

1.4 ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

Датчики температуры представляют собой термозависимый резистор с отрицательным коэффициентом сопротивления (NTC), т.е. сопротивление уменьшается с повышением температуры окружающей среды. Напряжение сигнала датчика обратно пропорционально температуре. Чем выше температура, тем ниже напряжение сигнала и наоборот.

Датчики давления измеряют абсолютное давление, т.е. сумму атмосферного и избыточного давления. Напряжение сигнала датчика прямо пропорционально давлению. Высокое давление соответствует высокому напряжению сигнала и наоборот.

Характеристики датчиков хранятся в памяти ЭБУ, которая определяет температуру и давление как функцию полученного значения напряжения.

1.4.1 МЕСТО УСТАНОВКИ ДАТЧИКОВ

Датчики регистрируют рабочие параметры (давления, температуры, частоту вращения коленчатого вала и др.) и задаваемые величины (положение педали акселератора, положение заслонки рециркуляции ОГ и др.) и превращают их в электрические сигналы.

Места установки датчиков на двигателях семейства ЯМЗ-530 показаны на рисунке 4. Для лучшего восприятия виды двигателей на рисунке несколько упрощены. Расположение датчиков на конкретных двигателях может несколько отличаться от того, что показано на рисунке, и зависит от назначения двигателя.

Назначение и обозначение датчиков приведено в таблице 1.

Электрическая схема подключения датчиков приведена в Приложении А на рисунке А1. Большинство датчиков и исполнительных механизмов, необходимых для управления работой двигателя, подключено к жгуту датчиков или форсунок.

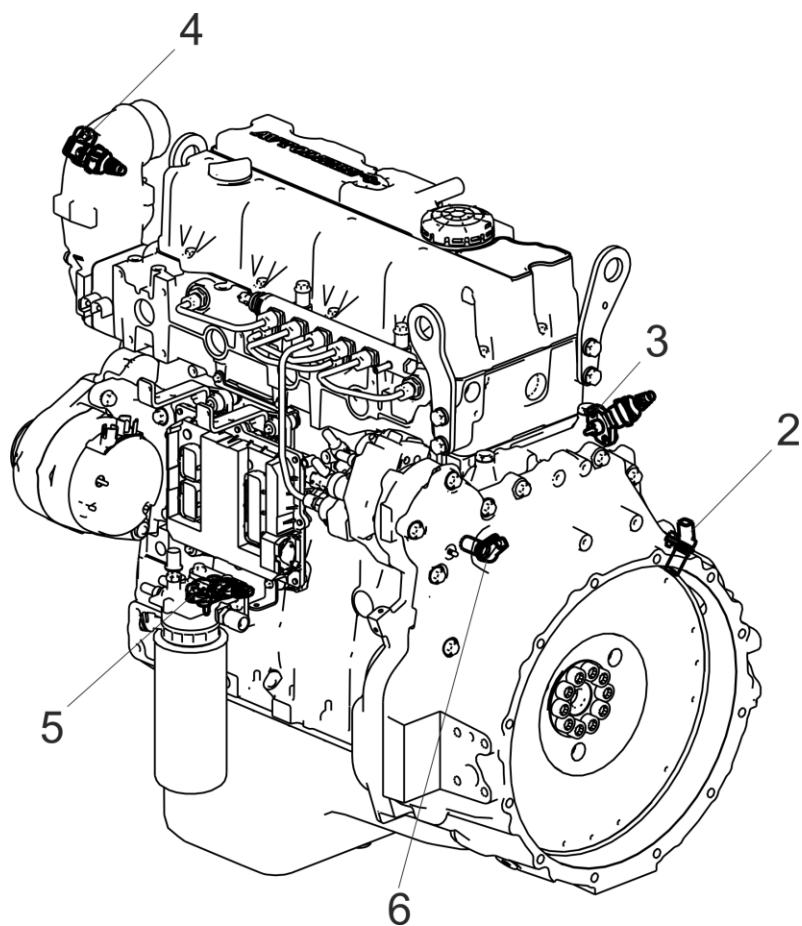
Схема подключения датчиков и исполнительных механизмов к жгуту датчиков и форсунок для двигателей семейства ЯМЗ-530 одинакова. Некоторые датчики и исполнительные механизмы, связанные с электрической схемой ТС, например, датчики педали акселератора, подключены к промежуточному жгуту ТС. Поскольку потребители могут устанавливать собственный промежуточный жгут, то схема подключения некоторых датчиков в этом жгуте, в зависимости от модели двигателя и ТС, может отличаться.

На схеме электрической (см. рисунки А1, А1а, А1б в приложении А) и на рисунках разъемов датчиков, приведенных в инструкции, подсоединение проводов к контактам датчиков обозначаются цифрами, например, «1.81, 2.10, 3.09». Цифры 1, 2 и 3, стоящие в начале обозначения (перед точкой), указывают наименование разъема ЭБУ или жгута, к которому подключен датчик, см. п.1.2.1, а именно: 1 - жгут промежуточный (для транспортного средства), 2 - жгут датчиков; 3 - жгут форсунок. Последние две цифры, стоящие в обозначении после точки, указывают обозначение контактов в соответствующем разъеме жгута (например, «2.10» обозначает, что контакт датчика частоты вращения распределительного вала соединен жгутом датчиков с контактом № 10 разъема 2 электронного блока управления).

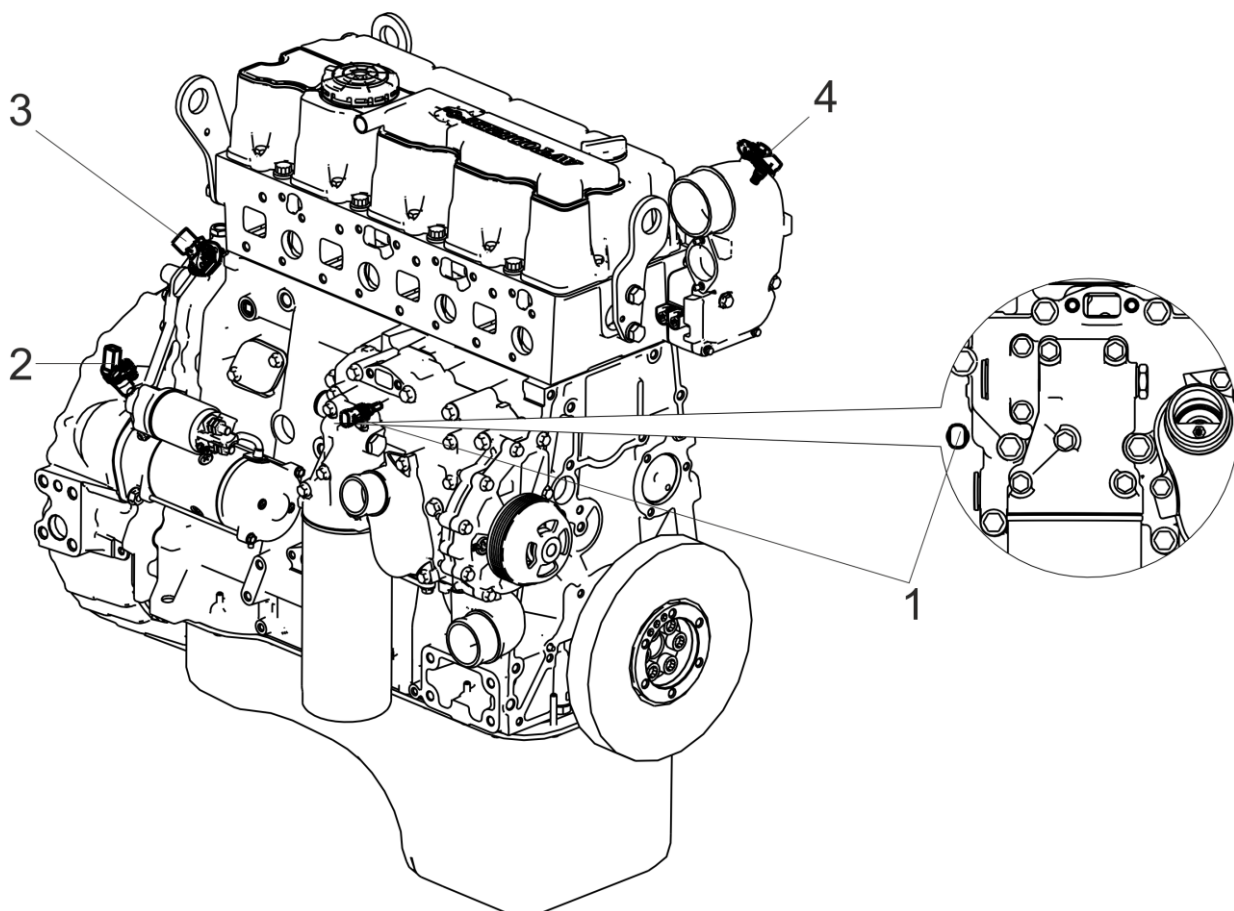
1.4.2 ОТКАЗЫ ДАТЧИКОВ

Отказ любого из датчиков может быть вызван следующими неисправностями:

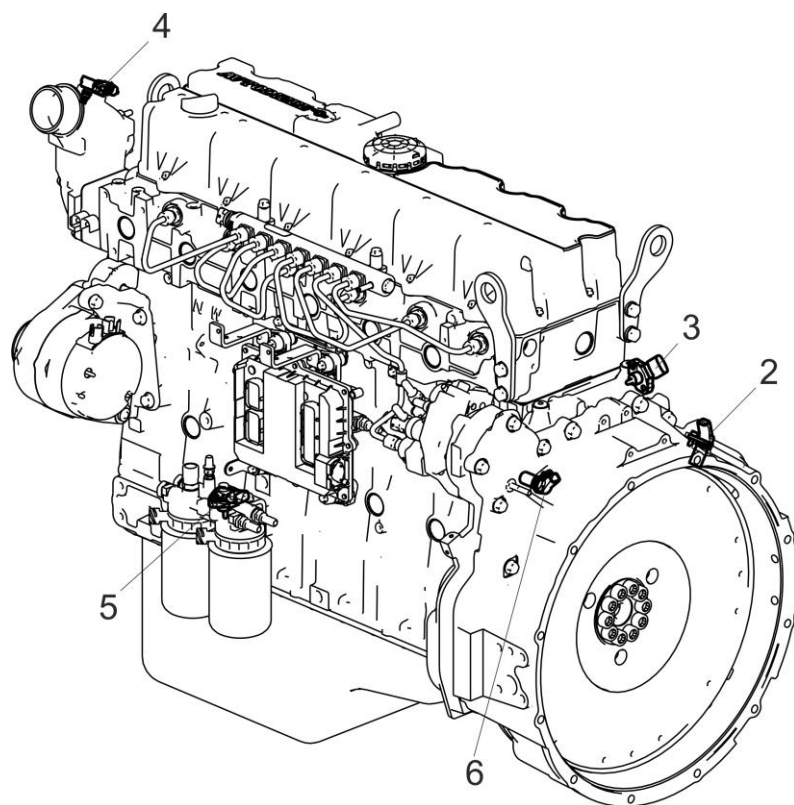
- Выходная цепь датчика разомкнута или имеет обрыв.
- Короткое замыкание вывода датчика на "+" или на массу аккумуляторной батареи.
- Показания датчика выходят за пределы регламентированного диапазона.



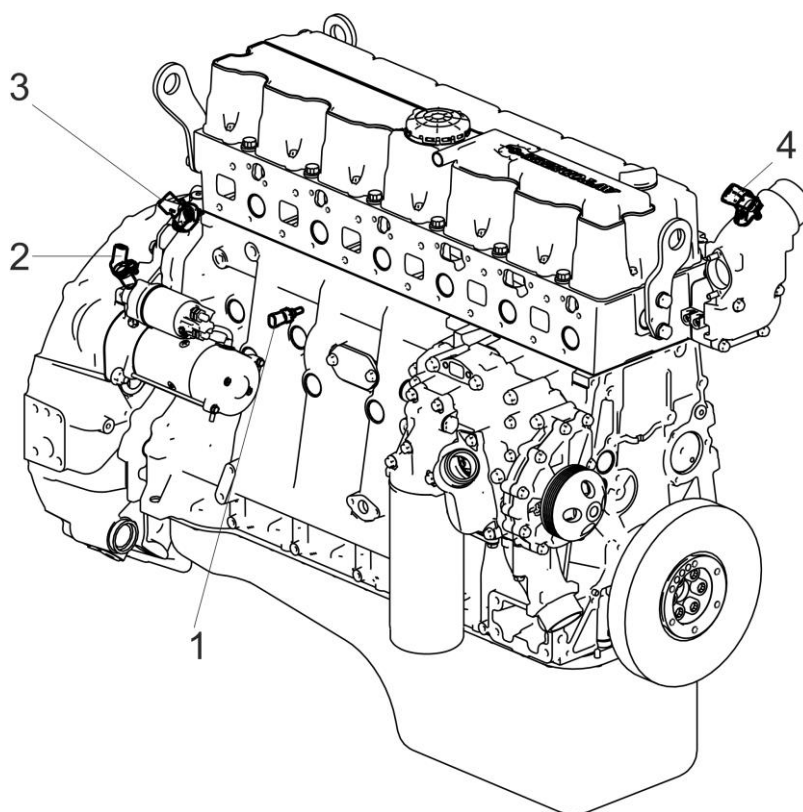
а) – Расположение датчиков на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340. Вид слева



б) - Расположение датчиков на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340. Вид справа



в) - Расположение датчиков на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536. Вид слева



г) - Расположение датчиков на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536. Вид справа

1 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 2 - датчик частоты вращения коленчатого вала; 3 - датчик температуры и давления масла; 4 - датчик температуры и давления воздуха; 5 - датчик температуры и давления топлива; 6 - датчик частоты вращения распределительного вала

