

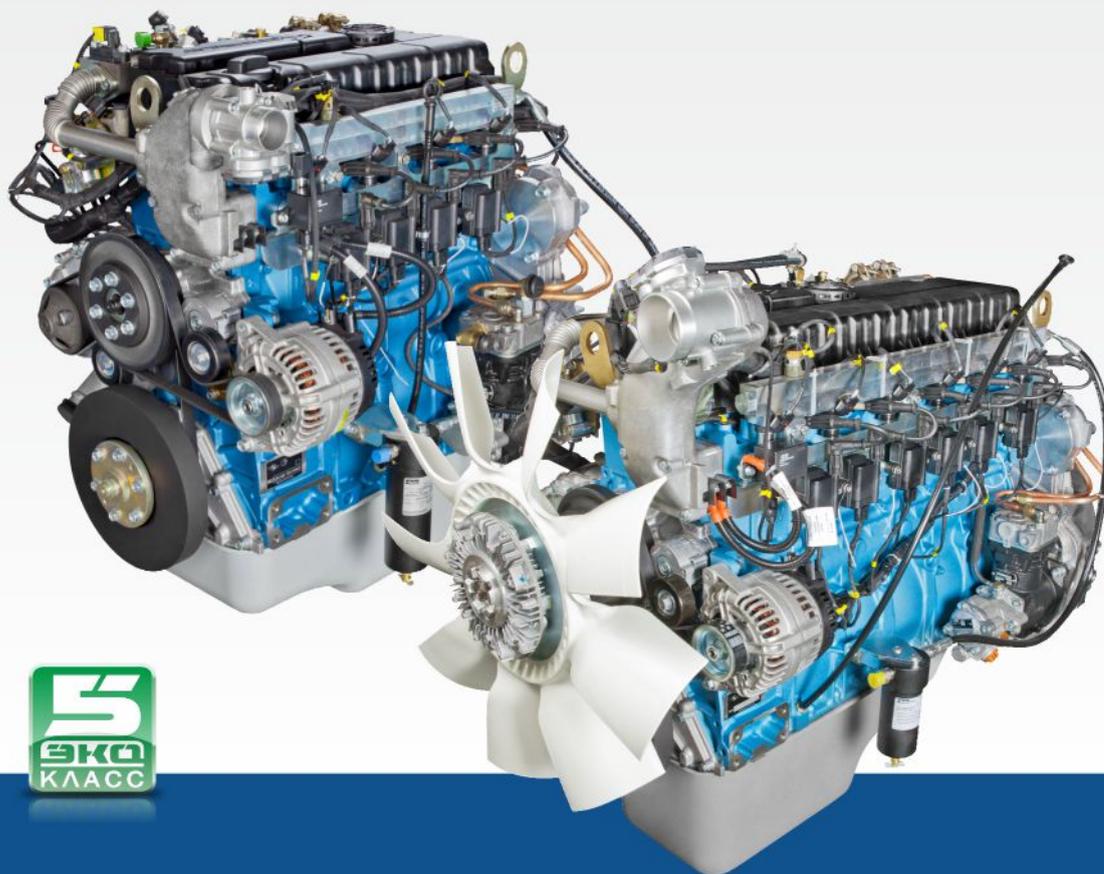
# ЯМЗ 530 CNG

ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

## ЯМЗ-53404

## ЯМЗ-53604

их модификации  
и комплектации



**ИНСТРУКЦИЯ ПО ДИАГНОСТИКЕ**  
53404.3902250 ИС

ПАО «Автодизель»  
(Ярославский моторный завод)  
Ярославль, 2019



***АВТОДИЗЕЛЬ***<sup>®</sup>

**ПАО "АВТОДИЗЕЛЬ"  
(Ярославский моторный завод)**

## **ИНСТРУКЦИЯ**

**ПО ДИАГНОСТИКЕ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
ЯМЗ-53404, ЯМЗ-53604, ИХ МОДИФИКАЦИЙ  
И КОМПЛЕКТАЦИЙ**

**53404.3902250 ИС**

Инструкция содержит описание устройства и работы электронной системы управления двигателем (назначение, расположение датчиков, их характеристики, схему подключения и отказы датчиков), а также бортовой диагностической системы, которая контролирует уровень выбросов вредных веществ с отработавшими газами и в случае превышения сигнализирует об этом водителю.

Приводятся описание работы двигателя при наличии неисправностей, порядок проведения компьютерной диагностики, коды неисправностей и их расшифровка.

Инструкция предназначена для всех лиц, связанных с эксплуатацией газовых двигателей ЯМЗ-53404, ЯМЗ-53604, их модификаций и комплектаций производства ПАО «Автодизель».

Ответственный редактор – Директор ИКЦ ПАО "Автодизель" Д.С. Мокроусов.

**Все замечания, а также пожелания и предложения по содержанию настоящей Инструкции просим направлять по адресу: 150040, г. Ярославль, проспект Октября, 75, ПАО "Автодизель", Инженерно-конструкторский центр, телефон (4852), 27-46-42, e-mail: GoginEN@gaz.ru.**

В связи с постоянной работой по совершенствованию двигателей, направленной на повышение их надежности и долговечности, улучшение экологических показателей и потребительских свойств, в конструкцию и программное обеспечение электронной системы управления двигателем могут быть внесены изменения, не отраженные в настоящем издании.

© ПАО "Автодизель" (ЯМЗ), 2019

Перепечатка, размножение или перевод, как в полном, так и в частичном виде, не разрешается без письменного разрешения ИКЦ ПАО «Автодизель».

190419

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для выполнения требований законодательства по ограничению токсичности отработавших газов, требуется очень точное регулирование количества топлива и момента начала его подачи в зависимости от таких параметров, как температура окружающего воздуха, частота вращения коленчатого вала, нагрузка, высота над уровнем моря и других. Даже самые небольшие отклонения в управлении подачей топлива отрицательно сказываются на плавности, шумности и экологических показателях работы двигателя.

Начало подачи (угол опережения впрыска) и количество топлива (цикловая подача) рассчитываются программой, заложенной в электронном блоке управления, который затем выдает управляющий сигнал на соответствующие электромагнитные клапаны, в результате чего осуществляется подача и воспламенение топлива в цилиндрах двигателя в соответствии с порядком их работы.

В свою очередь, работа этой программы может быть обеспечена только при помощи датчиков, которые помимо управления двигателем осуществляют еще непрерывный мониторинг функций систем впрыска топлива и нейтрализации отработавших газов, влияющих на содержание вредных веществ в отработавших газах транспортного средства.

Весь комплекс электронных устройств, управляющих работой двигателя, и есть электронная система управления двигателем. Кроме того, эта система соответствует всем требованиям бортовой диагностики, направленной на контроль и предупреждение в случае превышения определенного уровня выбросов вредных веществ в отработавших газах.

## СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ

- АКБ – аккумуляторная батарея;  
АКП – автоматическая коробка передач;  
БД система – бортовая диагностическая система;  
ВМТ – верхняя мертвая точка;  
ИС – индикатор сбоев;  
КП – коробка передач;  
ОГ – отработавшие газы;  
ОЖ – охлаждающая жидкость;  
ОНВ – охладитель наддувочного воздуха;  
РОГ – рециркуляция отработавших газов;  
РЭ – руководство по эксплуатации;  
ТКР – турбокомпрессор;  
ТНВД – топливный насос высокого давления;  
ТС – транспортное средство;  
СЦ – сервисный центр;  
ЭБУ – электронный блок управления;  
ЭДС – электродвижущая сила;  
ЭСУД – электронная система управления работой двигателем;  
ABS – Anti-lock braking system - антиблокировочная система, предотвращающая блокировку колёс транспортного средства при торможении;  
ASR – Automatic Slip Regulation - автоматическая антипробуксовочная система, основной функцией которой служит предотвращение пробуксовки ведущих колес автомобиля;  
CAN - Controller Area Network - сеть контроллеров. Это название стандарта промышленной сети, ориентированного, прежде всего на объединения в единую сеть различных устройств и датчиков. Применительно к автомобилю, CAN - это устройство, которое дает возможность объединить и использовать максимально большое количество функций и свойств различных электронных устройств;  
CNG - Compressed natural gas – или сжатый природный газ (КПГ) – сжатый природный газ, используемый в качестве моторного топлива вместо бензина, дизельного топлива и пропана;  
DLC - Diagnostic Link Connector - диагностический разъем связи OBD II;  
DTC - Diagnostic Trouble Code - диагностические коды неисправностей в соответствии со спецификацией J2012;  
ECM – Electronic Control Module - электронный модуль управления, тоже что и ECU;  
ECU – Electronic Control Unit - электронный блок управления, см. ECM;  
EDC – Electronic Diesel Control - электронная система управления работой двигателем, см. EMS;  
EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory - электрически стираемая перепрограммируемая энергонезависимая память;  
EGR – Exhaust Gas Recirculation - рециркуляция отработавших газов;  
EMS - engine management system – система управления двигателем, тоже что и EDC;  
EOBD - European On Board Diagnosis – Европейская система бортовой диагностики;  
ESC - European steady state cycle - европейский цикл испытаний в установившихся режимах. Определяет уровень выбросов вредных веществ в ОГ и состоит из 13 установившихся режимов;  
ESP – Electronic Stability Program - система динамической стабилизации автомобиля или противозаносная система;  
EST - Engine coolant temperature - температура охлаждающей жидкости, см. WT;  
ET – Exhaust Air Temperature – температура отработавших газов;  
ETB - Electronic Throttle Body – электронная дроссельная заслонка;  
EUV - Electric switchover valve – электрический переключающий клапан, тоже что и TCV;  
GP – Gas Rail Pressure – давление газа в рампе;  
GT - Gas Rail Temperature – температура газа в рампе;  
NTC - Negative Temperature Coefficient - отрицательный коэффициент сопротивления;  
MAF - Mass Air Flow – массовый расход воздуха, см. TMAP;  
MAP - Manifold Air Pressure - абсолютное давление воздуха во впускном коллекторе;  
MAT - Manifold Air Temperature - температура воздуха во впускном коллекторе;  
MIL – Malfunction Indicator Lamp - лампа сигнализации неисправностей системы EOBD;  
RAM - Random Access Memory - память с произвольным доступом или оперативная память, иначе ОЗУ - оперативное запоминающее устройство;  
TCV - Turbocharger Wastegate Control Valve или Turbo Control Valve - перепускной регулирующий клапан турбокомпрессора, см. EUV;  
TMAP – Pre-Throttle Pressure and intake air temperature sensor – давление и температура воздуха на впуске перед дроссельной заслонкой, тоже что и MAF;

TPS - Throttle Position Sensor (Throttle Pedal Sensor) – датчик положения дроссельной заслонки;  
WG - Wastegate - клапан перепуска на турбине;  
WT – Coolant Temperature - температура охлаждающей жидкости, тоже что и EST.

# 1 УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ (ЭСУД)

## 1.1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

**ВНИМАНИЕ!** ЛЮБЫЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВА В РАБОТУ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИЛИ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ **СОПРЯЖЕНЫ С ОПАСНОСТЬЮ** И МОГУТ ПРИВЕСТИ К ТРАВМАМ (ВПЛОТЬ ДО СМЕРТЕЛЬНЫХ) И/ИЛИ К ПОВРЕЖДЕНИЯМ ДВИГАТЕЛЯ.

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ЭСУД НЕОБХОДИМО ОТКЛЮЧИТЬ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ, ПОВЕРНУВ КЛЮЧ В ВЫКЛЮЧАТЕЛЕ ПРИБОРОВ И СТАРТЕРА В ПОЛОЖЕНИЕ «0» И ВЫКЛЮЧИВ «МАССУ».

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ «МАССЫ» РАЗРЕШАЕТСЯ ОТКЛЮЧАТЬ НЕ РАНЕЕ, ЧЕМ ЧЕРЕЗ 30 С ПОСЛЕ ПОЛНОЙ ОСТАНОВКИ ДВИГАТЕЛЯ. В ТЕЧЕНИЕ ЭТОГО ВРЕМЕНИ ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПРОВОДИТ ДИАГНОСТИКУ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭСУД И СОХРАНЯЕТ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В ПАМЯТИ

Главными задачами для разработчиков двигателей являются снижение расхода топлива и содержания вредных веществ ( $\text{NO}_x$  - оксиды азота,  $\text{CO}$  - окись углерода,  $\text{CH}$  - углеводороды, «твердые» частицы) в отработавших газах.

Решение этих задач в современных условиях возложено на электронную систему управления двигателем (ЭСУД или EDC – Electronic Diesel Control), которая позволяет точно и быстро, учитывая множество постоянно меняющихся внешних условий, регулировать параметры процесса подачи топлива, обеспечивая выполнение многочисленных требований, стоящих перед современными двигателями.

С этой целью в составе ЭСУД имеются датчики, электронный блок управления (ЭБУ) и исполнительные механизмы. Получая от датчиков сигналы, ЭБУ анализирует их и в соответствии с заложенными в его память базовыми параметрами, вырабатывает команды на срабатывание различных исполнительных устройств, осуществляя тем самым корректировку рабочих параметров двигателя и обеспечивая максимальную эффективность его отдачи при минимальном расходе топлива. Иначе говоря, ЭБУ определяет момент, когда требуется подать нужное количество топлива в цилиндры, а также момент, когда следует подать искру. Исполнительные механизмы служат для доставки в цилиндры топливовоздушной смеси и формирования искры.

Наряду с этой существует другая важная задача, решение которой лежит на ЭБУ. Этой задачей является самодиагностика системы управления. Система производит проверку датчиков и исполнительных устройств, контролирует эксплуатационные циклы транспортного средства, обеспечивает возможность замораживания параметров и очистки блока памяти. Все отказы и нарушения функционирования компонентов системы фиксируются в электронной памяти ЭБУ в виде специальных цифровых кодов. Считывание записанных в память ЭБУ кодов неисправностей, полученных в результате самодиагностики, проводится при помощи специального сканера, подключаемого к 16-контактному диагностическому разъему.

