

УДК 629.114.2.004.5

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

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ МАСЛА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Рассмотрена возможность внедрения в конструкцию дизельного двигателя системы автоматического контроля уровня и расхода масла на «угар».

**Ключевые слова:** конденсаторный датчик уровня, масло, дизельный двигатель.

**Введение.** Постоянный контроль технического состояния автотракторных средств при эксплуатации в агропромышленном комплексе имеет ограниченные возможности, поэтому различные дефекты обнаруживаются только после полной потери работоспособности или при значительном нарушении технических характеристик. Всё это увеличивает время простоя техники в ремонте и трудозатраты на её обслуживание до 40%, снижает уровень надёжности и долговечности, а эксплуатация автотранспортных средств с не выявленными, но присутствующими дефектами увеличивает расход топлива и смазочных материалов [1, с. 188].

Исправная работа системы смазки и хорошее качество масла имеют большое значение для безотказной и длительной работы двигателя без ремонта.

При недостаточной смазке двигатель перегревается, заклиниваются поршни в цилиндрах, вылавляются подшипники. При слишком обильной смазке масло проникает в камеры сгорания, где сгорает, и в результате на днищах поршней, на стенках камер сгорания и клапанах отлагается нагар, что приводит к ухудшению теплового баланса двигателя, и, соответственно, уменьшается время наработки двигателя без ремонта.

Уровень масла в поддоне картера двигателя оказывает существенное влияние на его работоспособность. Высокий уровень масла приводит к образованию при вращении коленвала масляной пены. Вместе с прорываемыми газами масляная пена и растущий объём масляного тумана попадает через систему вентиляции во впускной тракт двигателя и при отсутствии масляного сепаратора поступает в камеру сгорания. При этом происходит нарушение процесса смесеобразования и сгорания топлива в цилиндрах двигателя. При уровне масла ниже допустимого происходит падение давления в главной масляной магистрали, что вызывает ухудшение смазывания наиболее нагруженных узлов двигателя и, соответственно, приводит к уменьшению ресурса двигателя.

Двигатели внутреннего сгорания при нормальной работе потребляют некоторое количества масла, идущего на «угар», расход которого зависит от типа двигателя, нагрузки, частоты вращения и других факторов.

В большинстве двигателей «угар» масла возрастает при повышении частоты вращения, а при постоянной частоте вращения увеличивается пропорционально нагрузке.

Методы измерения расхода масла в двигателях не стандартизованы, но некоторые фирменные спецификации на моторные масла, допускаемые к применению, содержат указания о предельных значениях расхода масла на «угар» при определённых режимах работы двигателей. В современных автомобильных двигателях считается нормальным расход масла порядка 0,1...0,3% от расхода топлива. Для дизельных двигателей этот параметр существенно больше (от 0,8 до 3,0%).

Причины повышенного расхода масла можно разделить на две группы — штатный и нештатный. Штатный расход определяет выгорание масла с поверхности цилиндров, вынос масла на впуск двигателя через систему вентиляции картера, расход на смазывание турбокомпрессора, протекание масла

через различные уплотняющие элементы. Нештатный расход масла зависит от протекания через сальники коленчатого вала, прокладку блока цилиндров, прокладку масляного фильтра, маслоотражательные колпачки клапанов двигателя, от износа маслосъёмных поршневых колец, перегрева и закоксовывания поршневых колец, разрушения межклапанных перемычек поршня, повышенного износа цилиндров, высокой вязкости смазочного масла, некачественного моторного масла, позднего сгорания в цилиндрах двигателя, неблагоприятных режимов эксплуатации двигателя, износа топливного насоса высокого давления.

Для более точного контроля уровня масла и величины его расхода при работе двигателя в легковых автомобилях ряда марок (Audi, Renault, Opel, BMW, Mercedes и многих других) используются датчики уровня масла, начиная от простых (поплавкового типа, индикатора уровня масла в комплексе и др.) до приборов, оснащённых лазерным индикатором.

Механический датчик является самым простым и наиболее широко используемым индикаторным устройством. Принцип действия магнитного, механического и других датчиков уровня поплавкового типа предполагает открытие или закрытие механического переключателя через прямой контакт с коммутатором или магнитным механизмом.

Электрическим датчиком пневматического типа контролируют уровень в опасных условиях, там, где нет электроэнергии или её использование ограничено, и в приспособлениях, работающих со сложными и агрессивными материалами.

