

### Литература

1. Михайлов В.А., Карев С.В. Выбор рациональной энергосберегающей технологии нормализации теплового состояния водителя и оздоровления воздушной среды в кабине транспортных средств. // Вестник МАДИ (ГТУ), 2006. Вып. 7. - с. 96-100.
2. Михайлов В.А., Шарипова Н.Н. Оценка функциональных качеств локального воздухоохлаждителя в кабине трактора. // Тракторы и сельхозмашины, 2012, № 10. - с. 20-23.
3. Fanger P.O. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей. // АВОК, 2003, abok.ru.
4. Шарипов В.М., Михайлов В.А., Шарипова Н.Н. Климатическая комфортабельность колёсных и гусеничных машин. Методы обеспечения климатической комфортабельности и расчёт параметров установок. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 197 с.
5. Михайлов В.А. Создание системы модульных типизированных и унифицированных средств нормализации микроклимата и оздоровления воздушной среды в кабинах самоходных машин. Автореферат диссертации доктора наук. М.: МГТУ «МАМИ», 1999. 50 с.
6. Михайлов В.А. Орошаемые насадки воздухоохлаждителей кабин для запыленных условий эксплуатации. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1996, № 11. – с. 21-24.
7. Михайлов В.А., Карев С.В. Орошаемая насадка регулярной структуры для локального воздухоохлаждителя. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2008, № 7. – с. 33-35.
8. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов. / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А.Л. Карунин, В.В. Ломакин, В.М. Шарипов; Под общ. ред. В.М. Шарипова. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 256 с.
9. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Карев С.В. Нормализация теплового состояния оператора транспортного средства локальным охлаждением. // Безопасность жизнедеятельности, 2008, № 9. – с. 2-9.
10. Михайлов В.А., Сотникова Е.В. Выбор конструктивных параметров и характеристик пластинчатого аппарата мокрой очистки воздуха. - М.: МГТУ «МАМИ», 2010. - 27 с.

### **Способы диагностирования датчиков автомобильных электронных систем управления с гибридной силовой установкой**

к.т.н. проф. Набоких В.А., Сафронов А.В.  
Университет машиностроения  
495-223-05-23, доб. 1574, ate@mami.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные методы диагностирования датчиков микропроцессорных систем управления комбинированной силовой установки автомобиля. Поставлены задачи исследований процессов диагностики датчиков.

*Ключевые слова:* датчики, высоковольтная батарея, мотор-генератор, шина данных, моделирование, самодиагностика

Автомобили с комбинированной (гибридной) энергетической установкой (КЭУ) помимо электронных систем управления ДВС, мотор-генераторами, высоковольтной батареей (ВВБ), инвертером и другими агрегатами оснащены целым рядом электронных систем управления безопасностью дорожного движения, комфортом в салоне, средств парковки, курсовой устойчивости и др.

Системы управления агрегатами КЭУ для выполнения своих функций оснащены датчиками параметров, которые диагностируются сравнительно несложными диагностическими приборами, например тестерами. Основной перечень диагностируемых датчиков содержит:

- датчик массового расхода воздуха;
- датчик температуры охлаждающей жидкости ДВС;

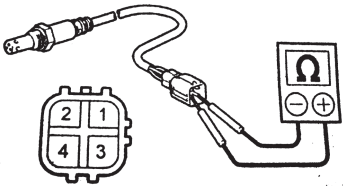
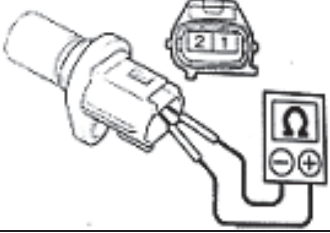

- датчик детонации;
- датчик давления паров топлива в баке;
- широкодиапазонный датчик состава топливно-воздушной смеси;
- кислородный датчик;
- датчик массового расхода воздуха;
- датчик положения распределительного вала;
- датчик частоты вращения ротора мотор-генератора;
- датчик температуры рабочей жидкости трансмиссии;
- датчики выбора и переключения режимов трансмиссии;
- датчики частоты вращения валов электродвигателей мотор-генераторов;
- датчик температуры охлаждающей жидкости инвертора;
- датчик положения педали акселератора;
- датчик температуры воздуха, подаваемого в ВВБ;
- датчик силы тока ВВБ;
- датчики температуры ВВБ.

Основные схемы измерения и значения диагностических параметров перечисленных выше датчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Основные диагностируемые параметры датчиков электронных систем управления КЭУ**

Название датчика	Выводы разъема датчика	Величина сопротивления или напряжения	Схемы выводов разъемов и измерений параметров датчиков
Датчик детонации	1 – 2	120...230кОм	Схема измерения не приводится
Датчик положения коленчатого вала ДВС	2 – 1	В холодном состоянии – 0,985...1,6кОм. В горячем – 1,265...1,89кОм	Конструкция и метод диагностики аналогичен датчику положения распределительного вала
Датчик температуры охлаждающей жидкости ДВС	1 – 2	20 <sup>0</sup> С – 2,32...2,59кОм 80 <sup>0</sup> С - 0,31...0,328 кОм	
Датчик давления паров топлива в баке	1 – 3 2 – 3	4,4...5,5В 26...30Ом	
Широкодиапазонный датчик состава смеси	1 – 2 2 – 4	При 20 <sup>0</sup> С– 1,8...3,4Ом 10кОм и выше	