Рисунок 4 – Расположение датчиков

Таблица 1 - Датчики контроля параметров работы двигателя

№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и ф. «BOSCH»	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
1	Датчик атмосферного давления воздуха, встроенный в ЭБУ	Встроен в ЭБУ ф.Bosch	(60...115) кПа абс. Измеряет атмосферное давление в месте размещения ЭБУ	Служит для расчета коррекции цикловой подачи по атмосферному давлению	Назначается давление по умолчанию
2	Датчик частоты вращения коленчатого вала DG6 (индуктивный) ф.Bosch	650.1130544 0 281 002 315	(0 ... n _{max}) мин ⁻¹	Определяет частоту вращения и положение коленчатого вала для расчета момента начала впрыска и количества впрыскиваемого топлива	Включается лампа, затруднен пуск двигателя, максимальная частота вращения на холостом ходу не ограничивается, ограничивается мощность
3	Датчик частоты вращения распределительного вала DG6 (индуктивный) ф.Bosch	650.1130544 0 281 002 315	(0 ... n _{max}) мин ⁻¹	Определение положения первого цилиндра при пуске двигателя	Включается лампа, затруднен пуск двигателя, ограничивается максимальная частота вращения на холостом ходу до 2190 мин ⁻¹ , ограничивается мощность
4	Датчик давления и температуры наддувочного воздуха DS-S3-TF (пьезорезистивный датчик давления с NTC-резистором датчика температуры) ф.Bosch	651.1130548 0 281 006 102	(50...400) кПа абс. (минус 40...плюс 125)°С. Измеряет абсолютное давление и температуру воздуха на входе в двигатель после ОНВ	Служит для вычисления расхода воздуха, определения дымности отработавших газов и управления наддувом (для некоторых ТКР)	Назначается температура воздуха 30°С, давление 140 кПа. Ограничивается максимальная частота вращения на холостом ходу до 2000 мин ⁻¹ , ограничивается мощность
5	Датчик давления и температуры масла DS-K-TF (пьезорезистивный датчик давления с NTC-резистором датчика температуры) ф.Bosch	5340.1130552 0 261 230 112	(50...1000) кПа абс. (минус 40...плюс 125)°С. Измеряет давление и температуру масла в системе смазки после сервисного модуля	Служит для диагностики неисправностей системы смазки двигателя	При выходе показаний за пределы рабочего диапазона включается лампа, назначается давление масла 6 кПа, а температура приравняется к значению температуры ОЖ. Двигатель не ограничивается
6	Датчик давления и температуры топлива DS-K-TF (пьезорезистивный датчик давления с NTC-резистором датчика температуры) ф.Bosch	5340.1130 552 0 261 230 112	(50...1000) кПа абс. (минус 40...плюс 125)°С. Измеряет давление и температуру топлива на входе в фильтр тонкой очистки	Используется для корректирования цикловой подачи топлива и интервала обслуживания топливных фильтров предварительной и тонкой очистки	Включается лампа, назначается по умолчанию давление топлива 1000 кПа (10 кгс/см ²) и температура 60°С. Двигатель не ограничивается
7	Датчик температуры охлаждающей жидкости TF-W (терморезисторный) ф.Bosch	650.1130556 0 281 002 209	(минус 40...плюс 130)°С. Информировать о текущей температуре ОЖ	Температура ОЖ, используется ЭБУ для корректировки параметров подачи топлива	Температура ОЖ, приравняется к значению температуры масла, максимальная частота вращения на холостом ходу не ограничивается, ограничивается мощность

Окончание таблицы 1

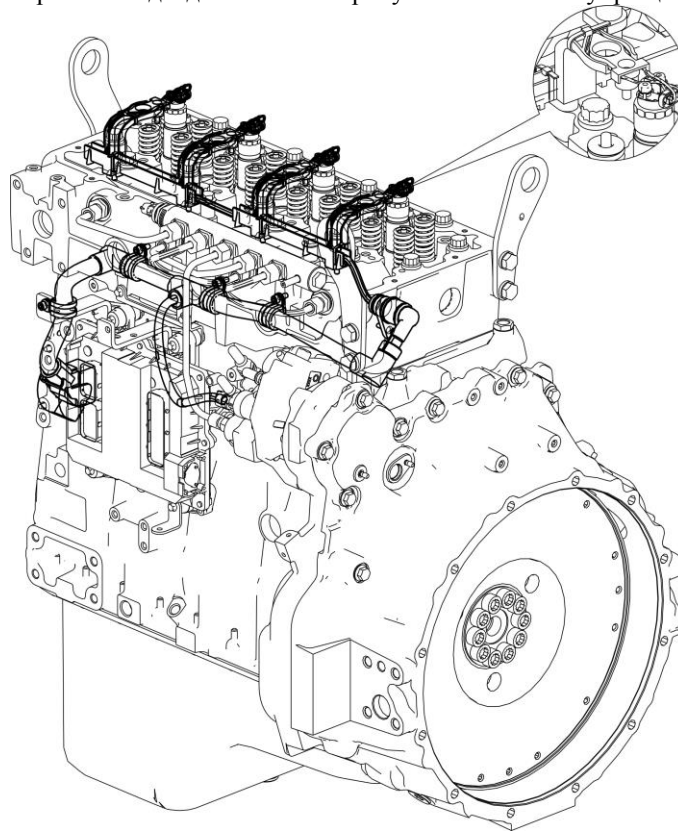
№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и ф. «BOSCH»	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
8	Датчик давления топлива в рампе DS-HD-RDS4.2 (тензорезистивный) ф. Bosch	Нет (поставляется с рампой) 0 281 002 930	(0...200) МПа. Измеряет давление топлива в рампе	Используется ЭБУ для управления параметрами топливоподачи	Включается лампа, устанавливается давление топлива в рампе 88-92 МПа (880-920 кГс/см ²), ограничивается максимальная частота вращения на холостом ходу до 1800 мин ⁻¹ , ограничивается мощность
9	Датчик положения заслонки рециркуляции отработавших газов (РОГ) GT* ф. GT Group	5340.1213015 (обозначение заслонки в сборе с клапаном)	Определяет положение заслонки РОГ	Служит для регулирования рециркуляции отработавших газов	Заслонка РОГ остается открытой при обрыве питания, двигатель не ограничивается
10	Датчик температуры воздуха TF-L** (терморезисторный) ф. Bosch	651.1130564 0 280 130 039	(минус 30...плюс 130)°С. Измеряет температуру воздуха в впускном коллекторе	Служит для контроля системы рециркуляции отработавших газов	Ограничивается крутящий момент до 75% для автобусов, до 60% для грузовых автомобилей
11	Датчик дифференциального давления PE604-5019** (керамический) ф. CST под брендом «KAVLICO»	8.9548	(0...75) кПа. Измеряет перепад давления на сажевом фильтре	Служит для контроля состояния сажевого фильтра	Ограничения отсутствуют
12	Датчик положения педали акселератора P7000 ф. Teleflex	Нет (устанавливает завод-изготовитель ТС)	0...100%. Определяет угловое положение педали акселератора	Управление двигателем	Включается лампа, двигатель не реагирует на педаль, частота вращения на холостом ходу устанавливается равной 1000 мин ⁻¹ , ограничивается мощность
13	Дозирующее устройство с электромагнитным клапаном (MProp или MeUn) ф. Bosch	Нет (поставляется с ТНВД) 0 928 400 776	8...32 В. Определяет подачу топлива в ТНВД	Регулирует подачу топлива насосом высокого давления в рампу	Включается лампа, ограничивается максимальная частота вращения на холостом ходу до 1800 мин ⁻¹ , ограничивается мощность

* Для двигателей, оборудованных системой рециркуляции отработавших газов.

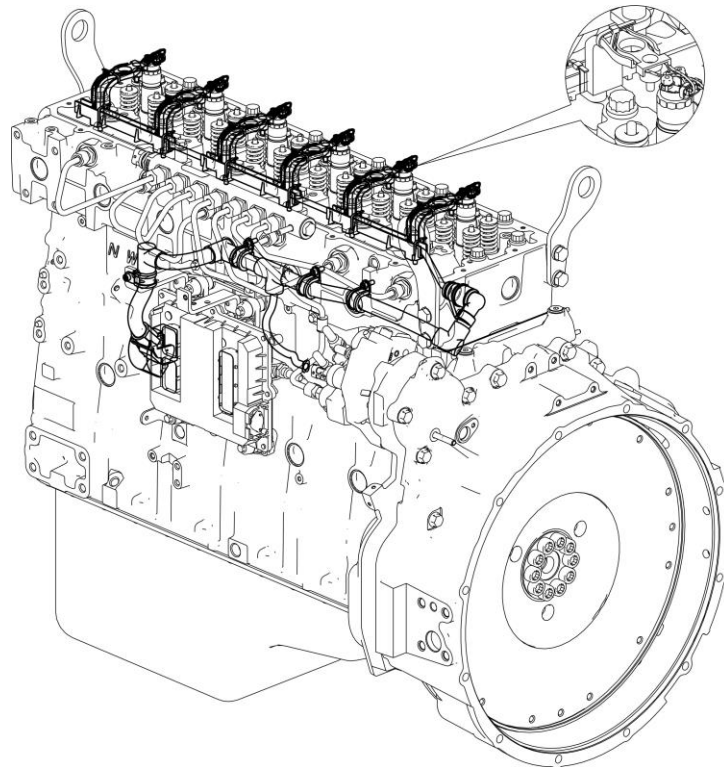
** Для двигателей с системой бортовой диагностики.

1.4.3 СХЕМА ПРОКЛАДКИ ЖГУТОВ

На рисунках 5-7 приведена схема прокладки жгутов и места их крепления хомутами и кабельными хомутами. Для лучшего восприятия виды двигателей на рисунках несколько упрощены.

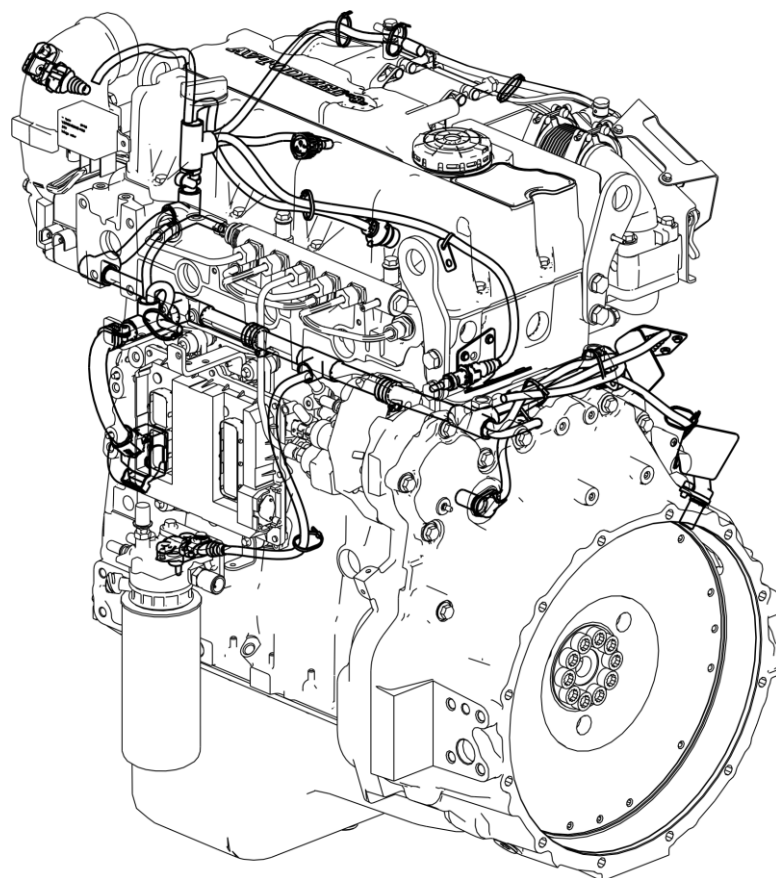


а) – Прокладка жгута форсунок на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340

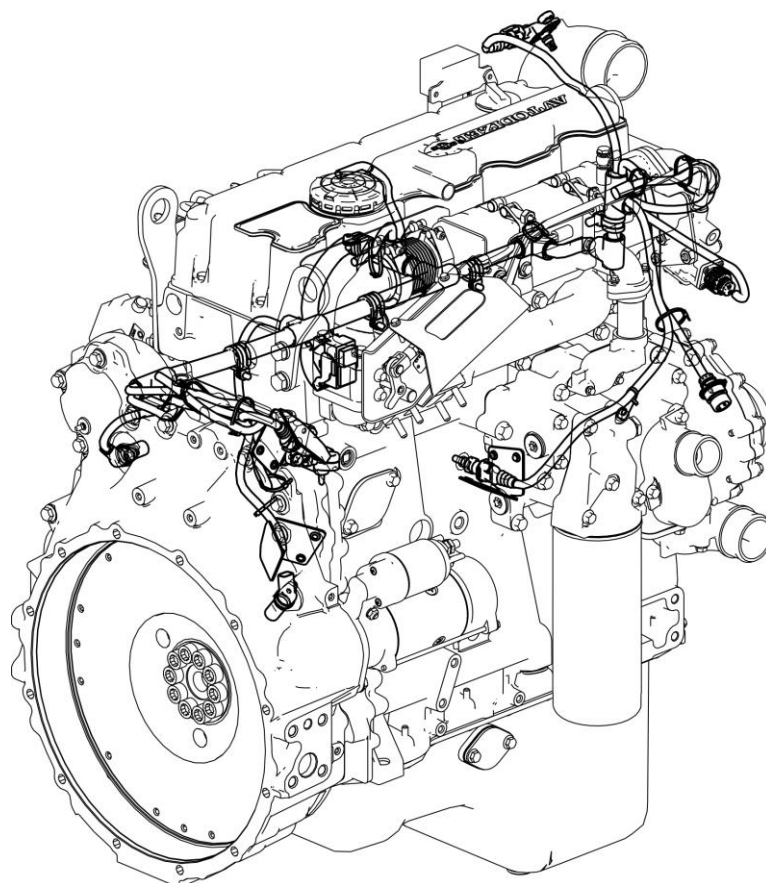


б) - Прокладка жгута форсунок на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536

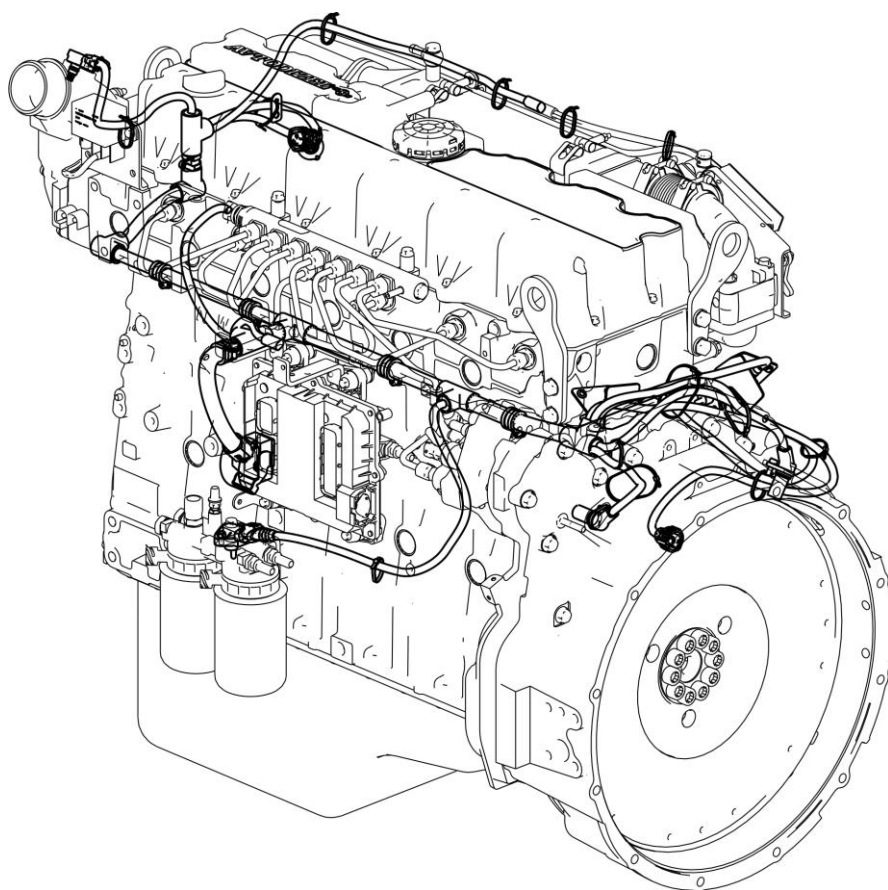
Рисунок 5 – Схема прокладки жгута форсунок