Электронная система двигателя может интегрироваться в единую бортовую сеть управления автомобилем, что позволяет, например, снижать крутящий момент двигателя при переключении передач в автоматической коробке или изменять его при пробуксовке колес, отключать устройство блокировки движения и т.д. Она соответствует всем требованиям протоколов диагностики OBD II (On-Board Diagnostic – система бортовой диагностики) и EOBD (Европейский протокол OBD для получения информации о неисправностях двигателя, связанных с отработавшими газами). В России этим протоколам отвечает бортовая диагностическая система, описание которой приведено в разделе 2 «Бортовая диагностическая система» настоящей инструкции.

### 1.1.1 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭСУД

Электронная система управления двигателем состоит из трех главных системных блоков, рисунок 1:

**1 Датчики и задающие устройства 2, 4** регистрируют условия эксплуатации (например, частоту вращения коленчатого вала) и задаваемые величины (например, датчик положения педали акселератора). Они преобразуют физические величины в электрические сигналы. Информация о работе систем двигателя передается в электронный блок управления – это входные сигналы.

**2 Электронный блок управления (ЭБУ) 1** обрабатывает сигналы датчиков и задающих устройств по калибровочным таблицам. Он управляет исполнительными механизмами с помощью электрических выходных сигналов. Кроме того, ЭБУ взаимодействует с другими системами автомобиля 5-7, а также участвует в его диагностике 8.

ЭБУ контролирует все текущие эксплуатационные режимы двигателя. При выходе из допустимых пределов какого-либо из параметров двигателя ЭБУ немедленно дает соответствующее управляющее действие.

**3 Исполнительные механизмы 3** преобразуют электрические выходные сигналы блока управления в действие механических устройств (например, дроссельная заслонка), управляющих подачей топлива.

Размещение датчиков на двигателе показано на рисунках 4, 5, а также в разделах «Техническая характеристика» и «Датчики и жгуты» руководств по эксплуатации соответствующих моделей двигателей семейства ЯМЗ-530 CNG.

### 1.1.2 ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭСУД

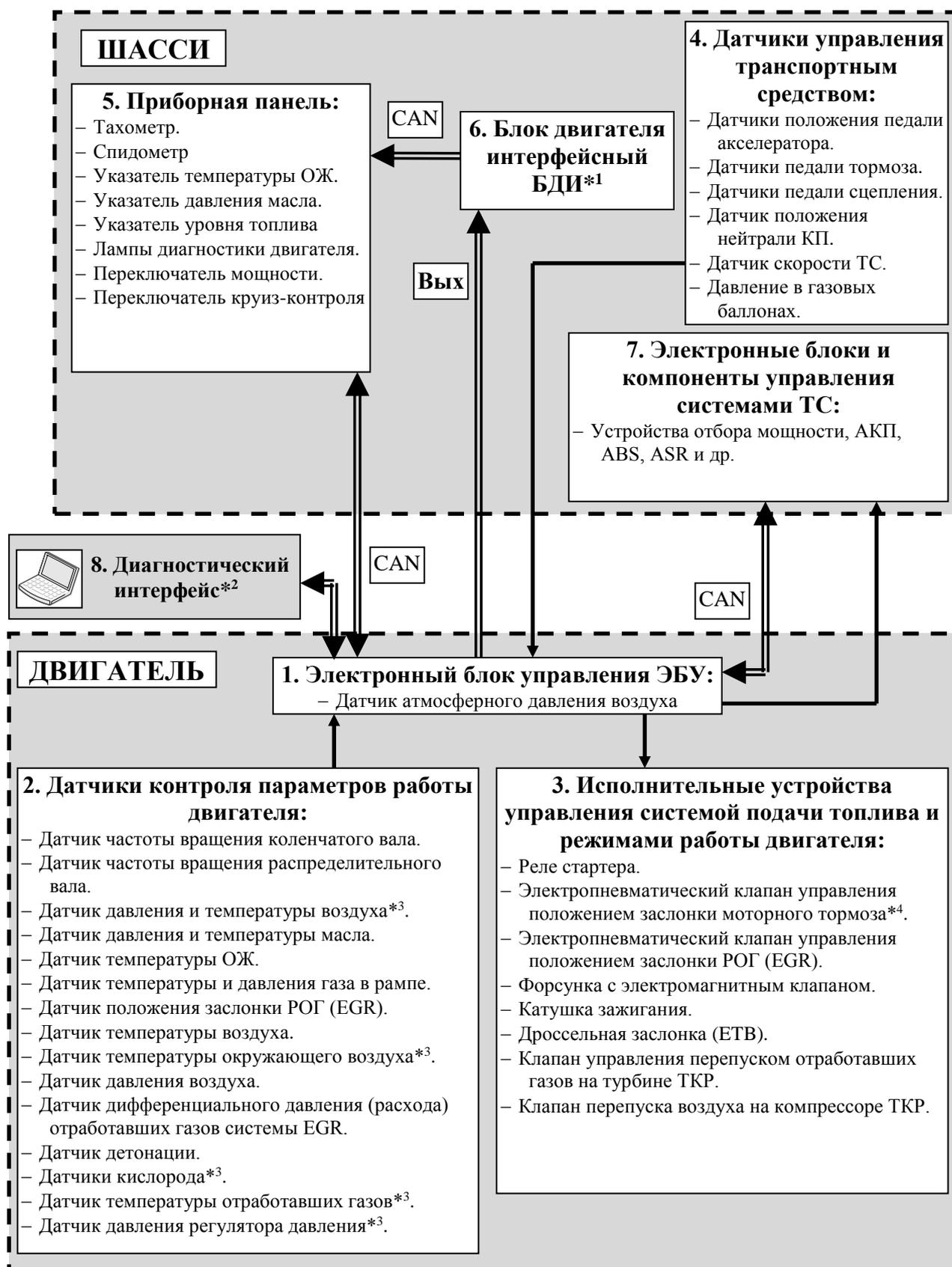
ЭСУД это система программно-аппаратных средств, которая может определять и идентифицировать неисправности и вероятные причины неисправностей, как самой системы, так и двигателя.

О любых нарушениях функционирования компонентов систем впрыска и снижения токсичности отработавших газов водитель оповещается посредством срабатывания вмонтированной в комбинацию приборов транспортного средства (ТС) лампы индикатора сбоев (ИС). Если сбой имел временный характер и ЭБУ регистрирует возврат системы к нормальному функционированию, лампа ИС отключается.

Проверка исправности состояния лампы ИС (ее кратковременное срабатывание) происходит каждый раз при повороте ключа **Выключателя приборов и стартера** (зажигания) в фиксируемое положение «I» (приборы включены). При отсутствии нарушений функционирования систем управления двигателем и снижения токсичности отработавших газов лампа должна погаснуть уже спустя 2-30 секунд. Если при включении зажигания кратковременного срабатывания контрольной лампы не происходит, проверьте состояние электропроводки и предохранителя ее электрической цепи, кроме того, удостоверьтесь в целостности нити накала собственно лампы.

