

УДК 629.114.2.004.5

А. Н. Карташевич, О. В. Понталёв, А. В. Гордеенко

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СМАЗЫВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЁТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСЛА

Произведена оценка использования некоторых параметров масла в качестве критериев оценки контроля его качества.

Предложены способы и схемы, позволяющие обеспечить контроль качества масла и температуры в системе смазки авто-тракторных двигателей.

Ключевые слова: кинематическая вязкость масла, смазывающие свойства, диэлектрическая проницаемость, система смазывания, присадки, защита двигателя.

Введение. Основное назначение системы смазывания двигателя — смазка трущихся деталей, частичное их охлаждение и удаление продуктов износа. Данные процессы протекают при высоком давлении и температуре, поэтому к смазочным маслам предъявляется ряд требований: достаточная вязкость на всех эксплуатационных режимах, высокая маслянистость, противоокислительная устойчивость, отсутствие свободных минеральных кислот и щелочей, воды и механических примесей, высокая температура вспышки и малая испаряемость [1, с. 124].

В процессе эксплуатации, в зависимости от условий, свойства масла ухудшаются, поэтому возникает необходимость его замены, периодичность которой зависит от ряда факторов: продолжительности работы масла в двигателе, степени изношенности двигателя, качества масла, дорожных и климатических условий [2, с. 42].

Следовательно, возникает проблема определения степени его пригодности к дальнейшей эксплуатации ввиду достаточно высокой стоимости масла и дополнительных затрат времени на его замену в системе смазывания двигателя.

Для решения данной проблемы необходимо определить параметр оценки качества масла и способ его контроля.

Проведём анализ основных параметров масла в целях определения возможности их использования в качестве критерия оценки качества масла.

Основная часть. Одним из важных параметров, характеризующих масло, является его кинематическая вязкость, величина которой функционально зависит от температуры.

Вязкость — одна из важнейших характеристик масел. Моторные масла, как и большинство смазочных материалов, изменяют вязкость в зависимости от своей температуры, и чем ниже температура, тем больше вязкость, и наоборот.

Так, для обеспечения более эффективного пуска холодного двигателя (проворачивание коленвала стартером и подача масла по системе смазывания) при низких температурах вязкость не должна быть очень большой, и наоборот, для создания прочной масляной плёнки между трущимися деталями и необходимого давления в системе при высоких температурах масло не должно иметь очень малую вязкость.

При рабочей температуре в двигателе вязкость масла должна быть низкой: с одной стороны, улучшается его просачиваемость через зазоры между деталями, лучше отводится тепло и снижается трение, с другой — масло с повышенной вязкостью меньше выгорает и обеспечивает более высокие нагрузки в механизмах.

Поэтому для двигателей с высокой степенью износа деталей более эффективным является использование более вязкого масла, для новых двигателей — масла с меньшей вязкостью (улучшает приработку деталей и уменьшает потери на трение) [3, с. 78].

Таким образом, величина вязкости масла в двигателе — компромиссное решение, и использовать этот показатель в качестве параметра контроля качества не представляется возможным.

Для улучшения эксплуатационных свойств в масла добавляют в незначительных количествах (3...6% от объёма) присадки, повышающие определённые свойства масел.

При современном уровне развития двигателестроения использование масла без присадок является практически невозможным, так как не представляется возможным создание масел, которые обеспечили бы эффективную защиту двигателя и одновременно не разрушались бы в течение длительного времени. Поэтому все современные моторные масла содержат в своём составе пакет (набор) присадок, содержание которых суммарно может достигать 20%.

Для облегчения выбора масла требуемого качества для конкретного типа двигателя и условий его эксплуатации разработаны системы классификации. В настоящее время одновременно существуют несколько международных систем классификации моторных масел — API, ILSAC, ACEA, а также государственные стандарты для стран СНГ. В каждой системе моторные масла подразделяются на ряды и категории, основанные на уровне качества и назначении. Эти ряды и категории созданы по инициативе национальных и международных организаций нефтеперерабатывающих компаний и автопроизводителей. Назначение и уровни качества являются основой ассортимента масел. Наряду с общепринятыми системами классификаций существуют и требования (спецификации) производителей автомобилей. Кроме классификаций масел по уровню качества используется и система классификации по вязкости — SAE.

В процессе эксплуатации масла присадки, которые являются химическими веществами, распадаются на более простые соединения или образуют более сложные вследствие химических реакций.

Контроль качества масла по количеству присадок — процесс дорогостоящий, который проводится в стационарных условиях при помощи химического или спектрального анализа.

При эксплуатации автотракторной техники в полевых условиях качество масла можно оценивать визуальным способом по величине допустимого содержания механических примесей и топливных фракций [2, с. 67].