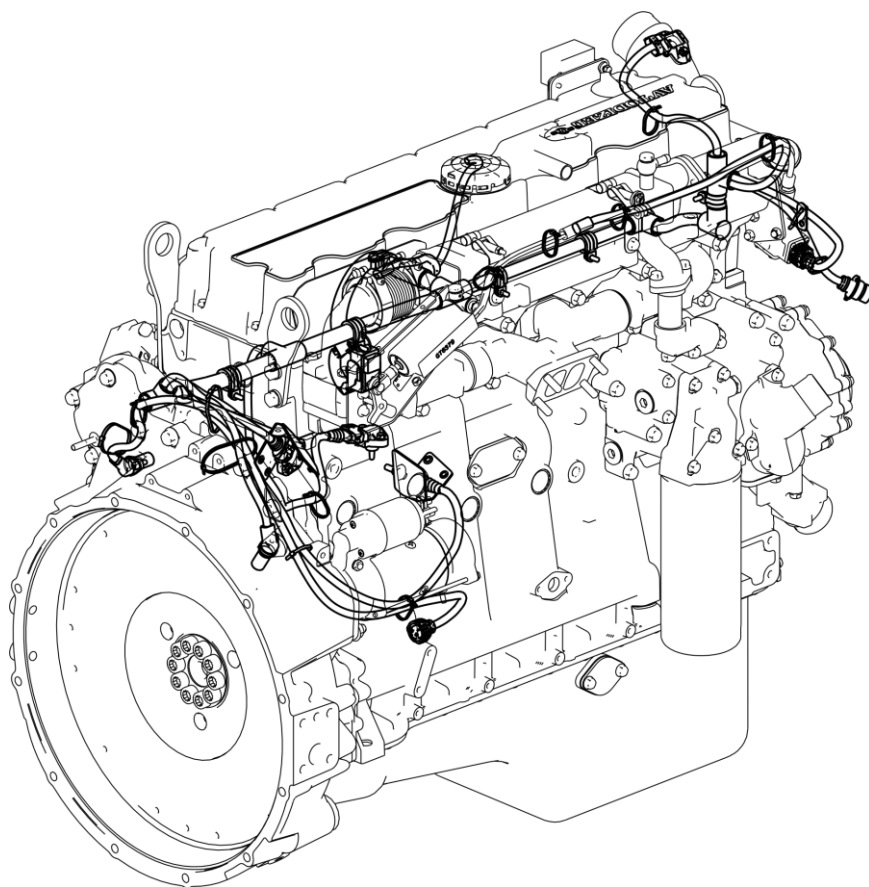
а) - Прокладка жгута датчиков на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340. Вид слева



б) - Прокладка жгута датчиков на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340. Вид справа

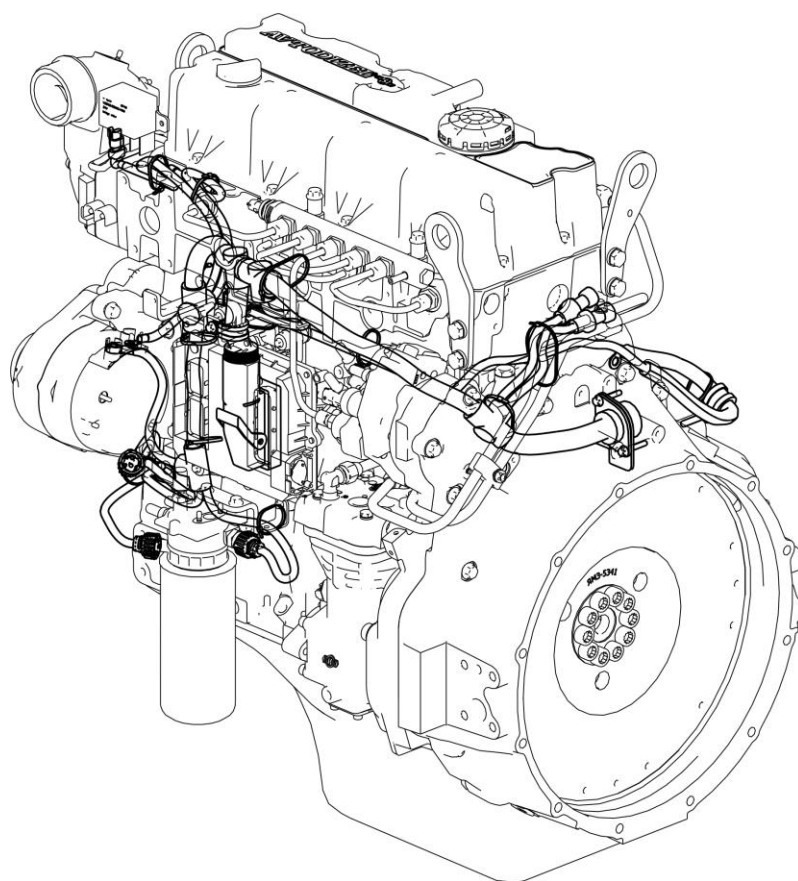


в) - Прокладка жгута датчиков на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536. Вид слева

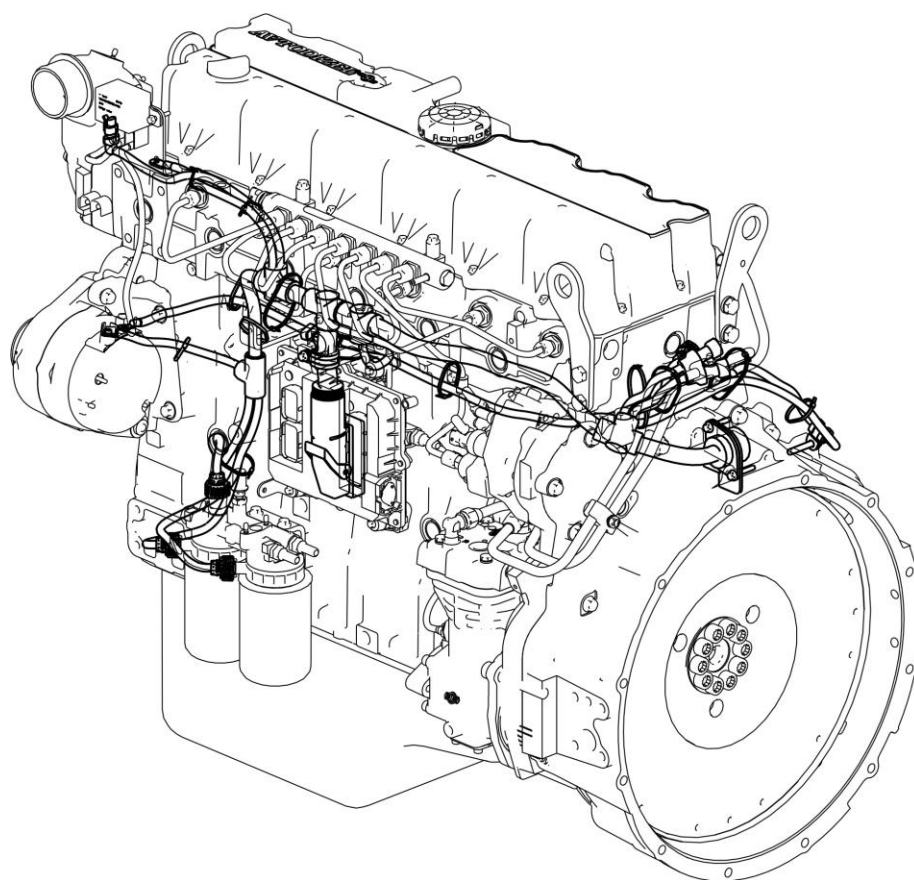


г) - Прокладка жгута датчиков на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536. Вид справа

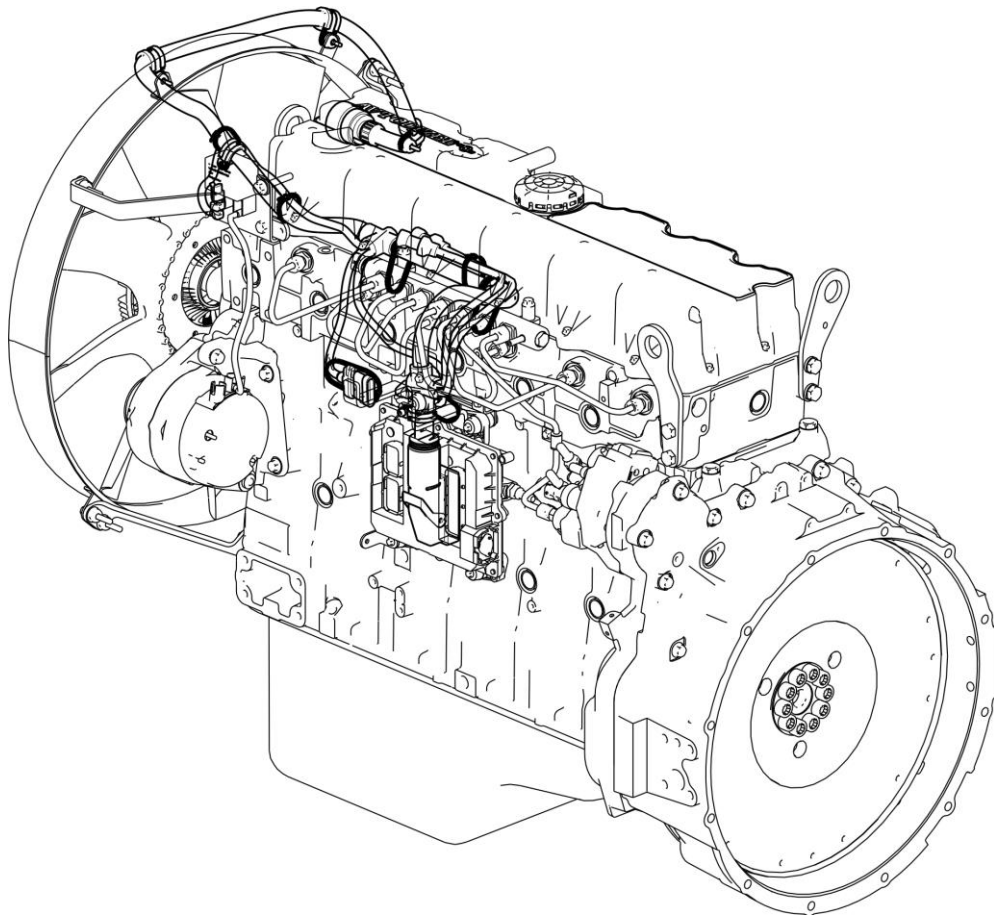
Рисунок 6 - Схема прокладки жгута датчиков



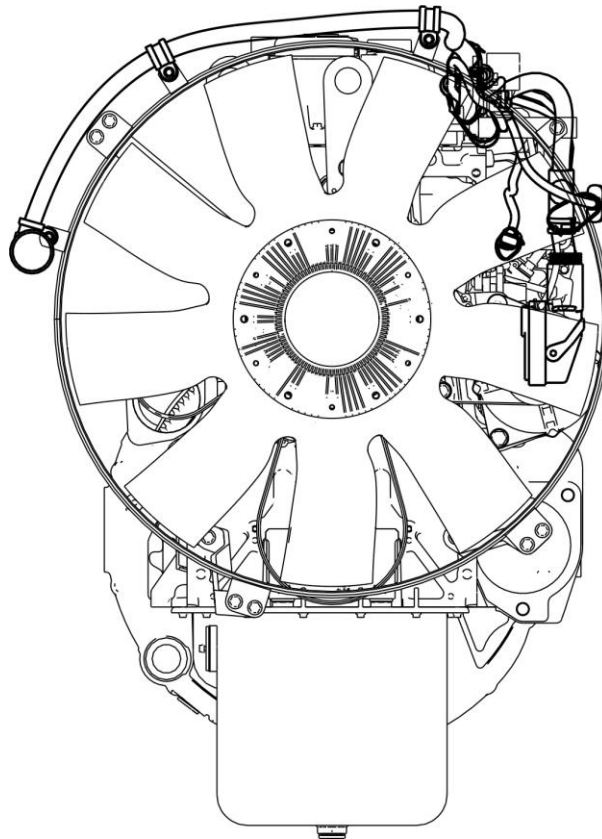
а) - Прокладка жгута промежуточного на четырехцилиндровых двигателях типа YMZ-5340, устанавливаемых на автомобили АО «АЗ «УРАЛ»