**ВНИМАНИЕ! ЕСЛИ СИГНАЛЬНАЯ ЛАМПА ГОРИТ И НЕ ГАСНЕТ, ТО В ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ЗАФИКСИРОВАНА НЕИСПРАВНОСТЬ, КОТОРУЮ НЕОБХОДИМО УСТРАНИТЬ**

Необходимо помнить, что коды регистрируют отказы электрических контуров в совокупности, а не отдельных компонентов, входящих в их состав. Так, присутствие в памяти ЭБУ кода SPN 51, приложение Б, говорит о неисправности в цепи датчика положения дроссельной заслонки, что вовсе необязательно свидетельствует о выходе из строя самого датчика. **При выявлении причин отказа особое внимание следует уделять состоянию соответствующей электропроводки и качеству ее контактных соединений.** Исключить вероятность отказа рабочего элемента цепи, либо удостовериться в нем можно путем подстановки заведомо исправного компонента.



- \*1 - Для некоторых моделей транспортных средств и изделий.
- \*2 - Подключается при диагностике ЭСУД.
- \*3 - На двигатель не устанавливается, входит в комплект поставки.
- \*4 - Для некоторых моделей двигателей.

**Рисунок 1** – Примерная структурная схема электронной системы управления двигателем семейства ЯМЗ-530 CNG

В памяти ЭБУ одновременно хранятся коды множества различных неисправностей. Выдача кодов при считывании производится в порядке возрастания их идентификационных номеров и никак не зависит от порядка занесения их в память.

Коды неисправностей могут быть двух видов: активные (неустраненные) и неактивные (устраненные).

ЭБУ обеспечивает самодиагностику и диагностику компонентов электронной системы управления. ЭСУД постоянно проверяет сигналы всех соединенных с ЭБУ датчиков и исполнительных механизмов по таким параметрам, как выход за границы рабочей области, нарушение контакта, короткие замыкания на «массу» или устойчивость по отношению к другим сигналам.

При обнаружении отклонений параметров работы двигателя от заданных загорается лампа ИС, а при наличии на панели приборов ТС монитора, на его экране появляется сообщение о неисправности с указанием диагностического кода и ее характера.

Отличительной особенностью самодиагностики ЭСУД является организация в ней адаптивной логики, позволяющей производить динамическое управление функционированием системы впрыска топлива. Данная особенность позволяет автоматически компенсировать износ и колебания параметров компонентов системы питания. Так, при стабильно работающем двигателе ЭБУ отслеживает тенденцию к обеднению или обогащению воздушно-топливной смеси и предпринимает соответствующие шаги по корректировке ее состава, стремясь постоянно выдерживать стехиометрическое число  $\lambda=1$ . Корректирующие параметры заносятся в специальную память ЭБУ, фиксируются в ней и остаются доступными при последующих циклах эксплуатации ТС.

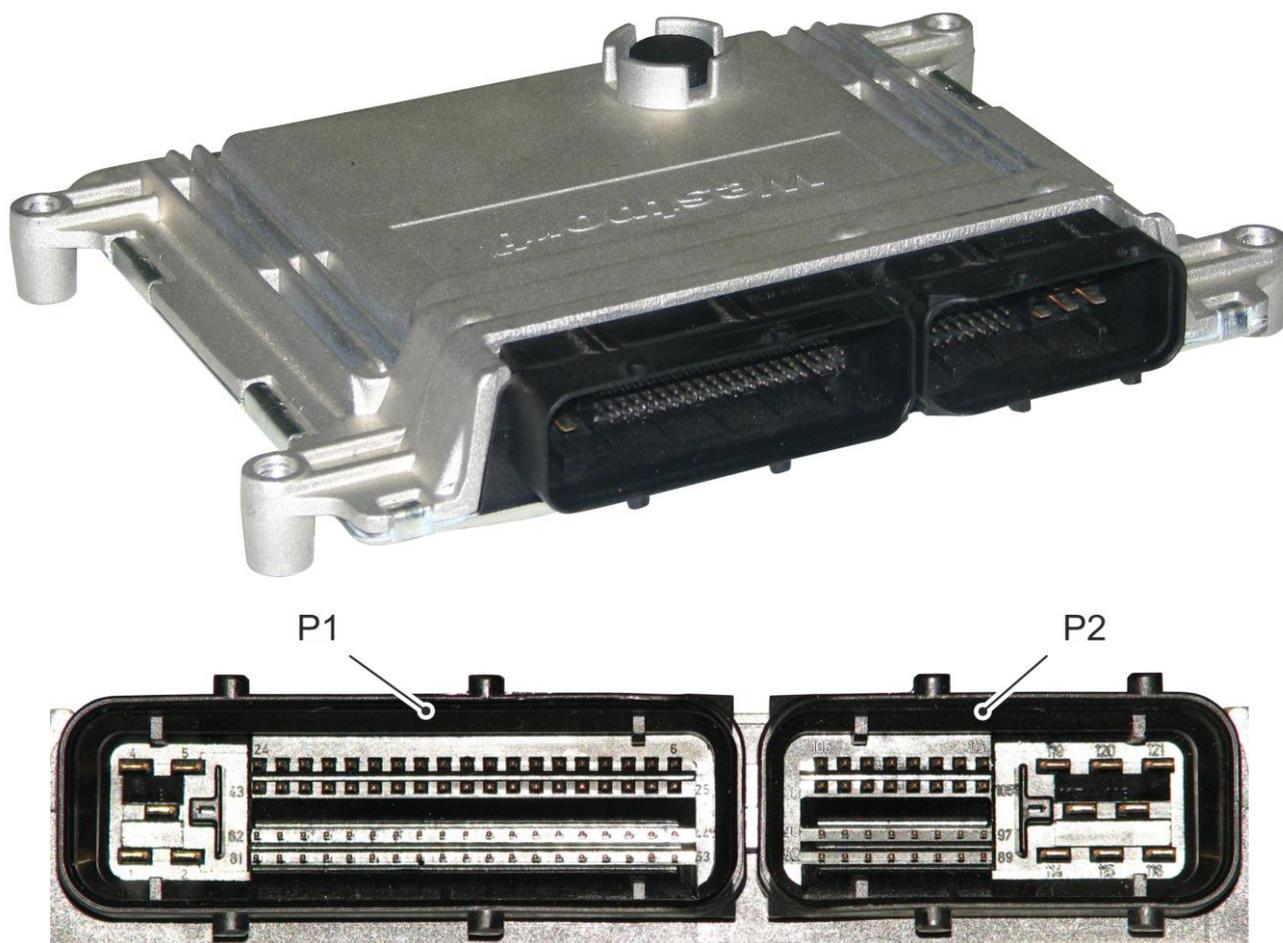
ЭСУД при определенных условиях может выполнять следующие действия: **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ, ОГРАНИЧЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ и/или ВЕЛИЧИНЫ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДВИГАТЕЛЯ и ОСТАНОВ ДВИГАТЕЛЯ.**

## 1.2 ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ (ЭБУ)

Электронный блок управления (ЭБУ или ECU – Electronic Control Unit) модели WP-580 фирмы Westport, рисунок 2, на двигателе не устанавливается, входит в комплект поставки и располагается на шасси транспортного средства (в кабине автомобиля, в салоне автобуса или в подкапотном пространстве на перегородке моторного отсека). Обозначение ЭБУ – 53404.3763010 (обозначение фирмы Westport – 01-01-A00-007-008).