Ультразвуковые датчики уровня предназначены для бесконтактного измерения уровня жидкостей высокой вязкости, а также сыпучих материалов. Датчики излучают высокочастотные (от 20 до 200 кГц) акустические волны, которые отражаются обратно к чувствительному элементу контролирующего устройства. Повышенная вибрация, пена, конденсат, химические испарения и изменение концентрации измеряемого материала влияют на результат работы ультразвукового датчика. Вибрация и пена искажают звуковую волну, в результате показания сенсора отличаются от действительных. Конденсат и химические испарения также могут искажать или поглощать звуковую волну.

Поскольку большинство масел имеют изолирующие свойства, датчики уровня проводящего типа редко используются для двигателей автомобилей. Электродные датчики идеально подходят для определения уровня для различных токопроводящих жидкостей (например, воды) и особенно хорошо — для очень агрессивных жидкостей [2, с. 141].

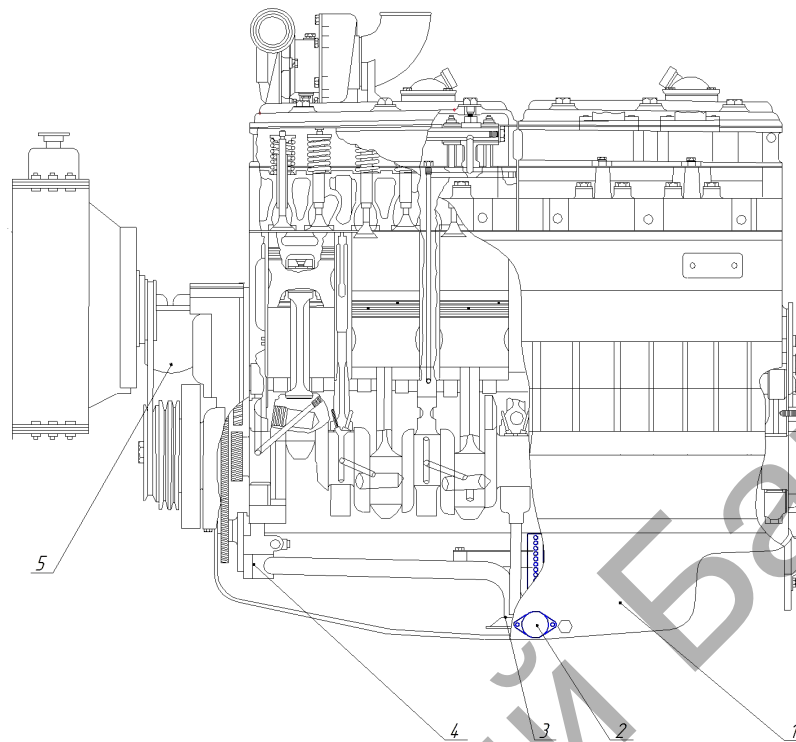
**Основная часть.** Отечественные дизельные двигатели, используемые в тракторостроении, оснащены системой ручного контроля уровня масла с помощью масляного щупа. Данный способ позволяет контролировать лишь предельно допустимые уровни масла, что не всегда является удобным, так как сложно определить расход масла на «угар». Поэтому для решения проблемы контроля уровня масла и величины его расхода предлагается система контроля, состоящая из датчика уровня конденсаторного типа и регистрирующего устройства.

Датчик уровня масла устанавливается в поддон картера дизельного двигателя Д 260.1 (рисунок 1).

Основным рабочим органом датчика (рисунок 2) являются две обкладки 1, между ними находится масло, уровень которого влияет на величину ёмкости датчика. Масло в колпак 3 датчика попадает через вертикальные отверстия в зависимости от его уровня в поддоне картера двигателя.