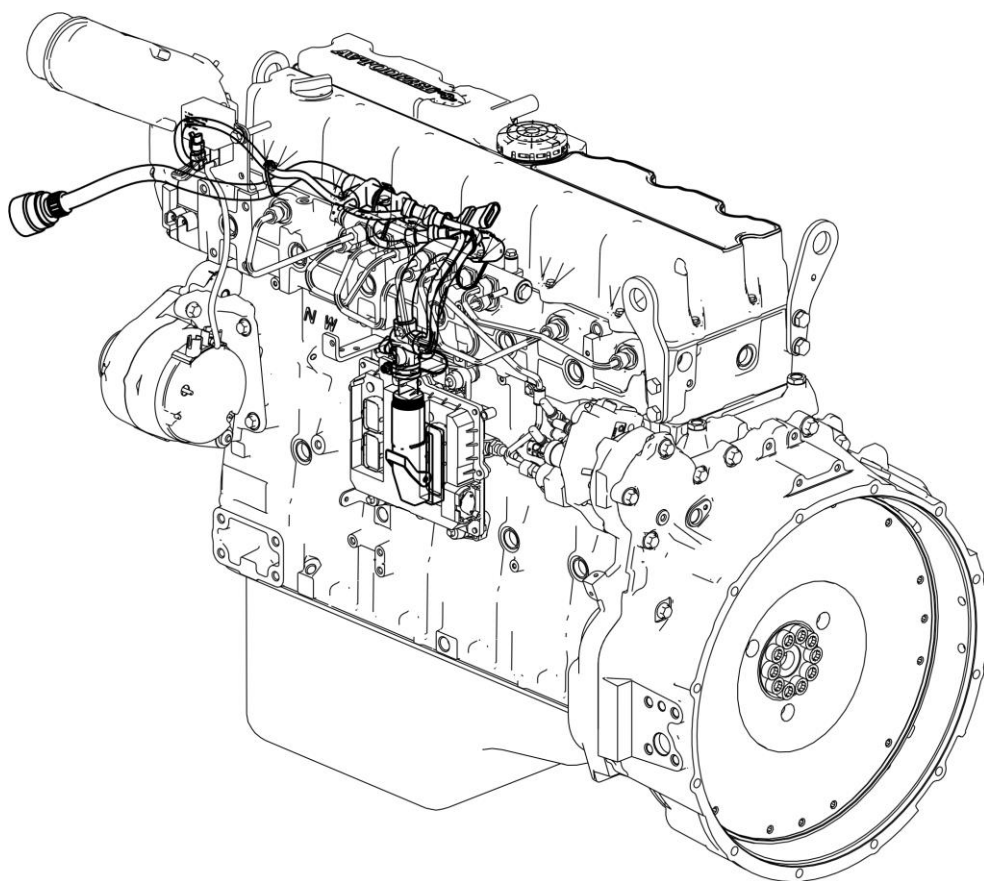
б) - Прокладка жгута промежуточного на шестицилиндровых двигателях типа YMZ-536, устанавливаемых на автомобили АО «АЗ «УРАЛ»



в) - Прокладка жгута промежуточного на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536, устанавливаемых на автомобили ОАО «МАЗ». Вид слева



г) - Прокладка жгута промежуточного на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536, устанавливаемых на автомобили ОАО «МАЗ». Вид спереди



д) - Прокладка жгута промежуточного на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536, устанавливаемых на автомобили ПАО «АвтоКрАЗ»

Рисунок 7 - Схема прокладки жгута промежуточного

Схема прокладки жгутов (форсунок, датчиков и промежуточного), в зависимости от комплектации двигателя, может отличаться от приведенных на рисунках 5 – 7.

Двигатели, поставляемые на автобусы ООО «ЛиАЗ» и ООО «ПАЗ», автомобили ООО «ОИЦ» и ООО «ВИЦ», промежуточным жгутом не комплектуются.

1.4.4 ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ DG6

Сенсорные системы распределительного и коленчатого валов используются для определения частоты вращения коленчатого вала и положения ВМТ поршней двигателя. Каждая сенсорная система состоит из импульсного колеса (с отверстиями по кругу) и соответствующего датчика, которым определяются положения вала и угловые соотношения (так называемая «синхронизация» валов). Эти данные, в свою очередь, предоставляют информацию о положении поршня двигателя.

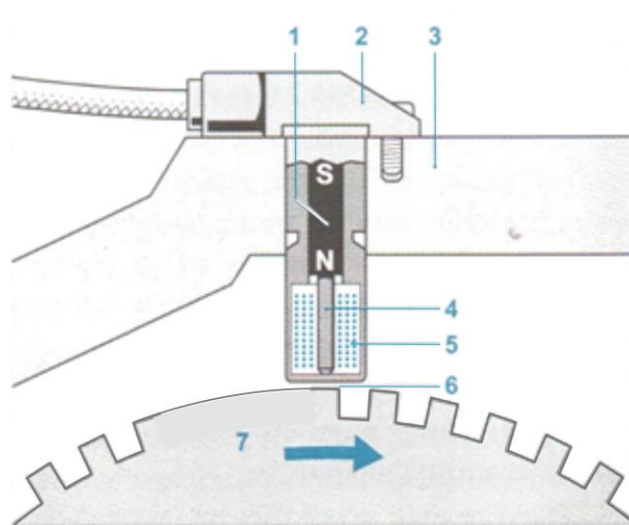
Положения коленчатого и распределительного валов определяется с помощью датчиков частоты вращения двигателя **DG6**.

Датчик частоты вращения двигателя **DG6** является пассивным, индуктивным (или генераторным) датчиком.

1.4.4.1 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДАТЧИКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

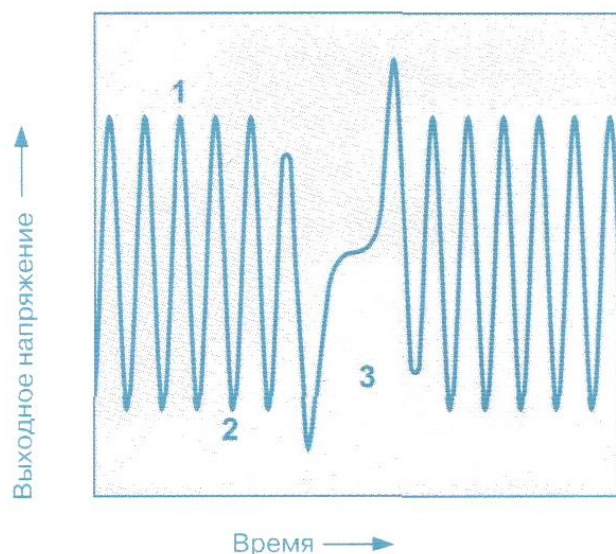
Датчик монтируется напротив ферромагнитного импульсного колеса 7 (например, маховик коленчатого вала), рисунок 8, и отделен от него воздушным зазором. Датчик содержит мягкий железный сердечник 4 (полюсный наконечник), который окружен катушкой индуктивности 5. Полюсный наконечник соединен с постоянным магнитом 1. Магнитное поле проходит через полюсный наконечник внутрь импульсного колеса. Интенсивность магнитного потока, проходящего через катушку, зависит от того, что находится напротив датчика зуб или паз (отверстие) импульсного колеса. Зуб вызывает усиление, а паз, наоборот, ослабление интенсивности магнитного потока. Эти изменения наводят (индуцируют) в катушке электродвижущую силу (ЭДС), выражаемую в синусоидальном выходном напряжении, рисунок 9, которое пропорционально частоте вращения вала. Амплитуда переменного напряжения сильно растет с увеличением частоты вращения (от нескольких мВ до 100 В). Достаточная для регистрации датчиком амплитуда напряжения возникает, начиная с частоты вращения вала, равной 30 мин⁻¹.

Геометрические формы паза (отверстия) и полюсного наконечника должны соответствовать друг другу. Система обработки сигналов преобразует выходное напряжение с импульсами синусоидальной формы с переменной амплитудой (аналоговый синусоидальный сигнал) в напряжение с импульсами прямоугольной формы с постоянной амплитудой (цифровой сигнал). Аналого-цифровое преобразование осуществляется в микропроцессоре блока управления.



1 - постоянный магнит; 2 - корпус датчика; 3 - картер маховика; 4 - полюсный наконечник; 5 - катушка индуктивности; 6 - воздушный зазор; 7 - импульсное колесо с опорной меткой (маховик)

Рисунок 8 – Индуктивный датчик частоты вращения коленчатого вала (устройство)



1 – зуб; 2 – паз (отверстие) между зубьями; 3 – опорная метка

Рисунок 9 - График сигнала индуктивного датчика частоты вращения коленчатого вала

1.4.4.2 ДАТЧИК ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Датчик частоты вращения коленчатого вала, рисунок 10, также называемый датчиком скорости двигателя или датчиком синхронизации, установлен в верхней части картера маховика с правой стороны, если смотреть со стороны маховика, рисунок 4.

С помощью датчика частоты вращения коленчатого вала определяется частота вращения и угловое положение коленчатого вала (положение поршня) относительно верхней мёртвой точки (ВМТ) в цилиндрах двигателя. Используя информацию с датчика, ЭБУ двигателя рассчитывает начало подачи и количество впрыскиваемого топлива для каждого отдельного цилиндра.

Частота вращения рассчитывается по времени периода импульсов датчика.

Сигнал датчика частоты вращения - одна из самых важных величин для системы электронного управления двигателем.



Рисунок 10 - Датчик частоты вращения коленчатого вала DG6

Импульсное колесо датчика одновременно является маховиком, на наружном диаметре которого имеются 58 (60 минус 2) радиальных отверстий, расположенных через 6°, рисунок 11. Пробел в 18° (два отсутствующих отверстия) является базовой меткой и служит для определения углового положения коленчатого вала двигателя в пределах 720° и увязан с определенным положением коленчатого вала по отношению к ВМТ первого цилиндра. Маховик ориентирован с помощью штифта и закреплен на коленчатом валу.

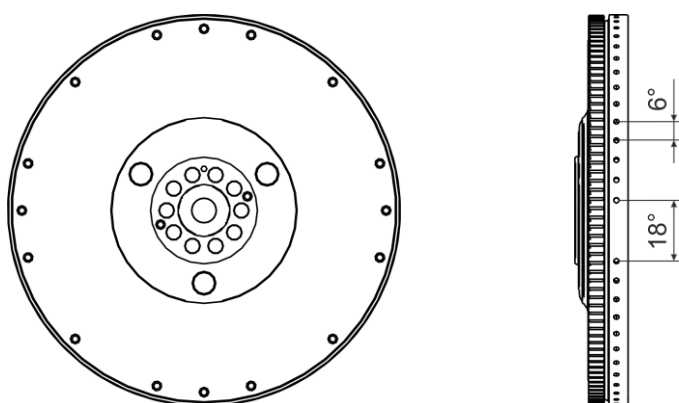


Рисунок 11 – Маховик

- Сопротивление катушки при 20°C:
- Индуктивность на частоте 1 кГц (последовательное подключение):
- Воздушный зазор (расстояние между датчиком и импульсным колесом):

1.4.4.2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

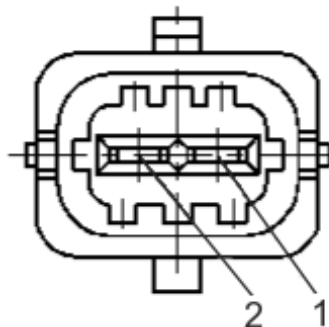
$R_w = 860 \text{ Ом} \pm 10\%$;

$370 \pm 60 \text{ мГн}$ (без намагничивающихся деталей крепежа);

0,3...1,8 мм.

1.4.4.2.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика частоты вращения коленчатого вала приведена на рисунке 12.



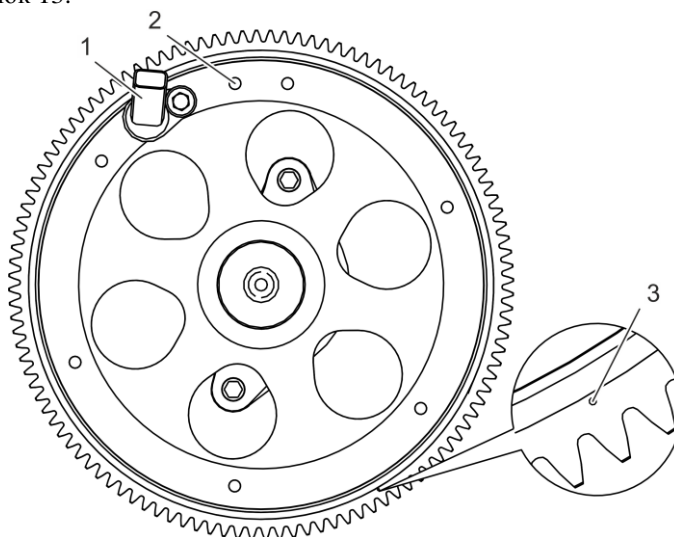
- Контакт 1 (провод 2.23) – ЭБУ контакт 2.23 масса датчика;
- Контакт 2 (провод 2.19) – ЭБУ контакт 2.19 выходной сигнал

Рисунок 12 - Конфигурация разъёма

1.4.4.3 ДАТЧИК ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА

Датчик частоты вращения распределительного вала, также называемый датчиком фазы, аналогичен датчику частоты вращения коленчатого вала и установлен на картер маховика с левой стороны, если смотреть со стороны маховика, рисунок 4. Частота вращения распределительного вала в два раза меньше частоты вращения коленчатого вала. ЭБУ, получая сигналы от датчика распределительного вала, определяет положение поршня первого цилиндра в ВМТ на такте сжатия и обеспечивает последовательное впрыскивание топлива в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Импульсное колесо датчика одновременно является шестерней распределительного вала и называется фазовой шестерней, рисунок 13.

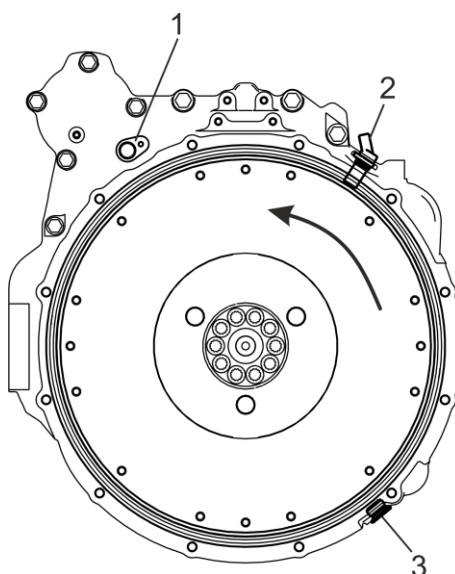


1 - датчик частоты вращения распределительного вала DG6; 2 - синхронная метка;
3 – установочная метка положения распределительного вала

Рисунок 13 – Шестерня распределительного вала шестицилиндрового двигателя

На торце шестерни выполнены, в виде аксиальных отверстий, фазовые метки на каждый цилиндр. Количество отверстий составляет $Z+1$, где Z – число цилиндров, а 1 – дополнительное отверстие, используемое для синхронизации (например, для шестицилиндровых двигателей количество отверстий равно $6+1$). Дополнительное отверстие или синхронная метка 2, рисунок 13, имеет определенный угловой интервал по отношению к фазовой метке цилиндра и расположена сразу за одной из них. Метка служит для определения углового положения распределительного вала двигателя в пределах 720° поворота коленчатого вала.

Фазовые метки через равномерные промежутки распределены по шестерне, тем самым, вместе с датчиком коленчатого вала, ЭБУ определяет начало воспламенения топлива в ВМТ 1-го цилиндра, рисунок 14.