Основными задачами блока управления являются получение информации от датчиков, ее обработка и управление исполнительными механизмами. В соответствии с требованием водителя и записанной управляющей программой, ЭБУ:

- осуществляет управление двигателем;
- взаимодействует с электронными устройствами транспортного средства по каналу CAN (SAE J 1939);
- выполняет функции бортовой диагностики в соответствии с требованиями Правил ООН № 49-05С, согласно стандартам ISO 15031 и SAE J 1939;
- сигнализирует водителю о возникновении аварийных ситуаций посредством ламп на панели приборов ТС (диагностики двигателя, лампа индикатора сбоев (ИС), аварийного давления масла и т. д.);
- выполняет функцию ограничения крутящего момента согласно требованиям Правил ООН № 49-05С;
- выполняет функцию ограничения скорости в соответствии с Правилами ООН № 89;
- выполняет функцию аварийной защиты двигателя;
- выполняет функции круиз-контроля и дублирования управления от дополнительного органа с пульта оператора.



P1 - разъем жгута проводов, P2 - разъем жгута проводов;

**Рисунок 2** – Электронный блок управления

### 1.2.1 УСТРОЙСТВО И ХАРАКТЕРИСТИКА

Электронный блок управления состоит из перепрограммируемого постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), силовых каскадов, цепи управления электромагнитными форсунками газа, источников питания для датчиков и протокола (канал данных) SAE J1939.

Печатная плата с электронными элементами помещается в металлическом корпусе ЭБУ. Датчики и исполнительные механизмы с помощью жгута проводов соединяются с блоком управления через два многоштыревых разъема P1 и P2, рисунок 2. Все контакты в этих разъемах пронумерованы. В обоих разъемах общее количество контактов 121. Из них в большом разьеме P1 находится 81 контакт, а в маленьком разьеме P2 - 40.

В корпусе ЭБУ установлен датчик атмосферного давления. Этот датчик участвует в вычислении коррекции подачи топлива при эксплуатации ТС в высокогорье.

Основные характеристики ЭБУ приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Основные характеристики ЭБУ**

Параметр	Значение
Размеры	213 × 170,2 × 41,2 мм
Масса	0,75 кг
Разъем	121 вывод (два разъема с 81 и 40 выводами)
Процессор	Tricore TC1782 / 32 бит RISK процессор
Частота осциллятора (генератора)	20 МГц
Тактовая частота процессора	180 МГц
Объем флэш-памяти	2.5 МБ Внутренняя 512 КБ Последовательная
Объем оперативной памяти ОЗУ (RAM)	156 КБ
Объем энергозависимой памяти (EEPROM)	32 КБ (последовательный доступ)
Номинальное напряжение питания	12 В (13,5 В) или 24 В (27 В)
Рабочий диапазон напряжения	9 – 32 В
Начальное напряжение	Минимальное 6,5 В в течение 65 мс
Потребляемый ток	не более 1мА при напряжении питания 12,6 В или 25,2 В в спящем режиме (зажигание выключено / двигатель остановлен); 3 А при напряжении питания 12,6 В или 25,2 В при включенном зажигании, двигатель работает на холостом ходу. Учитывается только ток, потребляемый ЭБУ, без учета тока нагрузок или токов по входам.
Рабочий диапазон температур	Минус 40°С – плюс 105°С (температура окружающей среды)
Класс защиты	IP69K - пыленепроницаемый, выдерживает высокотемпературную мойку под высоким давлением
Поддерживаемые интерфейсы	2×CAN 2,0 В (по ISO 11898 -1, -2 и -3) 1×К-линия или LIN (по ISO 9141 и ISO 14230)

### 1.3 ИНТЕРФЕЙСЫ СВЯЗИ

Для взаимодействия ЭБУ двигателя с внешними устройствами используются интерфейсы K-Line (работа с диагностическим и инженерным оборудованием) и CAN (работа с диагностическим и инженерным оборудованием, а также с другими ЭБУ транспортного средства).

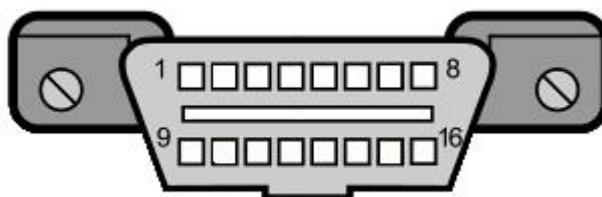
Физический уровень K-Line описан в стандарте ISO 9141, протокол передачи данных – в стандарте ISO 14230.

Физический, канальный и прикладной уровни CAN, используемого программного обеспечения ЭБУ двигателей ЯМЗ-530, описаны в стандартах SAE J 1939. Шина CAN обеспечивает сокращение количества проводов на ТС и одновременно с этим повышает надежность. Шина передачи данных состоит из двух проводов: CAN H и CAN L. К этим проводам подключены несколько различных систем, которые образуют коммуникационную сеть.

**ВНИМАНИЕ!** С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИМЕТРА НЕВОЗМОЖНО ИЗМЕРИТЬ ИЛИ ПРОВЕРИТЬ СИГНАЛ, ПЕРЕДАВАЕМЫЙ ПО ШИНЕ CAN. ДЛЯ ТОГО ЧТОБЫ УСТАНОВИТЬ ПРИЧИНУ НЕИСПРАВНОСТИ, СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ КОДЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.

#### 1.3.1 ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ РАЗЪЕМ

Для связи диагностического оборудования (сканеров) с ЭБУ служит диагностический разъем (в OBD II он называется диагностическим разъемом связи - Diagnostic Link Connector (DLC)) Диагностический разъем OBD-II имеет 16 контактов (2×8), рисунок 3, и соответствует требованиям стандарта SAE J 1962-2. Разъем устанавливается производителем ТС. Каждый контакт разъема имеет свое назначение. Функции многих контактов отданы на усмотрение производителя, но, тем не менее, ряд контактов на любом ТС подключаются одинаково.



**Рисунок 3 – Диагностический разъем OBD-II**

Так диагностический разъем имеет заземление и подсоединён к источнику питания (контакты 4 и 5 относятся к заземлению, а контакт 16 — к питанию). Это сделано для того, чтобы сканеру не требовался внешний источник питания. Если при подсоединении сканера питание на нем отсутствует, то необходимо в первую очередь проверить контакт 16 (питание), а также контакты 4 и 5 (заземление).

Электрическая схема подключения разъёма приведена в Приложениях А-Г на рисунках А1-Г1. В соответствии со схемой ЭБУ двигателя, используются следующие контакты разъёма:

- 2 - верхний провод CAN 2H (CAN High) высокоскоростной шины CAN Highspeed (ISO 15765-4, SAE-J2284);
- 4 – «масса» кузова;
- 5 – сигнальное заземление;
- 6 – верхний провод CAN 1H (CAN High) высокоскоростной шины CAN Highspeed (ISO 15765-4, SAE-J2284) для калибровки ABS, ESP;
- 7 – K-Line (ISO 9141-2 и ISO 14230);
- 10 - нижний провод CAN 2L (CAN Low) высокоскоростной шины CAN Highspeed (ISO 15765-4, SAE-J2284);
- 14 – нижний провод CAN 1L (CAN Low) высокоскоростной шины CAN Highspeed (ISO 15765-4, SAE-J2284) для калибровки ABS, ESP;
- 16 – питание «+» от АКБ;
- остальные контакты использует производитель ТС или они не подключены.

