндров. На наддувных двигателях необходимо также осмотреть подшипниковый узел турбокомпрессора.

1.3. Поломка трубы маслозаборника масляного насоса.

Этот дефект может быть вызван некачественной сборкой при ремонте двигателя, т.е. при установке и креплении насоса и трубы маслозаборника допущена её деформация, что приводит к чрезмерным нагрузкам на саму трубу (особенно на сварные швы).

2. Постепенное снижение давления масла в процессе эксплуатации автомобиля.

2.1. Образование отложений на сетке маслозаборника.

Отложения образуются из продуктов загрязнения масел, несоответствующих рекомендациям руководства по эксплуатации двигателей. Такой же результат имеет место при увеличении продолжительности работы масла, рекомендуемой заводом-изготовителем.

Дефект в большинстве случаев можно обнаружить визуально. В большинстве случаев очистить маслозаборник промывкой его в дизельном топливе или бензине невозможно, т.к. отложения на нём полимеризуются и становятся твёрдыми. В этом случае необходимо применять механические методы очистки (с использованием латунных щёток или деревянных брусков).

2.2. Негерметичность всасывающего трубопровода масляного насоса.

Она возникает из-за трещин трубопровода или нарушения соединения «фланец трубопровода – корпус насоса». Даже при небольшом нарушении герметичности на линии всасывания происходит существенный подсос воздуха (плотность воздуха в тысячу раз меньше плотности масла), что приводит к пульсации давления масла на всём скоростном режиме работы двигателя.

При значительном нарушении герметичности на линии всасывания возможно полное прекращение подачи масла к потребителям, т.е. падение его давления до нуля.

2.3. Разжижение масла топливом.

Вязкость картерного масла в зависимости от его марки при температуре 40 °С лежит в пределах 40÷120 сСт. Вязкость дизельного топлива при этой же температуре находится в пределах 1÷4 сСт. Следовательно, даже при малых количествах топлива в масле может произойти снижение давления в системе смазки двигателя.

В процессе эксплуатации двигателей ЯМЗ-236, 238 и их модификаций при нарушении герметичности сливных трубопроводов с форсунок, находящихся под крышками головок цилиндров и имеющих контакт с маслом двигателя, происходит постоянное повышение уровня масла в картере двигателя, фиксируемое водителями с помощью масломерного щупа, т.е. отсутствует расход масла двигателем. В данном случае необходимо проверить герметичность сливных трубопроводов опрессовкой их сжатым воздухом под давлением 0,05÷0,1 МПа (0,5÷1,0 кгс/см²). При наличии

топлива в масле происходит снижение как вязкости, так и температуры вспышки масла, что можно проверить в лабораторных условиях.

Следует иметь в виду, что при отсутствии протекания топлива в масло при эксплуатации двигателя вязкость масла увеличивается. Это явление закономерно, т.к. в масло поступают продукты сгорания топлива и окисления самого масла. Поэтому снижение вязкости масла при эксплуатации двигателя является признаком наличия в нём топливной составляющей.

2.4. Износ втулок в корпусе масляного насоса.

В этом случае снижается производительность масляного насоса из-за утечек масла через увеличенные зазоры во втулках. Дефект обнаруживается при осмотре насоса и перемещении валика во втулках, запрессованных в корпусе насоса.

2.5. Нарушение работы клапанов системы смазки.

Поломки пружины клапанов в эксплуатации встречаются очень редко из-за малых нагрузок на них. Значительно чаще происходит закоксовывание клапанов в открытом или закрытом состоянии из-за низкого качества применяемого масла или при увеличении времени его работы в двигателе.

Рассмотрим влияние закоксовывания клапанов в открытом состоянии на давление масла в системе. Так, при закоксовывании редукционного клапана 4 (рис. 1) в открытом состоянии уменьшается подача масла в систему смазки, особенно при малых частотах вращения коленчатого вала, т.е. происходит снижение давления масла в системе.

При закоксовывании перепускного клапана 7 (рис. 1) в открытом состоянии резко ухудшается очистка масла.

Минувя полнопоточный фильтр, неочищенное масло поступает к парам трения, увеличивая их износ. Величина давления может не снижаться. Водитель извещается об открытии перепускного клапана сигналом (звуковым или световым). Необходимо отметить, что длительная работа двигателя с открытым перепускным клапаном недопустима. Допускается кратковременное его открытие (не более 10–15 с) только при пуске холодного двигателя. В случае длительного открытия перепускного клапана необходимо заменить масло и фильтрующие элементы полнопоточного фильтра в двигателе.

При закоксовывании в открытом состоянии дифференциального клапана 13 (рис. 1) проис-

ходит снижение циркуляционного расхода масла в системе и уменьшается подача масла к потребителям. Давление масла снижается в диапазоне малых частот вращения коленчатого вала и значительно реже при больших частотах.