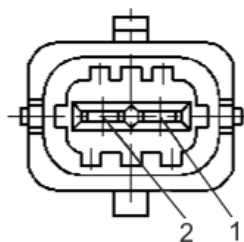


1 - датчик частоты вращения распределительного вала; 2- датчик частоты вращения коленчатого вала; 3 – пробка смотрового отверстия для определения ВМТ 1-го цилиндра

Рисунок 14 - Определение ВМТ 1-го цилиндра, вид со стороны маховика

1.4.4.3.1 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика частоты вращения распределительного вала приведена на рисунке 15.



- Контакт 1 (провод 2.09) – ЭБУ контакт 2.09 выходной сигнал;
- Контакт 2 (провод 2.10) – ЭБУ контакт 2.10 масса датчика

Рисунок 15 – Конфигурация разъёма

1.4.4.4 ОТКАЗ ДАТЧИКОВ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ АНАЛИЗ ЧИСЛА ОБОРОТОВ

С помощью датчиков частоты вращения коленчатого и распределительного валов блок управления способен точно определять положение поршня в ВМТ на такте сжатия и начало впрыскивания топлива в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. При отказе датчиков частоты вращения ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При выходе из строя одного из датчиков двигатель способен запуститься и работать в режиме ограничения крутящего момента. В этом случае, определение частоты вращения двигателя, положения поршней и порядка работы цилиндров осуществляется исправным датчиком DG6.

ПРОЦЕСС ПУСКА ПРИ НЕИСПРАВНЫХ ДАТЧИКАХ

При отказе одного из датчиков частоты вращения пуск двигателя и его работа возможны.

При работе **только с датчиком частоты вращения коленчатого вала** в процессе пуска осуществляются пробные впрыски топлива в ВМТ (на такте выпуска и на такте сжатия), так как система ЭСУД без датчика распределительного вала сначала должна найти «правильную» ВМТ (такт сжатия), в которой происходит воспламенение. При распознавании блоком управления повышения частоты вращения, т.е. переход с частот прокрутки вала двигателя стартером 80-200 мин⁻¹ до холостого хода 700-750 мин⁻¹ (воспламенение топлива), «правильная» ВМТ им будет найдена, и двигатель пуснется.

При работе **только с датчиком частоты вращения распределительного вала** блок управления, по запрограммированной в нем коррекции угла, позволяет определять «правильный» момент впрыска топлива и без точного распознавания угла коленчатого вала (положения поршня в ВМТ на такте сжатия).

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

Диагностика исправности датчика **DG6** осуществляется путем измерения сопротивления между контактами разъёма. Сопротивление катушки составляет приблизительно 860 Ом ± 10%. Этот метод, однако, не дает достоверной информации об исправности, есть вероятность того, что обрыв провода в катушке не определился.

1.4.5 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НАДУВОЧНОГО ВОЗДУХА

Датчик давления наддува со встроенным датчиком температуры **DS-S3-TF**, рисунок 16, служит для оценки абсолютного давления и температуры наддувочного воздуха на выходе из турбокомпрессора, а также используется для контроля системы рециркуляции ОГ.

Датчик расположен на впускном патрубке (после ОНВ), рисунок 4.

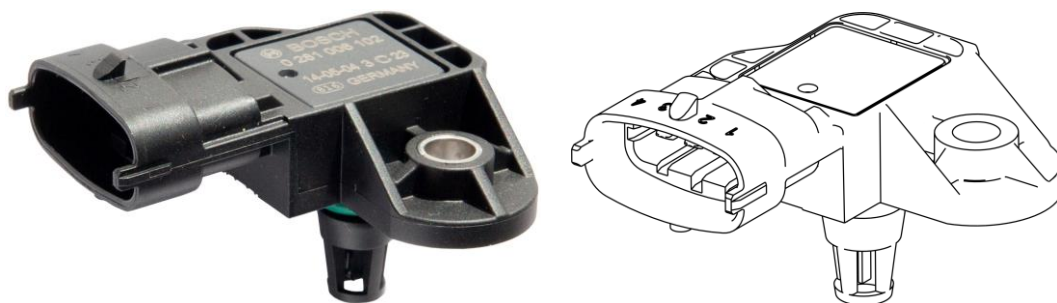


Рисунок 16 - Датчик давления и температуры наддувочного воздуха
(внешний вид и нумерация контактов)

ЭБУ, получая от датчика значения давления и температуры наддувочного воздуха, рассчитывает массовый расход воздуха двигателя.

Значения, получаемые с датчика давления и температуры наддувочного воздуха, могут быть использованы следующими функциями программы ЭБУ:

- защита от перегрева;
- коррекция цикловой подачи для уменьшения дымности;
- корректировка степени рециркуляции отработавших газов;
- работа устройства облегчения пуска (например, предпусковой подогреватель воздуха на входе в двигатель) и др.

1.4.5.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

Рабочие характеристики датчика давления представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Значение		
	мин.	ном.	макс.
Диапазон давлений p_{abs} , кПа	50		400
Диапазон температур t , °С	минус 40		плюс 130
Напряжение питания U_S , В	4,75	5,0	5,25
Ток питания I_S при $U_S = 5$ В, мА	6,0	9,0	12,5
Ток выходной нагрузки I_L , мА	-1,0		0,5
Сопротивление, кОм: нагрузки для U_S $R_{pull-up}$ или для заземления $R_{pull-down}$	5,0 10,0		
Емкость нагрузки C_L , нФ			12
Время отклика $t_{10/90}$, мс			1,0
Нижний предел при $U_S = 5$ В $U_{out,min}$, В	0,25	0,3	0,35
Верхний предел при $U_S = 5$ В $U_{out,max}$, В	4,65	4,7	4,75
Выходное сопротивление ¹⁾ на землю, U_S отключено R_{lo} , кОм	1,0	1,6	2,0
Выходное сопротивление ¹⁾ на U_S , без заземления R_{hi} , кОм	1,0	1,6	2,0

¹⁾ справедливо лишь для измерения напряжения <0,5 В

Выходное напряжение лежит в диапазоне 0...5 В и подается к ЭБУ, который по этому напряжению рассчитывает величину давления и диагностирует электрическую цепь. Напряжение выходного сигнала от абсолютного давления может быть рассчитано, как

$$U_{out} = (c_1 \cdot p_{abs} + c_0) \cdot U_S;$$

где U_{out} - напряжение выходного сигнала в В;

U_S - напряжение питания в В;

p_{abs} - абсолютное давление в кПа;

c_0 - 5/350;

c_1 - 0,8/350 кПа⁻¹;

Зависимость выходного напряжения от давления приведена на рисунке 17.



Рисунок 17 - Характеристика датчика давления при $U_S = 5,0$ В

Параметры датчика температуры:

- Температурный диапазон: минус 40 - плюс 130°C.
- Номинальное напряжение: через последовательное сопротивление 1 кОм от источника питания 5 В или от источника постоянного тока ≤ 1 мА для измерительных целей.
- Номинальное сопротивление при 20°C: 2,5 кОм $\pm 6\%$.

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 18.

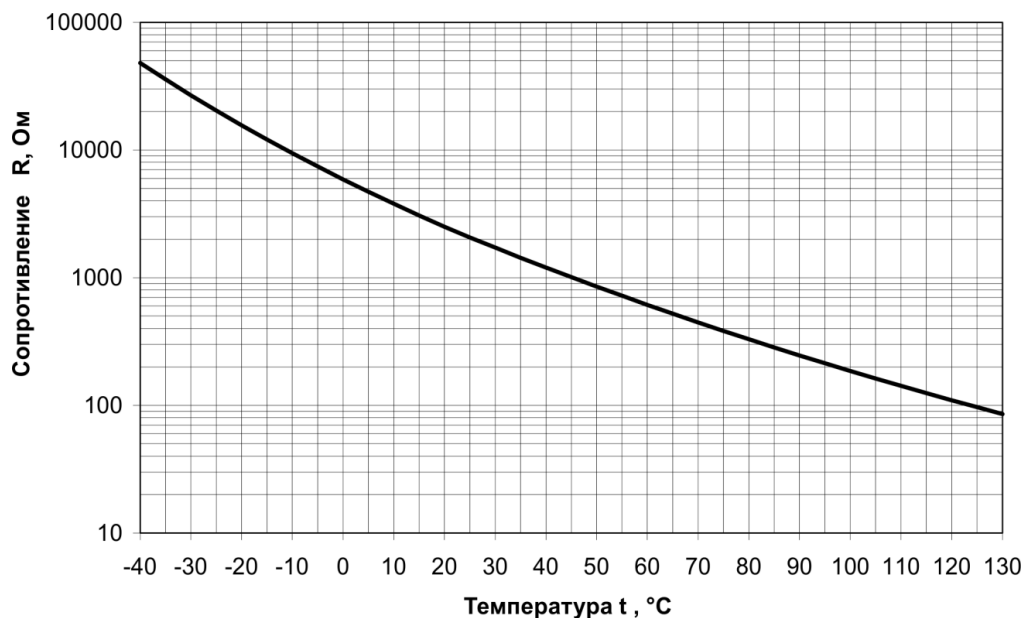


Рисунок 18 - Характеристика датчика температуры

Для проверки показаний датчика измерение сопротивления проводится измерительным током ≤ 1 мА и после выдержки в течение ≥ 10 мин при температуре **минус 10, плюс 20 и 80°C**.

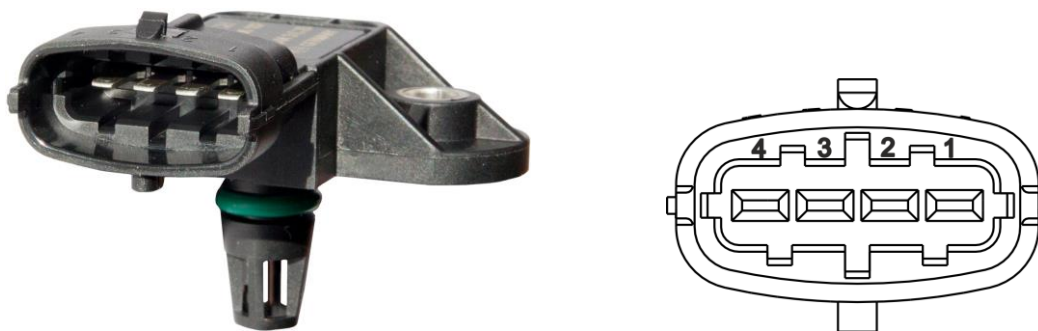
Зависимости сопротивления от температуры $R(t)$ приведены в таблице 3.

Таблица 3

Температура, °C	Сопротивление R, Ом			Температура, °C	Сопротивление R, Ом		
	минимум	номинал	максимум		минимум	номинал	максимум
-40	43076	45303	47529	50	810,5	833,8	857,0
-35	32643	34273	35902	55	683,7	702,7	721,7
-30	24907	26108	27309	60	579,7	595,4	611,0
-25	19108	19999	20889	65	495,3	508,2	521,1
-20	14792	15458	16124	70	424,9	435,6	446,4
-15	11499	12000	12501	75	365,2	374,1	383,1
-10	9015	9395	9775	80	315,0	322,5	329,9
-5	7123	7413	7704	85	273,2	279,5	285,8
0	5671	5895	6118	90	237,8	243,1	248,4
5	4537	4711	4884	95	208,1	212,6	217,1
10	3656	3791	3927	100	182,9	186,6	190,3
15	2962	3068	3174	105	160,3	163,8	167,2
20	2416	2499	2583	110	141,0	144,2	147,3
25	1990	2056	2123	115	124,4	127,3	130,1
30	1653	1706	1760	120	110,1	112,7	115,2
35	1368	1411	1455	125	97,81	100,2	102,5
40	1139	1174	1209	130	87,13	89,28	91,43
45	959,0	987,4	1016				

1.4.5.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика давления и температуры наддувочного воздуха приведена на рисунке 19.



- Контакт 1 (провод 2.25) – ЭБУ контакт 2.25 масса датчика;
- Контакт 2 (провод 2.36) – ЭБУ контакт 2.36 выходной сигнал температуры;
- Контакт 3 (провод 2.33) – ЭБУ контакт 2.33 питание датчика (+5 В);
- Контакт 4 (провод 2.34) – ЭБУ контакт 2.34 выходной сигнал давления

Рисунок 19 – Конфигурация разъёма

1.4.5.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НАДУВОЧНОГО ВОЗДУХА

При отказе датчика давления и температуры наддувочного воздуха ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При отказе датчика принимаются следующие замещающие значения: температура наддувочного воздуха – плюс 30°C, давление - 140 кПа (1,4 кгс/см²). При отказе датчика ограничиваются крутящий момент двигателя и максимальная частота холостого хода (до 2000 мин⁻¹). Отказ датчика не ведет к аварийному останову двигателя.

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

На двигателе работоспособность датчика **DS-S3-TF** проверяет ЭБУ. При необходимости его проверки в лабораторных условиях рекомендуется следующий порядок:

- проверить наличие ошибки в памяти ЭБУ об отказе датчика;
- при наличии ошибки выполнить следующие действия:
 - подключить датчик к источнику питания постоянного тока напряжением $U_s = 5,0$ В, используя подходящий разъем, и измерить выходное напряжение при атмосферном давлении и комнатной температуре. Работоспособный датчик должен иметь выходное напряжение $1,07 \text{ В} \pm 2\%$ при барометрическом давлении 1000 мбар (100 кПа);
 - отклонения давления воздуха ± 20 мбар (2 кПа) приводят к расширению диапазона допустимых значений на $0,4 \text{ В}$ (например, $(1,07 + 0,4) \text{ В} \pm 2\%$);
 - датчик исправен, если напряжение выходного сигнала при нормальном барометрическом давлении выходит за пределы этого диапазона. Датчик, вероятно, исправен, если напряжение выходного сигнала находится в указанных пределах, хотя быть уверенным в правильной работе при других давлениях или температурах нельзя;
 - проверить надежность соединения контактов датчика и разъема жгута проводов. При обнаружении неисправности датчик или разъем следует заменить;
- в таблице 4 приведены возможные типы сбоев (уровень сигналов), выявленные при диагностике неисправностей жгута датчиков:

Таблица 4

Измерение напряжения на контактах	Неисправности жгута:		
	Обрыв провода	Замыкание на массу	Замыкание на напряжение питания ($V_{\text{бат}}$)
Питание датчика	Напряжение выше допустимого	Напряжение ниже допустимого	Напряжение выше допустимого
Выходное напряжение	Напряжение выше допустимого	Напряжение ниже допустимого	Напряжение выше допустимого
Масса датчика	Напряжение выше допустимого	-	Напряжение ниже допустимого

1.4.6 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА

Датчик давления и температуры масла **DS-K-TF**, рисунок 20, служит для измерения и соответствующего контроля абсолютного давления и температуры масла в системе смазки двигателя. Кроме того, показания датчика температуры масла используются в работе устройства облегчения пуска (например, предпусковой подогреватель воздуха на входе в двигатель). Датчик расположен в масляном канале корпуса шестерен с правой стороны, если смотреть со стороны маховика, рисунок 4.