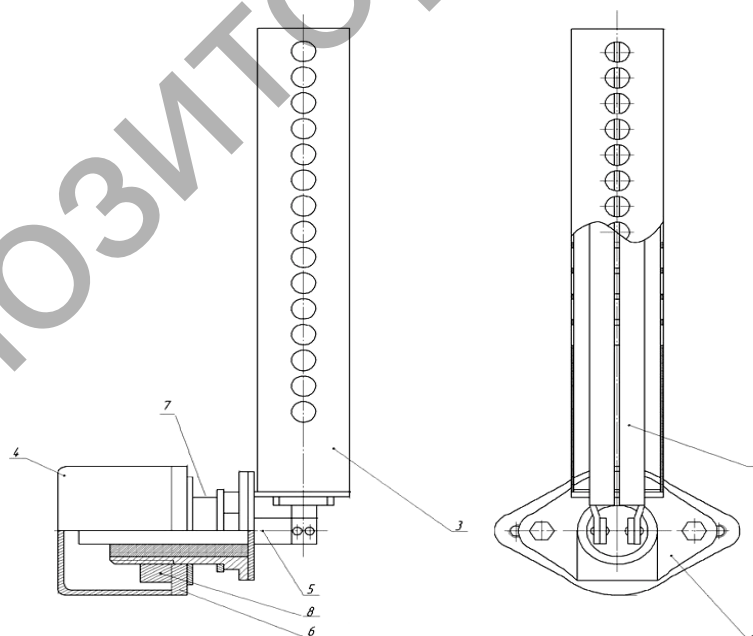
Электрическая схема контроля уровня масла работает следующим образом (рисунок 3). Генератор синусоидальных колебаний 1 вырабатывает переменное напряжение, вызывающее на конденсаторе 4 (датчике уровня масла) падение потенциала, значение которого будет зависеть от его ёмкости ( $R_c = 2\pi fc$ , где  $f$  — частота,  $c$  — ёмкость). Далее, с прохождением через светодиод 5 оптопары, происходит выпрямление синусоидального напряжения в пульсирующее с положительной амплитудой, и падение потенциала  $U_1$  преобразуется светодиодом 5 в оптическое излучение, падающее на фоторезистор 6.

В данной схеме стабилизатор тока содержит операционный усилитель 10, работающий в режиме повторителя напряжения, стабилитрон 9, обеспечивающий опорное напряжение  $U_2$ , полевой транзистор 8 и фоторезистор 6. Напряжения на стабилитроне 9 и фоторезисторе 6 одинаковы и противоположно направлены, а стабилизируемый ток равен  $U_2 / R_2$ .



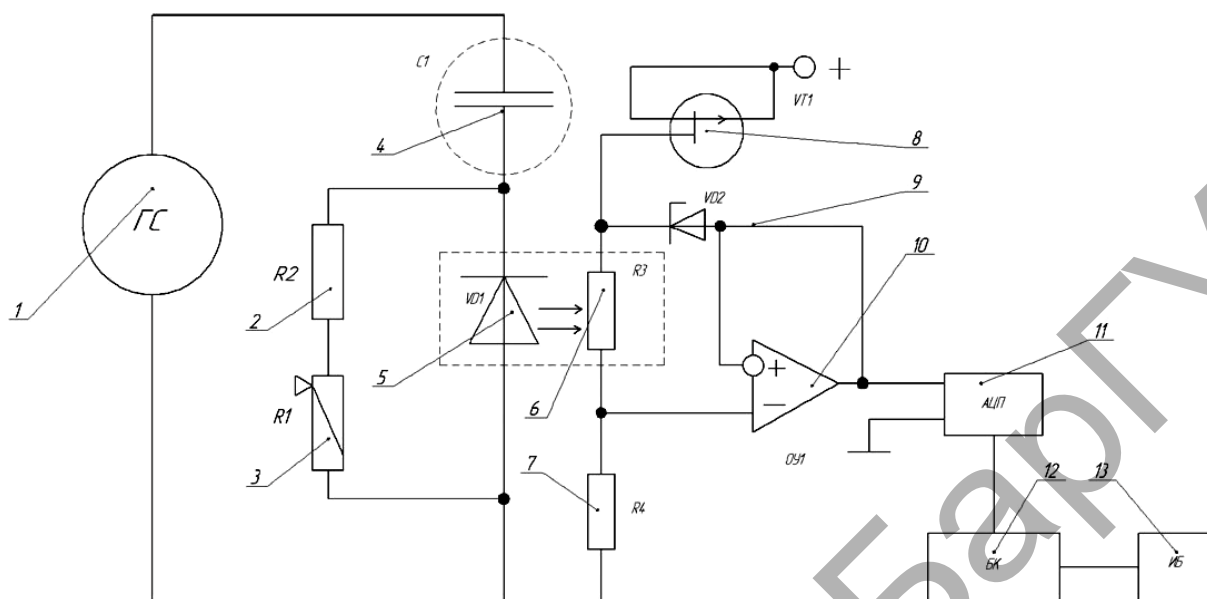
1 — поддон картера двигателя; 2 — датчик уровня масла; 3 — сетчатый фильтр с маслоприёмником; 4 — масляный насос; 5 — масляный фильтр