Сущность способа заключается в следующем: капля масла помещается на белую фильтровальную бумагу, и по цвету сердцевинки и пояски судят о качестве масла (при совершенно чёрной сердцевине и тёмно-коричневом пояске масло нуждается в замене) (рисунок 1).

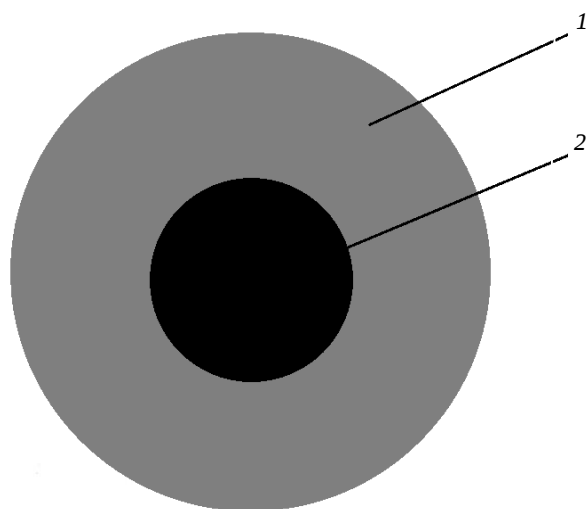
Однако данный способ является недостаточно эффективным ввиду своей цикличности, что требует строгого соблюдения временных периодов между замерами.

Поэтому контроль качества масла при эксплуатации автотракторных двигателей предлагается обеспечивать устройством, разработанным на кафедре «Тракторы и автомобили» учреждения образования

«Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» [4, с. 2]. В данном устройстве параметром контроля качества масла является его диэлектрическая проницаемость, которая уменьшается при ухудшении его смазывающих свойств.

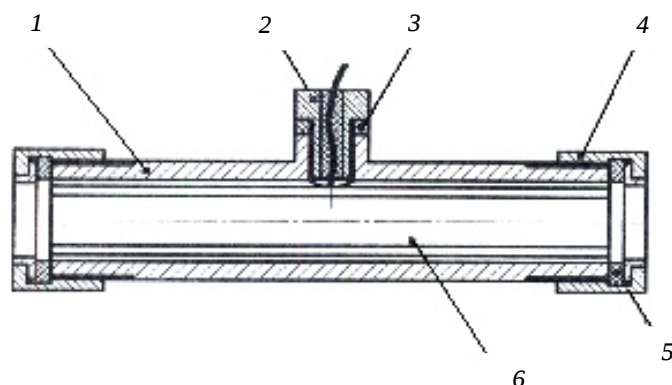
Датчик (рисунок 2) данного устройства устанавливается в масляную магистраль системы смазывания двигателя после фильтра очистки. Перед началом работы устройства контроля качества масла необходимо произвести его настройку.

Через определённые промежутки времени, равные 100 моточасам работы двигателя, производится оценка качества масла стационарным способом. Она проводится до тех пор, пока масло будет являться пригодным для работы в системе смазывания двигателя. Далее все контрольные пробы, полученные в результате анализа, используются в качестве эталонного материала в цилиндрической полости датчика диэлектрической проницаемости при настройке (при этом устройство не подключено



1 — поясок; 2 — сердцевина

Рисунок 1 — Капельная проба масла



1 — корпус; 2 — полый болт; 3 — изолирующая прокладка;
4 — соединительная гайка; 5 — уплотнительная прокладка; 6 — обкладка
конденсатора

Рисунок 2 — Датчик устройства

к системе смазывания), где по величине ёмкости датчика устройства производится настройка бортового компьютера и светосигнального элемента на параметры качества эталонного масла.

После проведённой настройки схемы устройства, предназначенного для контроля качества масла, его датчик подключают к системе смазывания автотракторного двигателя, а аппаратное обеспечение — к источнику напряжения.

Электрическая схема компараторного индикатора контроля диэлектрической проницаемости масла в автотракторных двигателях (рисунок 3) состоит из двух изоляционных прокладок 6 и двух металлических пластин, которые являются обкладками конденсатора 2 и установлены внутри маслопровода 3, электронной схемы, содержащей подстроечный конденсатор 5 и параллельно соединённый с ним высокоомный переменный резистор 4, настроенные под эталонные параметры масла и генератора синусоидальных колебаний 1. Также в электронную схему входит компаратор, состоящий из двух операционных усилителей 10 и 11, резисторы 7 и 8, делитель напряжения, состоящий из резисторов 9 и 15, одного последовательно, а второго параллельно соединённого диода 14 и 16 соответственно, аналого-цифрового преобразователя 23, подключённого к бортовому компьютеру 24, электронного ключа, состоящего из транзисторов 19 и 22, резисторов 12, 13, 17 и 20 и подстроечного резистора 18, индикаторного устройства 21.