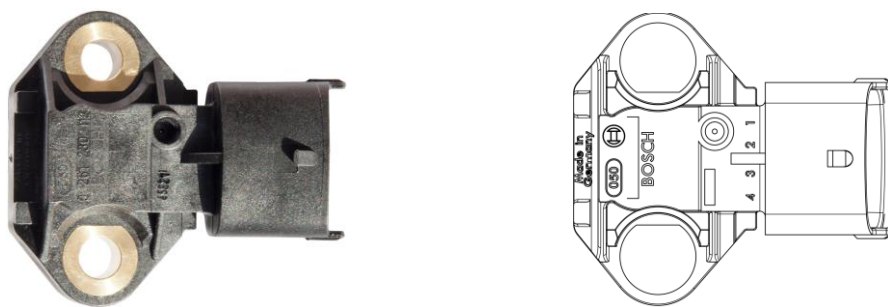


Рисунок 20 - Датчик давления и температуры масла (внешний вид и нумерация контактов)

1.4.6.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

Рабочие характеристики датчика давления представлены в таблице 5.

Таблица 5

Параметр	Значение		
	мин.	ном.	макс.
Диапазон давлений p_{abs} , кПа	50		1000
Диапазон температур t , °C	минус 40		плюс 125
Напряжение питания U_S , В	4,75	5,0	5,25
Ток питания I_S при $U_S = 5$ В, мА	6,0	9,0	12,5
Ток выходной нагрузки I_L , мА	-1,0		0,5
Сопротивление, кОм: нагрузки для U_S $R_{pull-up}$ или для заземления $R_{pull-down}$	5,0		
Емкость нагрузки C_L , нФ			12
Время отклика $T_{10/90}$, мс			1,0
Нижний предел при $U_S = 5$ В $U_{out,min}$, В	0,25	0,3	0,35
Верхний предел при $U_S = 5$ В $U_{out,max}$, В	4,75	4,8	4,85
Выходное сопротивление ¹⁾ на землю, U_S отключено R_{lo} , кОм	2,4	4,7	8,2
Выходное сопротивление ¹⁾ на U_S , без заземления R_{hi} , кОм	3,4	5,3	8,2

¹⁾ справедливо лишь для измерения напряжения <0,5 В

Выходной сигнал по напряжению лежит в диапазоне 0,5...4,5 В и подается в ЭБУ, где рассчитывается величина давления. Напряжение выходного сигнала от абсолютного давления может быть рассчитано, как

$$U_{Out} = (c_1 p_{abs} + c_0) \cdot U_S;$$

где U_{Out} - напряжение выходного сигнала в В;

U_S - напряжение питания в В;

p_{abs} - абсолютное давление в кПа;

c_0 - 55 / 950;

c_1 - 0,8 / 950 кПа⁻¹;

p_n - номинальное давление.

Зависимость выходного напряжения от давления приведена на рисунке 21.



Рисунок 21 - Характеристика датчика давления при $U_S = 5,0$ В

Параметры датчика температуры:

- Температурный диапазон: минус 40 - плюс 125°C.
- Номинальное напряжение: через последовательное сопротивление 1 кОм от источника питания 5 В или от источника постоянного тока ≤ 1 мА для измерительных целей.
- Номинальное сопротивление при 20 °С: 2,5 кОм $\pm 6\%$.
- Нижний допуск при 100°C: 0,186 кОм $\pm 2\%$.

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 22.

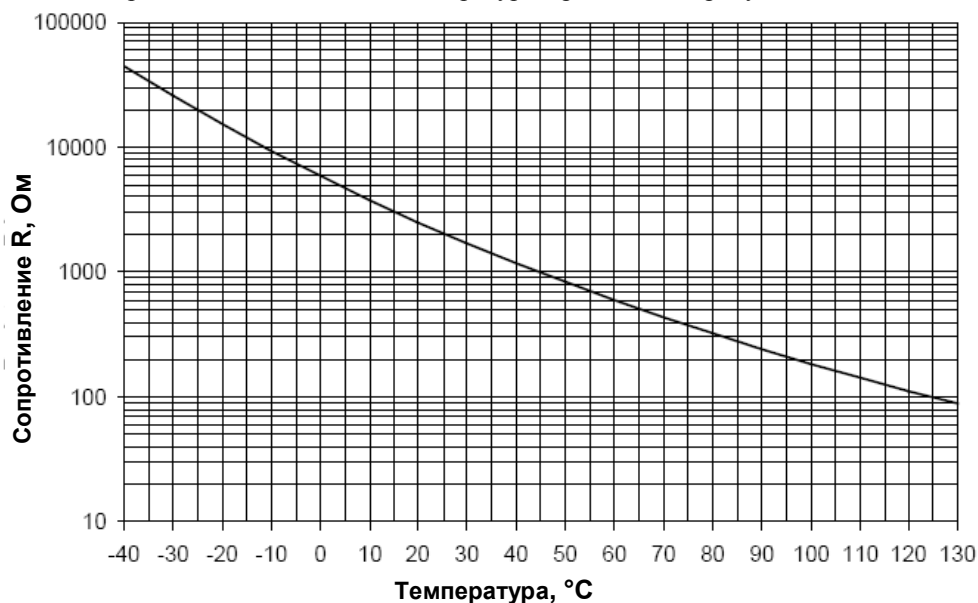


Рисунок 22 - Характеристика датчика температуры

Для проверки показаний датчика измерение сопротивления проводится измерительным током ≤ 1 мА и после выдержки в течение ≥ 10 мин при температуре **минус 10, плюс 20 и 80°C**.

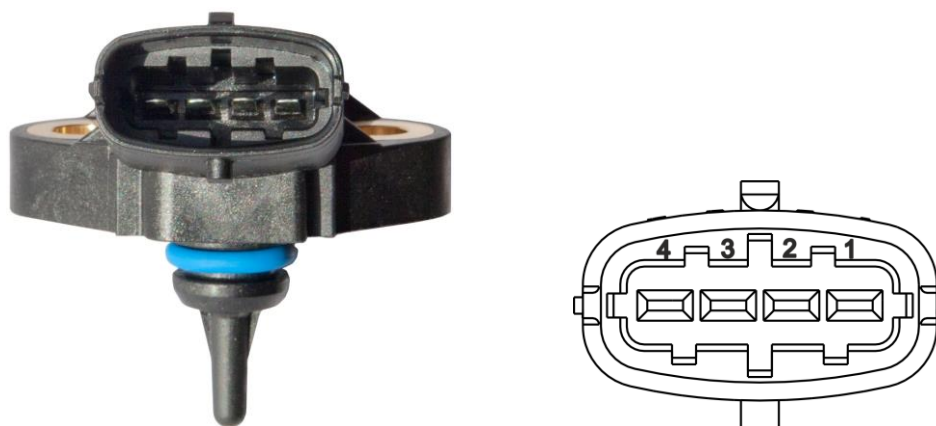
Зависимости сопротивления от температуры $R(t)$ приведены в таблице 6.

Таблица 6

Температура, °C	Сопротивление R, Ом			Температура, °C	Сопротивление R, Ом		
	минимум	номинал	минимум		минимум	номинал	минимум
-40	43076	45303	47529	50	810.5	833.8	857.0
-35	32643	34273	35902	55	683.7	702.7	721.7
-30	24907	26108	27309	60	579.7	595.4	611.0
-25	19108	19999	20889	65	495.3	508.2	521.1
-20	14792	15458	16124	70	424.9	435.6	446.4
-15	11499	12000	12501	75	365.2	374.1	383.1
-10	9015	9395	9775	80	315.0	322.5	329.9
-5	7123	7413	7704	85	273.2	279.5	285.8
0	5671	5895	6118	90	237.8	243.1	248.4
5	4537	4711	4884	95	208.1	212.6	217.1
10	3656	3791	3927	100	182.9	186.6	190.3
15	2962	3068	3174	105	160.3	163.8	167.2
20	2416	2499	2583	110	141.0	144.2	147.3
25	1990	2056	2123	115	124.4	127.3	130.1
30	1653	1706	1760	120	110.1	112.7	115.2
35	1368	1411	1455	125	97.81	100.2	102.5
40	1139	1174	1209	130	87.13	89.28	91.43
45	959.0	987.4	1016				

1.4.6.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика давления и температуры масла приведена на рисунке 23.



- Контакт 1 (провод 2.24) – ЭБУ контакт 2.24 масса датчика;
- Контакт 2 (провод 2.28) – ЭБУ контакт 2.28 выходной сигнал температуры;
- Контакт 3 (провод 2.32) – ЭБУ контакт 2.32 питание датчика (+5 В);
- Контакт 4 (провод 2.27) – ЭБУ контакт 2.27 выходной сигнал давления

Рисунок 23 – Конфигурация разъёма

1.4.6.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА

При отказе датчика давления и температуры масла ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При отказе датчика давления ЭБУ устанавливает давление масла равное 6 кПа, а при отказе датчика температуры - температуру масла равную температуре ОЖ. Отказ датчика давления или температуры масла в двигателе не ведет к аварийному останову и не ограничивает мощность и частоту вращения двигателя. ЭБУ выдает команду на снижение мощности двигателя в случае перегрева двигателя по температуре масла. Порог температуры до 120°C. Чем выше температура масла, тем больше ограничивается мощность двигателя.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ О НИЗКОМ ДАВЛЕНИИ МАСЛА

Значение давления, при котором выдается данное предупреждение, зависит от частоты вращения коленчатого вала. В случае если двигатель работает при значениях давления масла ниже допустимых, мощность двигателя ограничивается.

1.4.7 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ТОПЛИВА

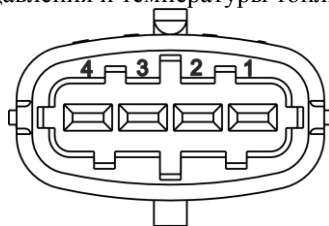
Датчик давления и температуры топлива **DS-K-TF** аналогичен датчику давления и температуры масла и контролирует давление и температуру топлива, подаваемого топливopодкачивающим насосом (в контуре низкого давления). Оба датчика взаимозаменяемы. Обозначение и характеристики приведены в п. 1.4.6. Датчик расположен сверху на корпусе фильтра тонкой очистки топлива на входе в фильтр, рисунок 3. С помощью датчика давления контролируется степень загрязнённости сменных фильтров предварительной и тонкой очистки топлива.

Диапазон измерения абсолютного давления 50...800 кПа (0,5...8 кгс/см²). Если давление топлива на прогревом двигателе превышает 800 кПа (8 кгс/см²), то сменный фильтр тонкой очистки топлива загрязнен и его требуется заменить. Если давление топлива на прогревом двигателе ниже 500 кПа (5 кгс/см²), требуется заменить сменный фильтр предварительной очистки топлива. После фиксации загрязненности фильтров двигатель начинает работать в режиме ограничения максимальной частоты вращения и крутящего момента.

По температуре топлива в контуре низкого давления ЭБУ рассчитывает количество впрыскиваемого топлива. При температуре топлива свыше 70°C ограничивается мощность двигателя. Показания датчика температуры топлива участвуют в алгоритме работы устройства облегчения пуска (например, предпусковой подогреватель воздуха на входе в двигатель).

1.4.7.1 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика давления и температуры топлива приведена на рисунке 24.



- Контакт 1 (провод 2.17) – ЭБУ контакт 2.17 масса датчика;
- Контакт 2 (провод 2.35) – ЭБУ контакт 2.35 выходной сигнал температуры;
- Контакт 3 (провод 2.16) – ЭБУ контакт 2.16 питание датчика (+5 В);
- Контакт 4 (провод 2.21) – ЭБУ контакт 2.21 выходной сигнал давления

Рисунок 24 – Конфигурация разъёма

1.4.7.2 ОТКАЗ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ТОПЛИВА

При отказе датчика давления и температуры топлива ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При отказе датчика давления ЭБУ устанавливает давление топлива равное 1000 кПа (10 кгс/см²). При отказе датчика температуры ЭБУ устанавливает температуру топлива равную 60°C. Отказ датчика давления или температуры топлива в двигателе не ведет к аварийному останову и не ограничивает мощность и частоту вращения двигателя.

1.4.8 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Датчик температуры охлаждающей жидкости **TF-W**, рисунок 25, контролирует температуру охлаждающей жидкости двигателя. Датчик расположен на водяной рубашке блока цилиндров с правой стороны: для четырехцилиндровых двигателей рядом с сервисным модулем, рисунок 4б, а для шестицилиндровых – ближе к стартеру, рисунок 4г.

В зависимости от температуры охлаждающей жидкости ЭБУ задает различные алгоритмы работы двигателя. Например, при температуре ОЖ минус 16°C перед пуском двигателя включается предпусковой подогреватель воздуха и загорается лампа холодного пуска. Выходной сигнал датчика информирует водителя о высокой температуре охлаждающей жидкости включением соответствующей лампы на панели приборов или сообщением через интерфейс CAN.



Рисунок 25 - Датчик температуры охлаждающей жидкости

1.4.8.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

Рабочие характеристики датчика представлены в таблице 7.

Таблица 7

Параметр	Значение
Номинальное напряжение, В	5±0,15
Номинальное сопротивление, кОм:	
при 20°C	2,5±6%
при 100°C	0,186±2%
Диапазон температур, °C	минус 40...плюс 140

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 26.

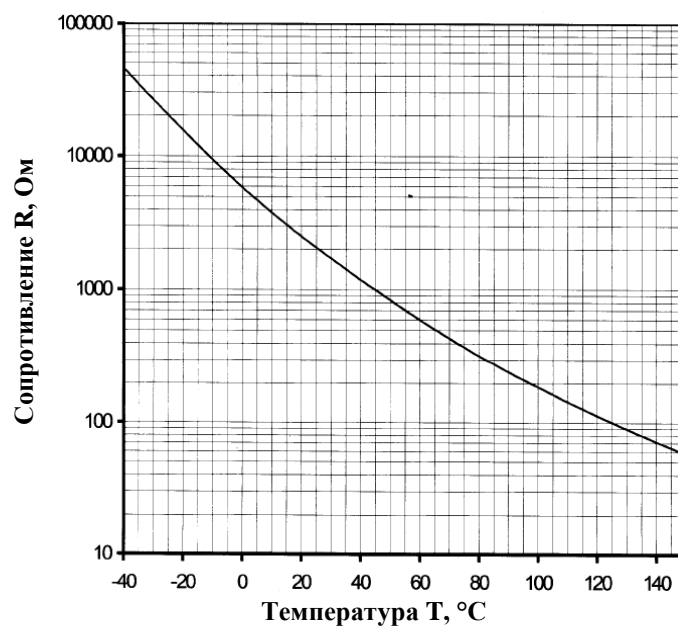


Рисунок 26 - Характеристика датчика с отрицательным температурным коэффициентом
Зависимости сопротивления от температуры $R(t)$ приведены в таблице 8.