При закоксовывании клапанов в закрытом состоянии возможны следующие явления. Так, при закрытии редукционного клапана увеличивается нагрузка на привод масляного насоса, особенно в период пуска и прогрева двигателя при низких температурах атмосферного воздуха, что может привести к его разрушению. Здесь же увеличивается давление масла перед элементами полнопоточного фильтра, что приводит к открытию перепускного клапана и даже к деформированию (раздавливанию) фильтрующих элементов. Оба эти явления ухудшают качество очистки масла и увеличивают износ деталей двигателя.

При закоксовывании в закрытом состоянии перепускного клапана резко увеличивается нагруженность элементов полнопоточного фильтра при пуске двигателя. В период прогрева двигателя при закрытом перепускном клапане и загрязнённых элементах возможно снижение давления масла из-за снижения пропускной способности элементов, т.е. уменьшение подачи масла к парам трения. Это явление часто возникает при использовании летних сортов масла в двигателе при низких температурах атмосферного воздуха. При частично загрязнённых элементах возможны их деформации вплоть до разрыва.

При закоксовывании дифференциального клапана в закрытом состоянии увеличивается циркуляционный расход масла через систему смазки, приводящий к повышению давления масла в зоне высоких частот вращения коленчатого вала и увеличению расхода масла через пары трения, что вызывает интенсивные барботаж и окисление масла. Здесь же возможно выделение масла наружу через систему вентиляции картера двигателя.

2.6. Снижение давления масла из-за увеличения износа в парах трения.

При износе пар трения увеличиваются зазоры между контактирующими деталями, что приводит к увеличению расхода масла через зазоры и снижению его давления. На двигателях ЯМЗ снижение давления масла по мере их эксплуатации происходит постепенно (рис. 1), т.к. запас производительности масляных насосов на этих двигателях достаточно велик. Резкое снижение давления масла отмечается только при интенсивном износе пар трения, что связано, как правило,

с нарушением правил эксплуатации (применение масел, не соответствующих рекомендациям завода-изготовителя; не выдерживаются сроки замены масла и фильтрующих элементов и др.).

Выводы

Установлено, что основным диагностическим параметром системы смазки двигателей является давление в главной магистрали при минимальных оборотах холостого хода. Именно это давление лимитирует работоспособность двигателей до пробега 300–350 тыс. км, достигая предельно-

го значения 0,05÷0,06 МПа (0,5÷0,6 кгс/см²), при котором двигатель должен быть остановлен для проведения ремонта.

Возникновение неисправностей, приводящих к интенсивному снижению давления в главной магистрали, связано с нарушением правил эксплуатации двигателей. Основными причинами возникновения неисправностей являются применение масел, не соответствующих рекомендациям заводов-изготовителей, а также нарушение сроков замены масел (недопустимая переработка).

Литература

1. Силовые агрегаты ЯМЗ-236Н и их модификации. Руководство по эксплуатации 236НЭ-3902150 РЭ [Текст]. – Ярославль: ОАО «Автодизель» (ЯМЗ). – 392 с.
2. Антропов, Б.С. Диагностирование автомобилей [Текст]: учебное пособие / Б.С. Антропов, Ю.З. Звонкин, А.А. Крайнов. – Ярославль: ЯГТУ, 2010. – 217 с.

References

1. Silovye agregaty JaMZ-236N i ih modifikacii. Rukovodstvo po jekspluatácii 236NJe-3902150 RJe [Tekst]. – Jaroslavl': OAO «Avtodizel'» (JaMZ). – 392 s.
2. Antropov, B.S. Diagnostirovanie avtomobilej [Tekst]: uchebnoe posobie / B.S. Antropov, Yu.Z. Zvonkin, A.A. Krajnov. – Jaroslavl': JaGTU, 2010. – 217 s.

ОБЪЯВЛЕНИЕ

В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2019 году вышло учебное пособие, получившее гриф Федерального УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК»)

«ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ»

Авторы: В.В. МОРОЗОВ, П.С. ОРЛОВ, В.В. ШМИГЕЛЬ

Учебное пособие содержит сведения, необходимые для формирования профессиональных компетенций при подготовке бакалавров по направлению «Агроинженерия», и рекомендуется Научно-методическим советом по технологиям, средствам механизации и энергетическому оборудованию в сельском хозяйстве Федерального УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству для использования в учебном процессе.

В учебном пособии представлены курс лекций и практические работы по разделу «Линейные электрические цепи» дисциплины «Теоретические основы электротехники» с контрольными вопросами и задачами для самопроверки обучающихся.

УДК 621.317; ББК 31.21; ISBN 978-5-98914-201-9; 334 СТР.

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**