Рассмотрим принцип работы компараторного индикатора контроля диэлектрической проницаемости масла в автотракторных двигателях.

От генератора синусоидальных колебаний 1 на две изолированные пластины 2 и подстроечный конденсатор 5 с высокоомным переменным резистором 4 через резисторы 7 и 8 подведено напряжение.

Проходя через резистор 7 на подстроечный конденсатор 5 с высокоомным переменным резистором 4, ток создаёт падение напряжения на резисторе 8. Ток, проходящий по цепочке «резистор 8 — две изолированные пластины 2», создаёт падение напряжения на резисторе 7.

Так как электрические параметры подстроечного конденсатора 5 с высокоомным переменным резистором 4 подстроены под соответствующие параметры двух металлических пластин 2, изолированных от маслопровода 3 прокладками 6, то и падения напряжения на резисторах 7 и 8 будут одинаковыми.

Напряжение с резистора 7 подводится на инвертирующий вход операционного усилителя 11, а напряжение с резистора 8 — на неинвертирующий вход операционного усилителя 10. Эти небольшие напряжения усиливаются операционными усилителями 10 и 11.

При равенстве падений напряжения на резисторах 7 и 8 напряжения на резисторах 9 и 15, подключённых к выходу операционных усилителей, одинаковы по амплитуде и противоположны по фазе, следовательно, они взаимно компенсируются, поэтому напряжение равно нулю. Вследствие этого напряжение смещения на базе транзистора 19 не изменяется, не увеличивается положительный потенциал

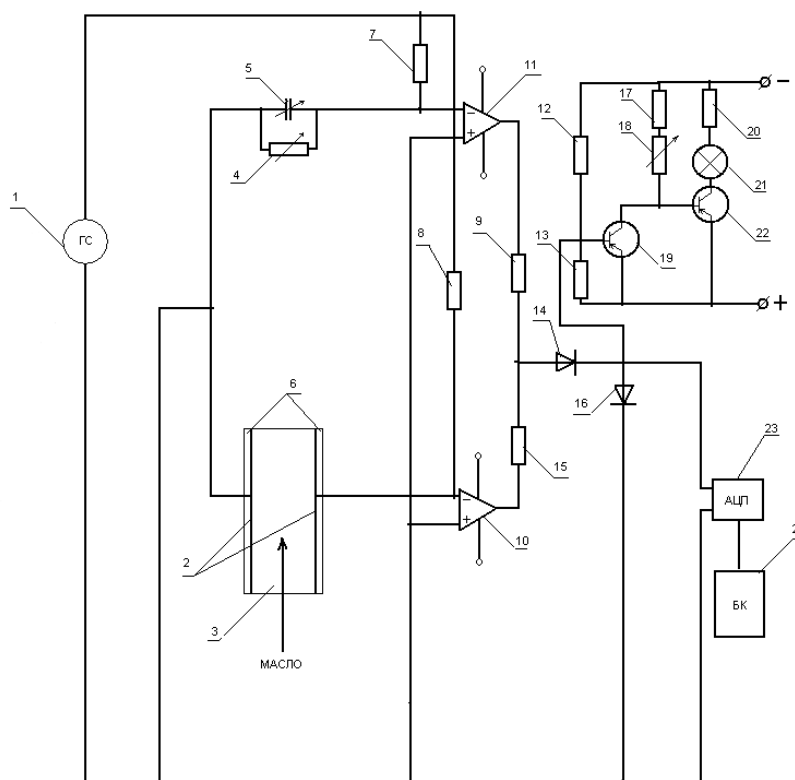


Рисунок 3 — Электрическая схема компараторного индикатора диэлектрической проницаемости масла

на базе транзистора 22, который находится в закрытом состоянии, и отключённом индикаторном устройстве 21. Порог срабатывания электронного ключа — подстройка под масло, которое необходимо заменить, — устанавливается переменным резистором 18.

При попадании в зону двух пластин 2 масла, диэлектрическая проницаемость которого отличается от эталонной, возникает напряжение. Оно через диод 14 подаётся на базу транзистора 19, создавая уменьшение отрицательного потенциала на его коллекторе, что, соответственно, приводит к открытию транзистора 22 и включению индикаторного устройства 21, сигнализирующего о необходимости замены масла.

Эксплуатация автотракторного двигателя осуществляется в большом диапазоне температур окружающей среды, и поэтому, как правило, в зимний период происходит принудительная блокировка масляного радиатора с целью не допустить переохладения масла, а в летний период, вследствие высокой температуры окружающей среды, масло теряет свою вязкость. Переохладение масла, как и его перегрев, ухудшают его свойства и качество в период эксплуатации.