## 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** - пьезорезистивные устройства, в которых выходное напряжение датчика прямо пропорционально давлению. Высокое давление соответствует высокому напряжению сигнала и наоборот. Датчики давления **измеряют абсолютное давление**, т.е. сумму атмосферного (барометрического) и избыточного давления.

**Датчик детонации** является пьезоэлектрическим датчиком, который состоит из пьезоэлектрического кристалла, который под действием механических напряжений деформируется и создает напряжение.

**Датчик кислорода** или лямбда-зонд действует по принципу гальванического элемента только с твердым электролитом в виде керамики из диоксида циркония ( $ZrO_2$ ). Поверх керамики напылены токопроводящие электроды из платины, одновременно являющиеся катализатором окислительно-восстановительных реакций. Один из электродов омывается горячими ОГ, а второй - воздухом из атмосферы. Эффективное измерение состава ОГ лямбда-зонд обеспечивает после разогрева до температуры 300—400 °С. Только в этих условиях циркониевый электролит приобретает проводимость, а гальваническая ячейка начинает работать. Наличие в ОГ неокисленного топлива ведет к появлению на электродах гальванической ячейки выходного напряжения. При наличии в окружающих газах одновременно и топлива и кислорода в стехиометрической пропорции (например при отсутствии горения в двигателе или просто погружение подогретого датчика в несгоревшую стехиометрическую газоздушную смесь) вырабатывается напряжение, воспринимаемое ЭБУ как «избыток топлива». При отсутствии не сгоревшего топлива с внутренней стороны датчика, даже при погружении в чистый кислород, ячейка не вырабатывает ЭДС, выходная разность потенциалов равна нулю. Если на внутреннем платиновом электроде присутствует несгоревшее топливо, то появляется разность потенциалов 0,5-1,0 В. При достижении стехиометрического состава горючей смеси, концентрация не сгоревшего топлива в ОГ значительно падает, что сопровождается скачкообразным изменением э.д.с. датчика, которая фиксируется высоким входом ЭБУ.

Все характеристики датчиков хранятся в памяти ЭБУ, которая определяет их показания 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.

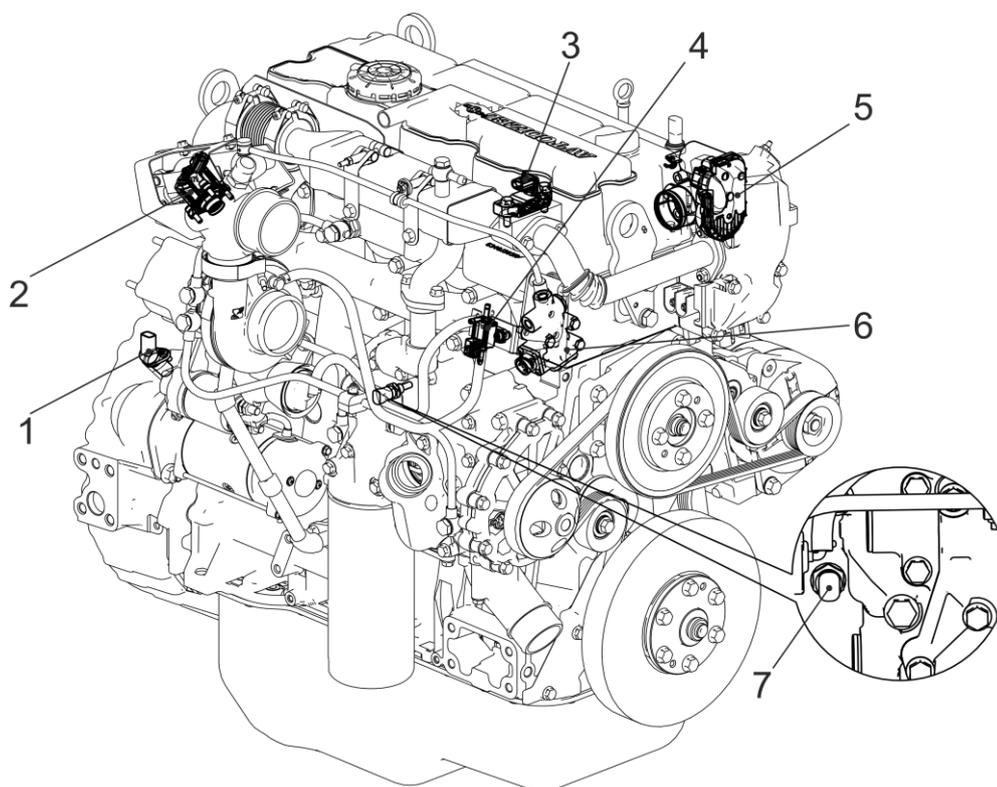
Места установки датчиков на двигателях семейства ЯМЗ-530 CNG показаны на рисунках 4, 5. Расположение датчиков на конкретных двигателях может несколько отличаться от того, что показано на рисунке, и зависит от назначения двигателя.

Назначение и обозначение датчиков приведено в таблице 2.

Электрическая схема подключения датчиков приведена в Приложениях А-Г на рисунках А1-Г1. Большинство датчиков и исполнительных механизмов, необходимых для управления работой двигателя, подключено к жгуту проводов. Схема подключения датчиков и исполнительных механизмов к жгуту проводов для всех двигателей семейства ЯМЗ-530 CNG одинакова. Некоторые датчики и исполнительные механизмы,

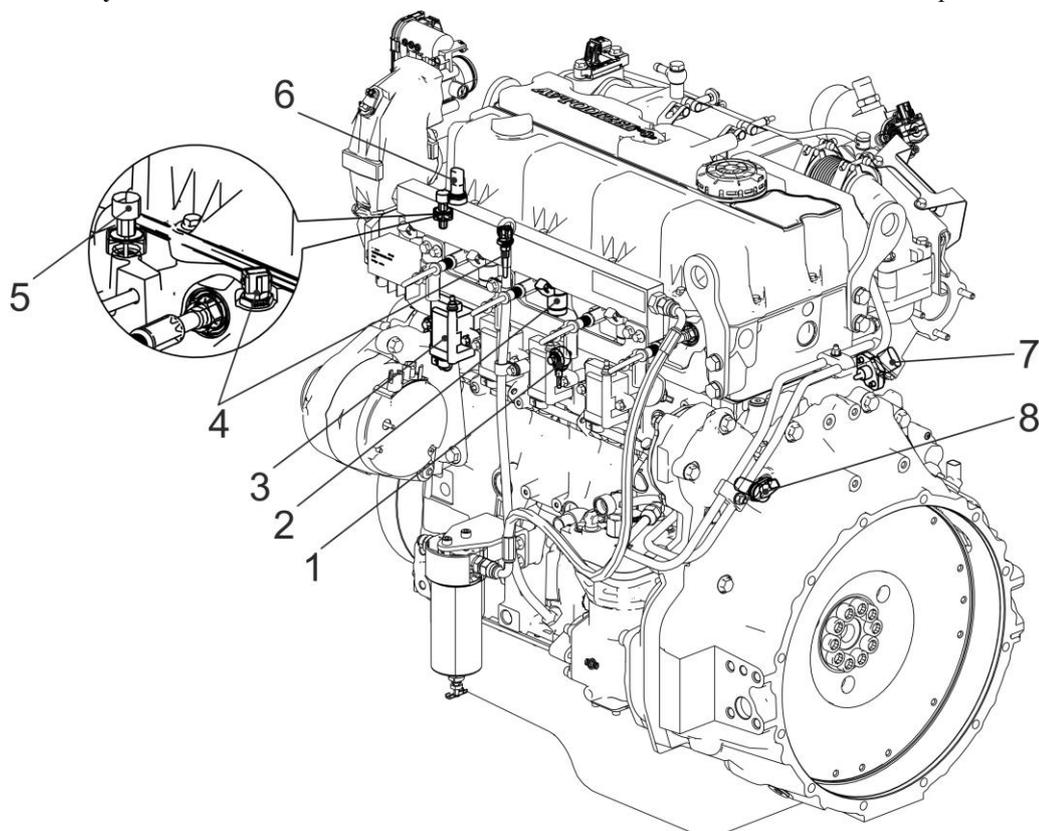
связанные с электрической схемой ТС, например, датчики педали акселератора, подключены к промежуточному жгуту ТС. Поскольку потребители устанавливают собственный промежуточный жгут, то схема подключения некоторых датчиков в этом жгуте, в зависимости от модели двигателя и ТС, может отличаться.