**Рисунок 1. — Двигатель Д 260.1**



1 — обкладка конденсаторного датчика; 2 — стакан крепёжный; 3 — колпак; 4 — крышка; 5 — контактная пластина; 6 — пластина крепёжная; 7 — корпус; 8 — гайка

**Рисунок 2. — Датчик уровня масла**



1 — генератор синусоидальных колебаний; 2, 7 — постоянный резистор; 3 — переменный резистор; 4 — конденсатор (датчик уровня масла); 5 — светодиод; 6 — фоторезистор; 8 — полевой транзистор; 9 — стабилитрон; 10 — операционный усилитель; 11 — аналого-цифровой преобразователь; 12 — бортовой компьютер

**Рисунок 3. — Электрическая схема контроля уровня масла**

Суммарный ток через стабилитрон 9 и фоторезистор 6 задаётся источником тока, построенным на полевом транзисторе 8, у которого затвор соединён с истоком. Выходное напряжение, снимаемое с операционного усилителя 10, имеющее величину  $U_2$ , подаётся на вход аналого-цифрового преобразователя 11 и преобразуется в цифровой код, поступающий в бортовой компьютер 12, который дополнительно фиксирует период появления пульсирующего напряжения с датчика уровня масла.

Определение уровня масла производится автоматически перед началом работы, после включения электропитания при неработающем двигателе.

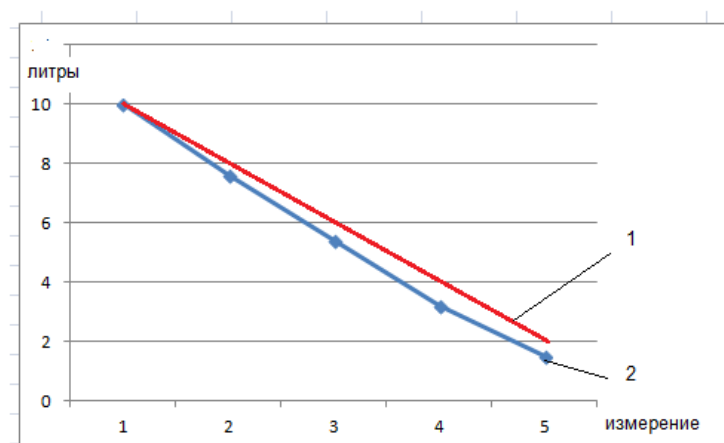
С помощью переменного резистора 3 происходит установка электрической схемы, системы контроля уровня масла в рабочее состояние, и на дисплее бортового компьютера появляется надпись «Устройство готово к работе».

При изменении уровня масла меняется ёмкость конденсатора (датчика уровня масла), что влияет на величину оптического излучения, падающего на фоторезистор. Всё это фиксируется бортовым компьютером, в соответствии с заложенной программой происходит оценка изменения величины уровня масла в двигателе.

Геометрические размеры системы контроля уровня масла подбираются таким образом, чтобы при наличии необходимого уровня масла в двигателе на экране бортового компьютера 12 горела надпись «Масло 100%».

Испытания датчика уровня масла проводились на кафедре тракторов и автомобилей учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Одновременно с конденсаторным датчиком уровень масла контролировался объёмным датчиком (мерный сосуд).

Результаты проведённого тестирования конденсаторного датчика уровня масла позволяют сделать вывод о его работоспособности с достаточно высокой степенью точности проводимых измерений (рисунок 4).



1 — графическая зависимость изменения уровня масла, определённая с помощью объёмного датчика; 2 — графическая зависимость изменения уровня масла, определённая с помощью конденсаторного датчика

**Рисунок 4. — Результаты экспериментальных исследований**

**Заключение.** Предложенная модернизация системы смазки двигателя позволит в эксплуатационных условиях повысить эффективность использования тракторных двигателей, увеличить срок их службы при снижении эксплуатационных затрат за счёт более рационального использования горюче-смазочных материалов и температурного баланса двигателя.

#### Список цитируемых источников

1. Понталёв О. В. Предлагаемые схемы измерительных устройств в системе контроля технического состояния трактора // Вестник БарГУ. 2013. № 1. С. 188—193.
2. Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. М. : СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.

The article examines the impact of oil level on the performance of the diesel engine. The analysis of possibilities of using different designs of level sensors and the elaborated automatic control system of the diesel engine oil level in which the executive converter uses the capacitor sensor has been put forward.

**Key words:** capacitor level sensor, oil, diesel engine.