Поэтому на кафедре «Тракторы и автомобили» была предложена модернизация системы смазывания автотракторного двигателя посредством включения дополнительных элементов, позволяющих улучшить её работу, — электромагнитных клапанов, датчика температуры и дополнительного масляного радиатора.

Элементы, дополняющие систему смазывания (рисунок 4), позволяют расширить её функциональные возможности и автоматически контролировать температуру масла в заданных пределах.

Модернизированная система смазывания может работать в трёх различных режимах (рисунок 5).

Работа системы смазывания:

1) масло охлаждается лишь в основном масляном радиаторе, при этом температура масла находится в пределах 75...95°C. На передней панели в кабине водителя об этом сигнализирует светосигнальный элемент зелёного цвета (VD1);

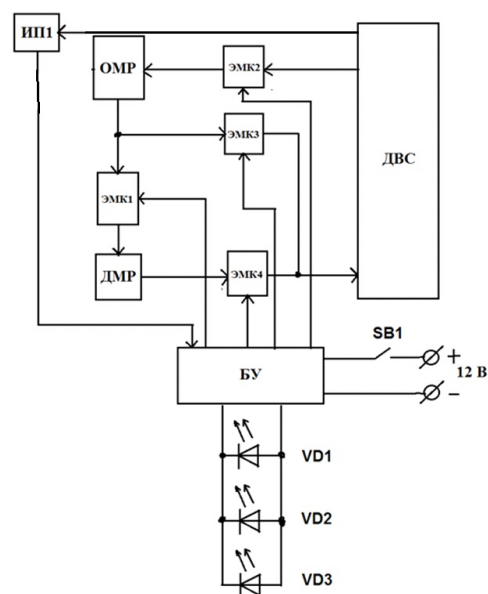
2) масло не поступает для охлаждения в масляный радиатор (зимний период времени) при температуре масла ниже 75°C. На панели загорается светосигнальный элемент жёлтого цвета (VD2);

3) если температура масла выше 95°C, к работе основного радиатора подключается добавочный масляный радиатор. На панели загорается светосигнальный элемент красного цвета (VD3).

Контроль температуры масла в системе смазки обеспечивает измерительный преобразователь температуры ИП1 (терморезистор), установленный в поддон картера двигателя.

Обработку информации о температуре масла и подачу управляющих сигналов на электромагнитные клапаны обеспечивает блок управления, построенный на базе микропроцессорной техники.

Заключение. Данный способ контроля качества масла и предложенная модернизация системы смазывания двигателя позволят в эксплуатационных условиях повысить эффективность использования автотракторных двигателей, увеличить срок их службы при снижении эксплуатационных затрат за счёт более рационального использования горюче-смазочных материалов и температурного баланса двигателя.



ИП1 — терморезистор; ОМР — основной масляный радиатор; ДМР — дополнительный масляный радиатор; ЭМК1...4 — электромагнитные клапаны; БУ — блок управления; ДВС — двигатель внутреннего сгорания; VD1 — светосигнальный элемент зелёного цвета; VD2 — светосигнальный элемент жёлтого цвета; VD3 — светосигнальный элемент красного цвета

Рисунок 4 — Схема модернизированной системы смазки

ЭМК1	ЭМК2	ЭМК3	ЭМК4	ОМР	ДМР	VD1...VD3
выключен	включён	включён	выключен	включён	выключен	зелёный
выключен	выключен	выключен	выключен	выключен	выключен	жёлтый
включён	включён	выключен	включён	включён	включён	красный

Рисунок 5 — Порядок работы элементов модернизированной системы смазывания

Список цитируемых источников

1. Гуревич, А. М. Тракторы и автомобили / А. М. Гуревич, Е. М. Сорокин. — М. : Колос, 1974.
2. Крамаренко, Г. В. Техническое обслуживание автомобилей / Г. В. Крамаренко. — М. : Транспорт, 1968.
3. Емельянов, В. М. Энциклопедия начинающего автомобилиста / В. М. Емельянов. — М. : Бук-Пресс, 2006.
4. Компараторный индикатор контроля диэлектрической проницаемости масла в автотракторных двигателях : пат. 5402 Респ. Беларусь ; МПК F 01M 11/10 / А. Н. Карташевич [и др.] ; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. — № 020080840 ; заявл. 11.11.08 ; опубл. 30.08.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2009. — № 8.

Материал поступил в редакцию 20.01.2014 г.

To increase work efficiency of lubrication systems of automotive engines due to the introduction of control systems of indicators of oil. An assessment is made of the use of certain parameters of oil as criteria for assessment of quality control. Ways and schemes to ensure quality control of oil and temperature in the lubrication system of automotive engines.

Key words: kinematic viscosity, lubricity, dielectric constant, lubrication system, additives, motor protection.