На электрических схемах, приложения А-Г, и на рисунках разъемов датчиков, приведенных ниже в настоящей инструкции, подсоединение проводов к выводам датчиков обозначаются цифрами, например, «036, 101, 301». Соответственно этим обозначениям датчики подсоединяются к разъемам ЭБУ. Так как ЭБУ имеет два разъема со 121 контактом, то к нему могут быть подключены провода с обозначением «001-121» (к разъему P1 – провода «001-081», а к P2 – «082-121»). Провода с обозначением «301» и выше подключаются к разъему ТС. Некоторые провода с обозначением «001-121» подключаются одновременно к разъемам ТС и к ЭБУ (например, провод «012» - выходной сигнал датчика регулятора давления соединен жгутом с выводом 8 разъема ТС и выводом P1-12 электронного блока управления, где P1 – обозначение разъема ЭБУ с расположением вывода 12).



1 - датчик частоты вращения коленчатого вала; 2 - клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР; 3 - датчик дифференциального давления (расхода) отработавших газов системы EGR; 4 - клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР; 5 - дроссельная заслонка; 6 - электропневматический клапан управления положением заслонки РОГ (EGR); 7 - датчик температуры охлаждающей жидкости

**Рисунок 4** – Расположение датчиков на двигателях типа ЯМЗ-53404. Вид справа



1 - датчик детонации; 2 - форсунка с электромагнитным клапаном; 3 - катушка зажигания; 4 - датчик температуры воздуха; 5 - датчик давления воздуха; 6 - датчик температуры и давления газа в рампе; 7 - датчик температуры и давления масла; 8 - датчик частоты вращения распределительного вала

**Рисунок 5** – Расположение датчиков на двигателях типа ЯМЗ-53404. Вид слева

Таблица 2 - Датчики контроля параметров работы двигателя и исполнительные устройства управления работой двигателя

№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и фирм поставщиков	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
1	Датчик атмосферного давления воздуха, встроенный в ЭБУ ф. Westport* <sup>1</sup>	Нет, расположен в корпусе ЭБУ	(15...115) кПа абс. Измеряет атмосферное давление в месте размещения ЭБУ	Служит для высотной коррекции расхода воздуха	Назначается давление 101,3 кПа. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 75%
2	Датчик частоты вращения коленчатого вала <b>DG6</b> (индуктивный) ф. Bosch	650.1130544 0 281 002 315	(0 ... n <sub>max</sub> ) мин <sup>-1</sup>	Определяет частоту вращения и угловое положение коленчатого вала для расчета момента начала подачи топлива и зажигания	Лампа не включается, ошибок нет, двигатель не пускается. Через 10с ЭБУ выключает стартер. Если отказ происходит на работающем двигателе, то он останавливается
3	Датчик частоты вращения распределительного вала <b>DG6</b> (индуктивный) ф. Bosch	650.1130544 0 281 002 315.  Для двигателей ООО «АЗ ГАЗ» применяется 5344.1130544-10 0 281 002 138	(0 ... n <sub>max</sub> ) мин <sup>-1</sup>	Определяет положение поршня первого цилиндра в ВМТ при пуске двигателя	Лампа не включается, ошибок нет, двигатель не пускается. Через 10с ЭБУ выключает стартер. Если отказ происходит на работающем двигателе, мощность не ограничивается
4	Датчик давления и температуры наддувочного воздуха (MAF или TMAP) <b>DS-S2-TF</b> (пьезорезистивный датчик давления с NTC-резистором датчика температуры) ф. Bosch* <sup>1</sup>	53404.1130548 0 281 002 437	(50...400) кПа абс. (минус 40...плюс 130)°С. Измеряет абсолютное давление и температуру воздуха на входе в двигатель после ОНВ перед дроссельной заслонкой	Определяет давление наддува и управляет клапаном перепуска на турбине (WG) и клапаном перепуска воздуха на компрессоре ТКР. Служит для вычисления расхода всасываемого воздуха и регулирует количество топлива	Появляется ошибка SPN 2631 FMI 3. Назначается температура воздуха 25 °С, давление 150 кПа. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 50%
5	Датчик давления и температуры масла <b>DS-K-TF</b> (пьезорезистивный датчик давления с NTC-резистором датчика температуры) ф. Bosch	650.1130540 0 281 002 953 (с дросселем)  или 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	Появляются ошибки SPN 100 FMI 3, SPN 175 FMI 3. Назначается температура масла 80°С, давление 150 кПа. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%. При низком давлении масла фиксируется ошибка и двигатель работает только на минимальном холостом ходу, нет реакции на педаль акселератора