Таблица 8

Температура, °C	Сопротивление $R_{ном}$, кОм	Абсолютные значения сопротивления без учета погрешности измерения		Темп. допуск (±°C)
		$R_{мин}$, кОм	$R_{макс}$, кОм	
-40	45,313	40,490	50,136	1,9
-30	26,114	23,580	28,647	1,8
-20	15,462	14,096	16,827	1,7
-10	9,397	8,642	10,152	1,7
0	5,896	5,466	6,326	1,6
20	2,500	2,351	2,649	1,5
25	2,057	1,941	2,173	1,4
40	1,175	1,118	1,231	1,3
60	0,596	0,573	0,618	1,2
80	0,323	0,313	0,332	1,0
100	0,186	0,182	0,191	0,8
120	0,113	0,109	0,116	1,2
140	0,071	0,068	0,074	1,6

Для проверки показаний датчика измерение сопротивления проводится измерительным током ≤ 1 мА при температуре **минус 10, плюс 20 и 80°C**. Внутреннее сопротивление измерительного прибора $R_i > 10$ МОм. При измерении характеристики датчик должен быть погружен в испытательную жидкость до шестигранника. Минимальное время ожидания при измерении каждой точки 10 минут.

1.4.8.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика охлаждающей жидкости приведена на рисунке 27.



- Контакт 1 (провод 2.15) – ЭБУ контакт 2.15 выходной сигнал температуры;
- Контакт 2 (провод 2.26) – ЭБУ контакт 2.26 масса датчика

Рисунок 27 – Конфигурация разъёма

1.4.8.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

При отказе датчика температуры охлаждающей жидкости ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. ЭБУ замещает показания отказавшего датчика температуры ОЖ показаниями датчика температуры масла. Отказ датчика температуры охлаждающей жидкости не ведет к аварийному останову, двигатель начинает работать в режиме ограничения крутящего момента.

При повышении температуры ОЖ в системе охлаждения до 105°C, а для отдельных модификаций двигателя и выше, также срабатывает диагностическая лампа. Кроме сигнала предупреждения о высокой температуре охлаждающей жидкости, происходит ограничение крутящего момента двигателя.

1.4.9 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВА В РАМПЕ

Датчик давления топлива в рампе (аккумуляторе) **DS-HD-RDS4.2**, рисунок 28, установлен в торец рампы и поставляется только с рампой в сборе. Датчик измеряет мгновенное значение давления топлива в рампе (контуре высокого давления) с высокой точностью и быстродействием. Диапазон измерений датчика составляет 0 – 200 МПа (0 – 2000 кгс/см²).

ЭБУ, получая значения от датчика, поддерживает заданное давление топлива в рампе, что необходимо для обеспечения топливно-экономических и экологических показателей двигателя. Возможные отклонения давления от заданных величин выравниваются дозирующим устройством.



Рисунок 28 – Датчик давления в аккумуляторе системы Common Rail

1.4.9.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

Датчик **DS-HD-RDS4.2** имеет резьбу М18х1,5 и рассчитан на максимальное давление 200 МПа (2000 кгс/см²) и напряжение 5 В.

Рабочие характеристики датчика представлены в таблице 9.

Таблица 9

Параметр	Значение		
	мин.	ном.	макс.
Диапазон давления p_n , МПа	0		200
Температурный диапазон T , °C	минус 40		плюс 130
Напряжение питания U_S , В	4,75	5,00	5,25
Ток питания I_S при $U_S = 5$ В, мА		12	15
Выходной сигнал U_{Out}	Определение см. рисунки 29 и 30		
Верхний предел выходного напряжения U_{cl} , В; линия характеристики 5 В	0,90 U_S	0,92 U_S	0,94 U_S
Верхний предел выходного напряжения U_{cl} , В; линия характеристики 3,3 В	0,60 U_S	0,61 U_S	0,62 U_S
Импеданс выхода R_d для $0,1U_S < U_{Out} < 0,94U_S$, Ом			10
Нагрузочная емкость на массу ¹⁾ C_L , нФ		10	13
Шаг реакция U_{Out} при изменении давления ²⁾ t_s , мкс	200		800
Время отклика U_{Out} на включение U_S ²⁾ t_{ini} , мс			2,0

¹⁾ необходим нагрузочный резистор 4,64 кОм между ножками датчика 1 и 2.

²⁾ увеличение до 90% от статистического выхода. Влияние жгута проводов, а также электронного блока управления необходимо оценить отдельно.

Напряжение выходного сигнала на 5 В от фактического давления может быть рассчитано (до номинального давления), как

$$U_{Out} = (c_1 p + c_0) \cdot U_S;$$

где U_{Out} - напряжение выходного сигнала;
 U_S - напряжение питания;
 p - давление [МПа];
 $c_0 - 0,1$;
 $c_1 - 0,8 / p_n$ МПа⁻¹;
 p_n - номинальное давление.

Выходное напряжение для характеристики на 5 В приведено на рисунке 29.

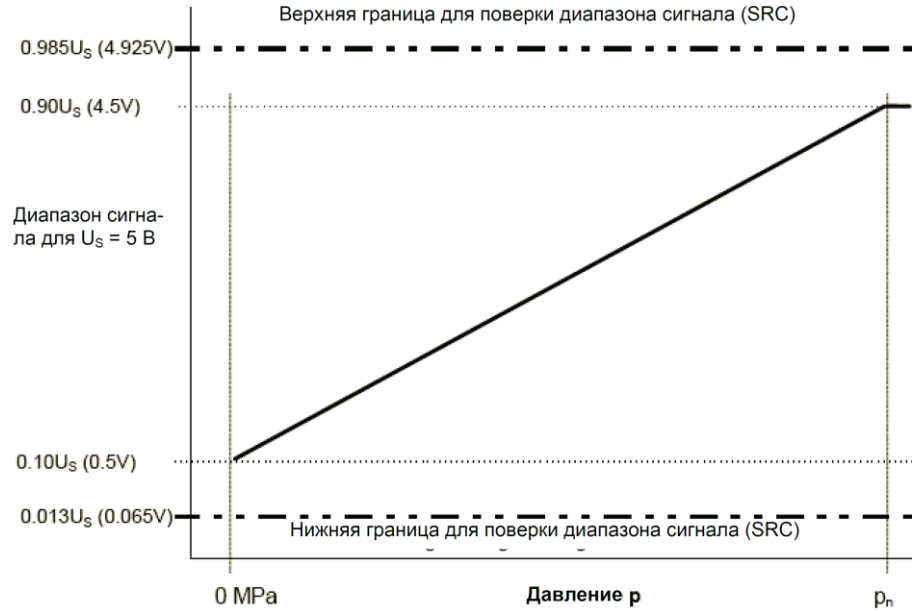


Рисунок 29 - Выходное напряжение как функция давления для 5 В

Напряжение выходного сигнала на 3,3 В от фактического давления может быть рассчитано (до номинального давления), как

$$U_{Out} = (d_1 p + d_0) \cdot U_S;$$

где U_{Out} - напряжение выходного сигнала;
 U_S - напряжение питания;
 p - давление [МПа];
 $d_0 - 0,06$;
 $d_1 - 0,54 / p_n$ МПа⁻¹;
 p_n - номинальное давление.

Выходное напряжение для характеристики на 3,3 В приведено на рисунке 30.

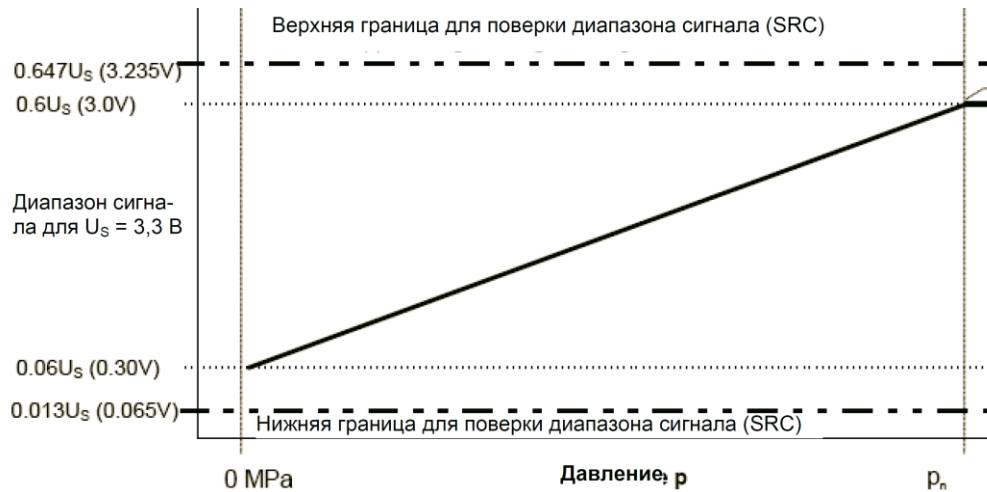


Рисунок 30 - Выходное напряжение как функция давления для 3,3 В

1.4.9.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика давления топлива в рампе приведена на рисунке 31.



- Контакт 1 (провод 2.12) – ЭБУ контакт 2.12 масса датчика;
- Контакт 2 (провод 2.14) – ЭБУ контакт 2.14 выходной сигнал;
- Контакт 3 (провод 2.13) – ЭБУ контакт 2.13 питание датчика (+5 В)

Рисунок 31 - Конфигурация разъёма

1.4.9.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ В РАМПЕ

При отказе датчика давления топлива в рампе ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При отказе датчика давления на двигателе ограничивается частота вращения (максимальная частота холостого хода составляет $1790 - 1800 \text{ мин}^{-1}$) и крутящий момент.

Клапан ограничения давления в рампе (предохранительный клапан) открывается (о чем свидетельствует сильный нагрев рампы в районе клапана) и независимо от режима работы двигателя давление топлива в рампе составляет 88-92 МПа ($880 - 920 \text{ кгс/см}^2$).

При отказе датчика давления топлива он меняется вместе с рампой.

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

При отказе датчика давления топлива в рампе проверить наличие ошибки в памяти ЭБУ.

Если диагностика ЭБУ невозможна, рекомендуется выполнить экспресс диагностику следующим образом: подключить датчик к источнику питания напряжением 5 В (ограничение по току 260 мА) при помощи адаптера (через жгут) и измерить выходное напряжение при давлении в рампе 0 МПа (0 кгс/см^2). Выходное напряжение на датчике должно составить $0,5 \pm 0,2 \text{ В}$. Если напряжение выходит за пределы этого диапазона, датчик неисправен. Если напряжение находится в пределах этого диапазона, датчик скорее исправен, но достаточной уверенности в этом нет. При возникновении сомнений датчик должен быть заменен.

При обрыве кабеля, коротком замыкании в жгуте проводов показания датчика выйдут за пределы рабочего диапазона.

1.4.10 ДОЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ КЛАПАНОМ

Дозирующее устройство с электромагнитным клапаном (**MeUn** – Metering Unit – дозатор или **MProp** – «Magnet Proportional» или solenoid-controlled proportional valve – пропорциональный клапан с электромагнитным управлением или устройство пропорциональной подачи топлива), рисунок 32, установлен на корпусе насоса высокого давления на линии низкого давления и поставляется только с насосом в сборе.

Количество топлива, подаваемого в насос высокого давления, регулируется электромагнитным клапаном дозирующего устройства. Таким образом, клапан регулирует расход топлива, подаваемого насосом высокого давления в топливную рампу, в соответствии с потребностями системы. Управление электромагнитным клапаном осуществляет ЭБУ посредством сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), которые изменяют площадь сечения впускного отверстия для топлива, тем самым увеличивая или уменьшая расход топлива на впуске. При отсутствии тока в управляющей обмотке клапан открыт и через него подается максимальное количество топлива. При большом токе клапан закрыт и через него подается малое количество топлива или подача отсутствует.

Такое регулирование подачи топлива не только снижает требования к рабочим характеристикам насоса высокого давления, но также позволяет снизить максимальную температуру топлива, оптимизировать затраты энергии на перекачку и сжатие топлива.



Рисунок 32 - Дозирующее устройство с электромагнитным клапаном

1.4.10.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА (MEUN)

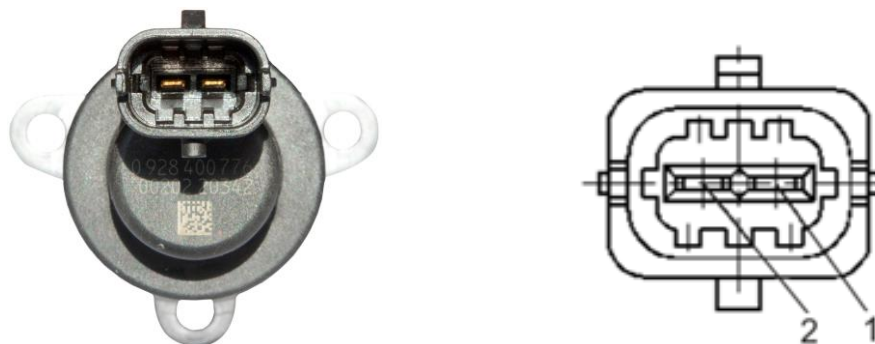
Рабочие характеристики дозирующего устройства (MeUn) представлены в таблице 10.

Таблица 10

Характеристики	Значение	Примечания
Функционирование		Клапан дозирующего устройства (MeUn) нормально открыт
Напряжение, В	8 ÷ 32	При полном функционировании
Напряжение, В	6 ÷ 8	При неполном функционировании и в режиме запуска
ШИМ сигнал (PWM), Гц	120 ÷ 200	
Сопротивление катушки R, Ом	2,60 ÷ 3,15 2,19 ÷ 2,65 2,80 ÷ 3,34 3,29 ÷ 3,99	при 20°C при минус 20°C при 40°C при 90°C
I _{max} (среднее значение), А	1,8	Включая допуски по ECU. При остановке двигателя, сила тока должна упасть от максимальной величины до нуля за промежуток времени менее 30 мс
I _{max} (пиковое значение), А	3,7	Включая допуски по ECU

1.4.10.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма дозирующего устройства приведена на рисунке 33.