Кислородный датчик	1 – 2 1 – 4	При 200С– 11,0...16Ом; 10кОм и выше	
Датчик положения распределительного вала	2 – 1	В холодном состоянии – 1,6...2,74кОм. В горячем – 2,068...3,225кОм	
Датчик частоты вращения валов мотор-генераторов	1 – 4 2 – 5 3 – 6	МГ2 (МГ1) 12,8...16,8; (7,65...10,2) В 7,65...10,2% (12,8...16,0)В;	Конструкция аналогична датчикам частоты вращения вращающихся элементов
Датчик температуры рабочей жидкости трансмиссии	1 – 6 3 – 6	При 10 <sup>0</sup> С – 87,3...110,5 кОм; При 40 <sup>0</sup> С – 23,8...28,5 кОм	Конструкция аналогична любому датчику температуры, диагностика также аналогична диагностике таких датчиков
Датчик положения педали акселератора	Педаль не нажата Педаль нажата до упора	0,5...1,1В  2,6...4,5В	Измеряют между выводами оазьема D блока управления ГУ – В-26 и В-27
Датчик температуры воздуха, подаваемого в ВВБ		Не контролируют	– –
Датчик силы тока ВВБ	1 – 3 * 1 – 3( 2 - 3	3,5...4,5 кОм 5,...7, 0 кОм Менее 2,0 кОм	

Приведенные простейшие методы измерений параметров датчиков в эксплуатации не всегда дают возможность определить их неисправность, поэтому все электронные системы имеют систему встроенной диагностики (система самодиагностирования). Для определения кодов неисправностей электронных систем управления широко применяют сканеры и мотор-тестеры.

Поскольку на автомобилях все электронные системы управления связаны между собой линией CAN, для внешней диагностики датчиков этих микропроцессорных систем CAN представляет двухпроводную сеть, в которой жгуты проводов заменены двумя проводами. Один – силовой, подводящий питание к мощным потребителям. Второй – линия передачи управляющих сигналов для подключения потребителя.

Система шин данных (CAN) позволяет объединить в локальную сеть электронные блоки управления, специальные датчики и диагностировать блоки управления, системы пассивной и активной безопасности. Система обеспечивает:

- распознавание внутренних и внешних помех;
- высокую живучесть системы при выходе из строя одного из блоков управления и обеспечивает обмен данными между ее работоспособными компонентами;
- высокую плотность потока данных с целью обеспечения всех блоков управления в каждый момент времени одинаковой информацией, а при отказах системы получать инфор-

мацию о неисправности;

- высокую скорость передачи данных в реальном масштабе времени.

Сеть CAN объединяет блоки управления через приемопередатчики (трансиверы) таким образом, что ни один из них не имеет приоритета. Такая сеть называется многоабонентской по своей архитектуре. Для обеспечения высокой помехозащищенности по внешнему полю сети она имеет второй соединительный провод, по которому сигналы передаются в обратном порядке.

Поэтому возникает необходимость создания уточненной методики с диагностическим прибором для проведения диагностики датчиков, связанных между собой мультиплексной системой связи. Поставленная задача решается созданием математического обеспечения для существующих отечественных мотор-тестеров и математических моделей состояния отказа датчика электронной системы управления.

### Литература

1. Куликов И. Динамическое программирование как инструмент теоретического исследования силовой установки гибридного автомобиля. МГТУ «МАМИ», диссертация, 2010.
2. Набоких В.А. Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов. М., изд. Форум, 2013, 286 с. илл.

### **Прямое управление моментом тягового асинхронного электродвигателя**

д.т.н. проф. Овсянников Е.М., д.т.н., проф. Ивоботенко Б.А., д.т.н. проф. Юркевич В.М.,  
д.т.н. проф. Кошеляев Е.М.  
*Университет машиностроения  
8 (495) 223-05-23, доб. 1312*

*Аннотация.* В статье предложена новая система прямого управления моментом тягового асинхронного электродвигателя с пространственно-векторной модуляцией питающего напряжения. Приведены результаты имитационного моделирования системы тягового асинхронного электропривода, показаны достоинства разработанной системы управления электроприводом: простота исполнения, высокое динамическое качество, малые пульсации электромагнитного момента.

*Ключевые слова:* асинхронный двигатель, прямое управление моментом с пространственно-векторной модуляцией

В настоящее время гибридные автомобили признаны стать автотранспортными средствами, позволяющими в ближайшем будущем решить проблемы экономии топлива и снижения токсичных выбросов традиционных автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Среди типов электродвигателей, пригодных для применения на гибридных автомобилях, трехфазные тяговые асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором (АД) отличаются простотой конструкции, низкой стоимостью, высокой надежностью, налаженной технологией производства и малыми затратами на обслуживание. Регулирующие качества современных тяговых асинхронных электроприводов (ЭП) не уступают ЭП постоянного тока, благодаря применению передовых методов управления электрическими машинами переменного тока, один из которых – метод прямого управления моментом (ПУМ) [1], получивший широкое распространение в последнее десятилетие. По сравнению с векторными системами управления (СУ) координатами ЭП системы ПУМ обладают достоинствами: простотой реализации из-за отсутствия операции преобразования координат из неподвижной системы во вращающуюся (и обратно), отсутствием широтно-импульсного модулятора (ШИМ) напряжения статора, исключением контуров регулирования проекций вектора тока статора; высокой динамикой контуров регулирования потокосцепления статора (ПСС) и момента благодаря применению гистерезисных регуляторов и таблицы оптимальных переключений силовых ключей преобразователей частоты (ПЧ).