- Контакт 1 (провод 3.09) – ЭБУ контакт 3.09 масса датчика;
- Контакт 2 (провод 3.10) – ЭБУ контакт 3.10 выходной сигнал;

Рисунок 33 - Конфигурация разъёма

1.4.10.3 ОТКАЗ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

При отказе дозирующего устройства ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При обрыве электрической цепи или отсутствии сигнала клапан дозирующего устройства будет находиться в открытом состоянии. Нерегулируемый расход топлива, поступающий в топливную рампу, приведет к повышению давления до 200 МПа (2000 кгс/см²) и открытию клапана ограничения давления в рампе (предохранительный клапан). Давление в рампе установится на уровне 88 – 92 МПа (880-920 кгс/см²), а ЭБУ ограничит частоту вращения (максимальная частота холостого хода составит 1790 – 1800 мин⁻¹) и крутящий момент.

При работе двигателя на некачественном топливе (наличие воды или твердых механических частиц из-за нарушения целостности сменного фильтра для топлива) клапан может заклинить в промежуточном или закрытом положении. В первом случае двигатель будет работать в ограничении, во втором случае двигатель не пустится.

1.4.11 СИСТЕМА РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ (РОГ)

Для выполнения нормативов по выбросам вредных веществ экологического класса 4 (показатели Евро-4) двигатели семейства ЯМЗ-530 оснащаются системой рециркуляции отработавших газов (РОГ или EGR – Exhaust Gas Recirculation) с внешним регулированием.

В системе РОГ часть отработавших газов (в зависимости от режима работы до 20%) вновь поступают в цилиндр.

Отработавшие газы, пройдя через радиатор системы рециркуляции, охлаждаются с 400 – 700°C до 160°C и ниже.

С помощью сигнала с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) ЭБУ управляет клапаном заслонки EGR. Воздушный пропорциональный клапан в сочетании с пневмоцилиндром устанавливает заданное положение заслонки системы рециркуляции. Положение заслонки контролируется датчиком. В нерабочем положении заслонка закрыта.

1.4.11.1 ЗАСЛОНКА ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Заслонка, рисунок 34, состоит из корпуса с поворотной частью и актуатора, который, в свою очередь, состоит из пневмоцилиндра для привода заслонки (ход $34,1 \pm 2$ мм) и линейного датчика положения **GT**, контролирующего ее перемещение. Пневмоцилиндр и датчик объединены в один корпус.

Тяга штока пневмоцилиндра регулируется таким образом, чтобы она при закрытой заслонке имела предварительный натяг $1,5 \pm 0,5$ мм.



Рисунок 34 – Заслонка отработавших газов (EGR) в сборе

1.4.11.1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ЗАСЛОНКИ EGR

Полный линейный ход штока	37 мм;
Напряжение питания	4,9 – 5,1 В;
Потребляемый ток	$\leq 12,5$ мА;
Выходное напряжение в положении «закрыто» (преднатяг штока $1,5 \pm 0,5$ мм)	$0,7 \pm 0,2$ В;
Выходное напряжение в положении «открыто» (рычаг штока на упоре) (положение штока $34,1 \pm 2$ мм)	$4,35 \pm 0,15$ В.

Зависимость выходного сигнала от перемещения штока приведена на рисунке 35.

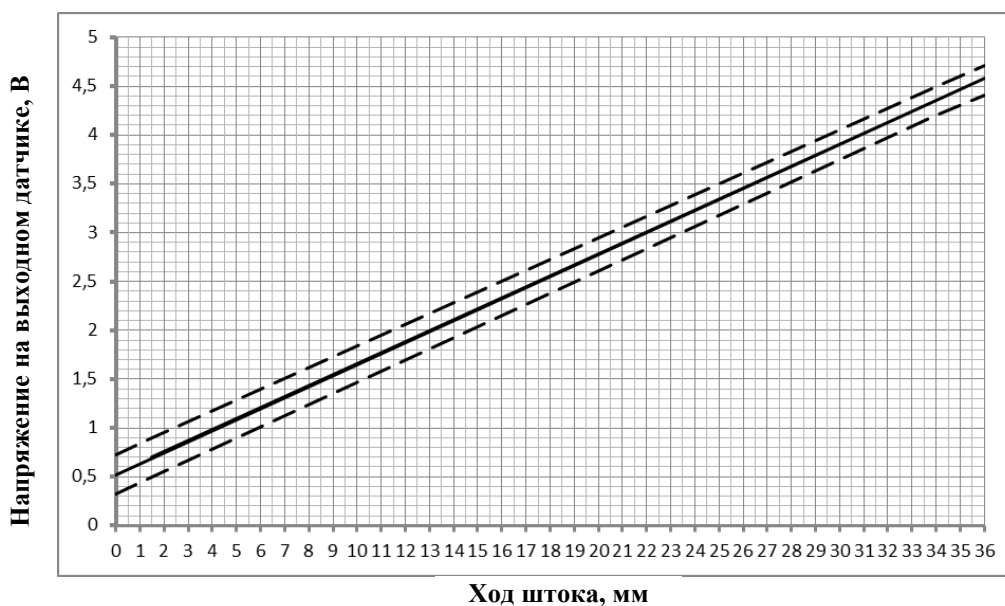
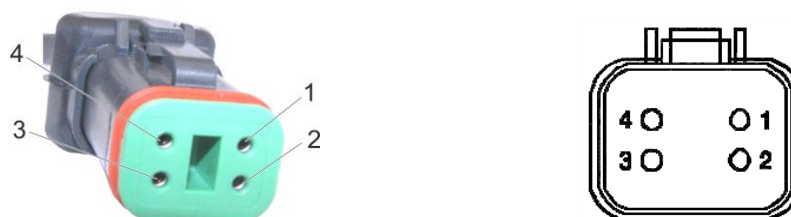


Рисунок 35 - Характеристика датчика положения

1.4.11.1.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика положения заслонки EGR приведена на рисунке 36.



- Контакт 1 (свободен) – ЭБУ контакт не используется;
- Контакт 2 (провод 2.31) – ЭБУ контакт 2.31 питание датчика (+5 В);
- Контакт 3 (провод 2.22) – ЭБУ контакт 2.22 выходной сигнал;
- Контакт 4 (провод 2.18) – ЭБУ контакт 2.18 масса датчика

Рисунок 36 - Конфигурация разъёма

1.4.11.1.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ЗАСЛОНКИ EGR

При отказе датчика положения заслонки EGR ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При наличии ошибки заслонка чаще остается в положении «закрыто», кроме случая заклинивания механизма в приоткрытом состоянии из-за отложений на внутренних частях. При отказе датчика положения заслонки EGR цикловая подача топлива электронным блоком управления не ограничивается, но возможно снижение мощности двигателя вследствие особенностей организации рабочего процесса.

1.4.11.2 КЛАПАН ЗАСЛОНКИ EGR

Для бесступенчатой регулировки положения заслонки системы рециркуляции служит электропневматический клапан заслонки EGR (пропорциональный клапан), рисунок 37. Клапан регулирует давление сжатого воздуха в пневмоцилиндре заслонки рециркуляции ОГ.

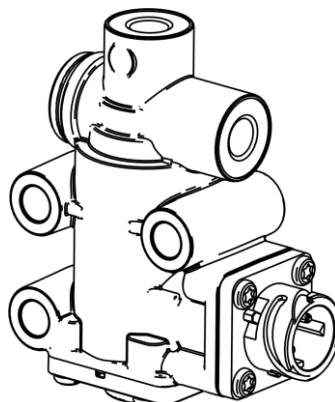


Рисунок 37 - Клапан заслонки EGR (пропорциональный)

1.4.11.2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНА ЗАСЛОНКИ EGR

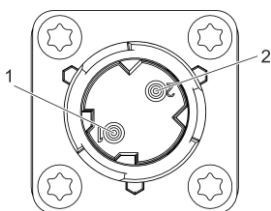
Рабочие характеристики клапана заслонки EGR представлены в таблице 11.

Таблица 11

Параметр	Значение
Рабочий диапазон напряжений	16 - 32 В
Предельный ток	400 мА
Оптимальное рабочее давление на входе / на выходе	0,8...1,25 МПа (8...12,5 кгс/см ²)
Минимальное давление на входе / на выходе	0,66...0,72 МПа (6,6...7,2 кгс/см ²)
Рабочий диапазон температур	минус 40...плюс 130°С
Сопротивление катушки	30 Ом
Номинальная потребляемая мощность	6 Вт ^{+10%} _{-5%}
Индуктивность катушки	400...500 мГн

1.4.11.2.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма клапана заслонки EGR приведена на рисунке 38.



- Контакт 1 (провод 2.03) – ЭБУ контакт 2.03 питание датчика (+24 В);
- Контакт 2 (провод 2.01) – ЭБУ контакт 2.01 сигнал управления

Рисунок 38 - Конфигурация разъёма

1.4.11.2.3 ОТКАЗ КЛАПАНА ЗАСЛОНКИ EGR

Отказ клапана приводит к неправильной работе системы РОГ и может проявляться в рассогласовании между исполнительным механизмом (заслонка РОГ) и управляющей частью (клапан заслонки). Например, медленное реагирование заслонки на изменение заданных значений, заклинивание заслонки в каком-нибудь положении. В любом случае, с появлением ошибки необходимо проверить целостность электрической цепи клапана и герметичность соединений в пневмосистеме ТС.

1.4.12 ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ ПЕДАЛИ АКСЕЛЕРАТОРА (ЭЛЕКТРОННАЯ ПЕДАЛЬ)

На двигателях с механическим регулированием подачи топлива водитель, изменяя положение педали акселератора, через механический привод воздействует на положение рейки ТНВД и изменяет рабочие режимы двигателя.

На двигателях с электронной системой управления электрический сигнал, образующийся на потенциометре педали акселератора, информирует ЭБУ о том, как сильно водитель нажал на педаль, другими словами - об увеличении крутящего момента. Датчик положения педали акселератора регистрирует перемещение педали или изменение угла ее положения и передает соответствующий сигнал в ЭБУ.

Педальный модуль - единое устройство, состоящее из педали акселератора и двух датчиков ее перемещения.

1.4.12.1 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Важнейшая составная часть датчика - потенциометр, с которого снимается напряжение, зависящее от положения педали акселератора. Загруженная в ЭБУ характеристика датчика преобразует это напряжение в относительное перемещение или величину угла положения педали в процентах.

С целью облегчения диагностики и на случай повреждения основного датчика существует резервный (дублирующий) датчик - составная часть системы контроля.

Второй потенциометр выдает на всех рабочих режимах половину напряжения первого, чтобы можно было получить два независимых сигнала для выявления возможной неисправности, рисунок 39.

1.4.12.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕДАЛИ

Характеристика электронной педали акселератора приведена на рисунке 39.

Входное напряжение питания педали $U_{пит} = 5 \pm 0,5$ В принято за 100%. В соответствии с характеристикой рассчитывается напряжение датчиков в зависимости от положения педали.

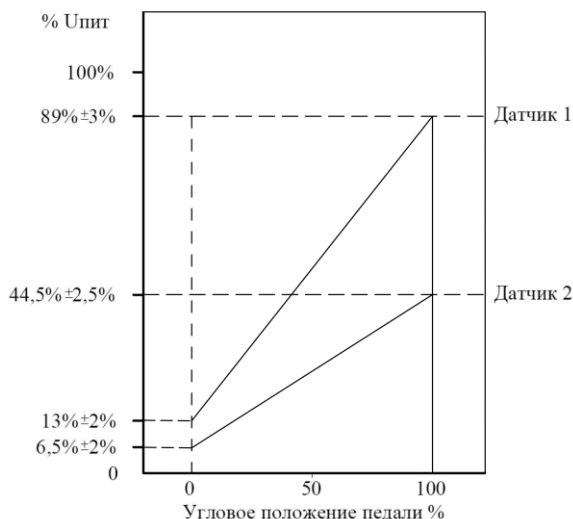


Рисунок 39 – Выходная характеристика педали акселератора

1.4.12.3 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Педальный модуль устанавливается заводом-изготовителем транспортного средства, поэтому на каждом ТС его конструкция может быть различной. В связи с этим, нумерация контактов датчика перемещения педали может также различаться, поэтому ниже, на рисунке 40, приводится схема подключения контактов без указания их нумерации.



- (провод 1.77) – ЭБУ контакт 1.77 питание датчика 1 (+5 В);
- (провод 1.79) – ЭБУ контакт 1.79 выходной сигнал датчика 1;
- (провод 1.78) – ЭБУ контакт 1.78 масса датчика 1;
- (провод 1.84) – ЭБУ контакт 1.84 питание датчика 2 (+5 В);
- (провод 1.80) – ЭБУ контакт 1.80 выходной сигнал датчика 2;
- (провод 1.76) – ЭБУ контакт 1.76 масса датчика 2

Рисунок 40 - Конфигурация разъёма

1.4.12.4 ОТКАЗ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ПЕДАЛИ АКСЕЛЕРАТОРА

При отказе датчика положения педали акселератора ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. Двигатель перестает реагировать на положение педали акселератора. Частота вращения коленчатого вала устанавливается равной 1000 мин⁻¹. Крутящий момент в этой точке не ограничивается, ТС может двигаться с небольшой скоростью.

1.5 ДАТЧИКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТС

Для обеспечения безопасности движения транспортных средств на них могут быть установлены дополнительные датчики и устройства: датчик положения педали тормоза, датчик положения педали сцепления и кнопка моторного тормоза. Обозначение модели этих датчиков, электрическая схема их подключения, диагностика их неисправности должна быть отражена в руководстве по эксплуатации ТС. В п.п. 1.5.1...1.5.3 настоящей инструкции приводится информация о влиянии датчиков и устройств на работу двигателя.

1.5.1 ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ ПЕДАЛИ ТОРМОЗА

Датчик положения педали тормоза – это контактный датчик, определяющий положение педали рабочего тормоза (педаль нажата или не нажата). Функцию датчика может выполнять как отдельный датчик, устанавливаемый под педаль тормоза, так и выключатель стоп-сигнала («лягушка»), устанавливаемый в контуре низкого давления пневматической тормозной системы. На ТС могут устанавливаться и оба устройства: датчик положения педали и выключатель стоп-сигнала.

При нажатии педали тормоза датчик или выключатель подает в ЭБУ сигнал о начале перемещении педали. В результате отключается педаль акселератора и снижается частота вращения двигателя до минимальной частоты холостого хода.

При нажатии педали тормоза также отключаются некоторые функции, например, системы круиз-контроля и отбора мощности.

1.5.1.1 ОТКАЗ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ПЕДАЛИ ТОРМОЗА

При отказе датчика положения педали тормоза ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При отказе датчика или выключателя стоп-сигнала двигатель не реагирует на педаль акселератора, и частота вращения коленчатого вала устанавливается равной минимальной частоте холостого хода.

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

Диагностика неисправности датчика зависит от его модели, поэтому по вопросам диагностики необходимо обращаться к непосредственным производителям ТС.

Если конструкция датчика предусматривает регулировку, то необходимо отрегулировать датчик положения педали согласно Руководству по эксплуатации ТС.