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и фирм поставщиков	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
6	Датчик температуры охлаждающей жидкости (EST) <b>TF-W</b> (терморезисторный) ф. Bosch	650.1130556 0 281 002 209	(минус 40...плюс 130)°С. Информирует о текущей температуре ОЖ	Используется ЭБУ для корректировки состава топливовоздушной смеси и угла опережения зажигания, а также контролирует работу системы EGR	Появляется ошибка SPN 110 FMI 3. Назначается температура ОЖ 40°С. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 75%
7	Датчик давления газа в регуляторе давления (пьезорезистивный) ф. «Bosch»* <sup>1</sup>	Нет (идет только с регулятором давления 53404.1104007-10 – 24В или 53444.1104007-10 – 12В), 110R-000123СКV4.2	0...260 МПа	Измеряет давление газа, поступающего в регулятор давления из магистрали, определяет наличие газа в баллонах	Появляется ошибка SPN 159 FMI 3. Назначается давление 10000 кПа. Мощность не ограничивается
8	Датчик температуры и давления газа <b>112CP3-4</b> (пьезорезистивный датчик давления с NTC-резистором датчика температуры) ф. KLIXON (Texas Instruments)	53404.1130540 E4 110R-000095 (поставляется с рампой)	(62...1027) кПа абс. (минус 40...плюс 120)°С. Измеряет температуру и давление газа после газового редуктора в рампе	Используется ЭБУ для определения необходимой цикловой подачи топлива и обнаружения утечек газа	Появляется ошибка SPN 174 FMI 3. Назначается температура газа 60°С, давление 500 кПа. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%
9	Датчик температуры воздуха (MAT) <b>TF-L</b> (терморезисторный) ф. Bosch* <sup>1</sup>	53404.1130564 0 280 130 060	(минус 30...плюс 130)°С. Измеряет температуру смеси воздуха с отработавшими газами во впускном коллекторе после дроссельной заслонки	Определяет необходимое количество топлива и служит для контроля системы рециркуляции отработавших газов	Появляется ошибка SPN 105 FMI 3. Назначается температура воздуха 42°С. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%
10	Датчик температуры окружающего воздуха <b>TF-L</b> (терморезисторный) ф. Bosch* <sup>1</sup>	53404.1130564 0 280 130 060	Минус 30...плюс 130 °С. Измеряет температуру окружающего воздуха	Используется ЭБУ для корректировок состава топливовоздушной смеси, установок угла опережения зажигания и отключения БД системы при низких температурах	Назначается температура воздуха 20°С. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%
11	Датчик давления воздуха (MAP) <b>115CF2-17</b> (пьезорезистивный) фирмы Sensata	53404.1130590	(0-340) кПа абс. Измеряет давление смеси воздуха с отработавшими газами во впускном коллекторе после дроссельной заслонки	Используется ЭБУ для корректировок количества подаваемого топлива и диагностики работы радиатора системы РОГ	Появляется ошибка SPN 106 FMI 3. Назначается давление 150 кПа. Двигатель не реагирует на педаль, работает на минимальной частоте холостого хода

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и фирм поставщиков	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
12	Клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР (пневмоэлектрический) фирмы Motor Service	53404.1115295 мод. 7.04908.06.0		Используется ЭБУ для регулирования количества воздуха, поступающего в двигатель от ТКР	Появляется ошибка SPN 3470 FMI 5. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%
13	Датчик положения заслонки рециркуляции отработавших газов (РОГ) GT (линейный) ф. GT Group	53404.1213015 (обозначение заслонки в сборе с датчиком)	Определяет положение заслонки РОГ	Служит для регулирования рециркуляции отработавших газов	Появляется ошибка SPN 27 FMI 3. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 50%
14	Датчик дифференциального давления (расхода) отработавших газов системы EGR 4MPR7-2 (пьезоэлектрический) фирмы Sensata	53404.1130570	Перепад давлений (минус 5...плюс 35) кПа. Измеряет перепад давления ОГ, поступающих из системы РОГ	Служит для определения расхода ОГ, поступающих во впускной патрубок из системы РОГ	Появляется ошибка SPN 411 FMI 4. Назначается перепад давления 35 кПа. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 50%
15	Клапан управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР (EUV) (пневмоэлектрический) фирмы Motor Service	53404.1118430 мод. 7.00380.08 (Упит.=24В), 53404.1118430-10 мод. 7.019040.01 (Упит.=12В)	Контролирует давление воздуха, подаваемого на актуатор заслонки отработавших газов ТКР	Используется ЭБУ для изменения количества воздуха, подаваемого ТКР	Появляется ошибка SPN 5371 FMI 5. Заданное давление наддува не совпадает с фактическим. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%
16	Датчик температуры отработавших газов TS200-A-86 фирмы Sensata*1	53404.1130410	Минус 40...плюс 1000 °С Измеряет температуру ОГ перед катализатором	Используется ЭБУ для снижения токсичности ОГ	Появляется ошибка SPN 173 FMI 3. Назначается температура ОГ 700°С. Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 75%
17	Датчик детонации (пьезоэлектрический) ф. Bosch	53404.1130580 0 261 231 144	1...20 кГц. Реагирует на изменение уровня вибраций, связанных с детонациями в двигателе	Используется ЭБУ для корректировки угла опережения зажигания	Появляется ошибка SPN 731 FMI 4 (для переднего датчика), SPN 6651 FMI 4 (для заднего датчика). Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 85%

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и фирм поставщиков	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
18	Датчик кислорода <b>LSF 4.2</b> (2 шт.) с встроенным керамическим циркониевым нагревательным элементом ф. Bosch* <sup>1</sup>	53404.1130600 0 258 006 026 длина 1260±20 53404.1130600-10 0 258 006 027 длина 565±15	350°C, $\lambda = 0,97$ , выходное напряжение $800 \pm 55 \text{mV}$ ; 350°C, $\lambda = 1,1$ , выходное напряжение $0 \pm 30 \text{mV}$ ; 850°C, $\lambda = 0,97$ , выходное напряжение $690 \pm 55 \text{mV}$ ; 850°C, $\lambda = 1,1$ , выходное напряжение $0 \pm 30 \text{mV}$ . Значение выходного напряжения переключается с низкого уровня (бедная смесь, избыток кислорода) на высокий уровень (богатая смесь, избыток топлива). Вырабатывает сигнал, амплитуда которого зависит от разницы содержания кислорода (O <sub>2</sub> ) в отработавших газах двигателя и наружном воздухе. Эффективность зависит от температуры датчика, которая должна быть 300-400 °C	Служит для контроля содержания кислорода до и после катализатора в ОГ и корректирует состав топливовоздушной смеси, поддерживая его на оптимальном уровне (стехиометрическое число) для каждого режима работы двигателя	Появляется ошибка SPN 3225 FMI 5 (для переднего датчика). Мощность, выдаваемая двигателем, составляет 75%
19	Форсунка CNG <b>P30Q250</b> с электромагнитным клапаном ф. Nikki	53404.1112010		Обеспечивает индивидуальное включение каждой из форсунок в соответствии с установленным порядком зажигания и подачу дозированного количества топлива в цилиндр	
20	Катушка зажигания фирмы Marshall	53404.1112640 мод. ME 52-78		Генерирует высокое напряжение и подает его на свечи зажигания	

Окончание таблицы 2

№ п/п	Датчик (тип датчика)	Обозначение ПАО «Автодизель» и фирм поставщиков	Диапазон измерений	Основные функции	Реакция системы в случае неисправности
			характеристика		
21	Датчик (два) положения дроссельной заслонки (потенциометр (переменный резистор), сопротивление которого напрямую зависит от угла поворота дроссельной заслонки) ф. «Bosch»	53404.1115037* 0 280 750 149 - для 4-х цили. дв.  53604.1115037* 0 280 750 150 - для 6-и цили. дв.  *обозначение дроссельной заслонки в сборе с датчиками	0...100%. Регулирует количество смеси воздуха и топлива, поступающей в цилиндр двигателя, в соответствии со степенью нажатия на педаль акселератора	ЭБУ определяет угол открытия дроссельной заслонки (управляется водителем от педали акселератора) и корректирует состав топливовоздушной смеси и установку угла опережения зажигания	Стратегия безопасности ЭБУ определяет, какой из двух датчиков будет использоваться. В случае выхода из строя обоих датчиков появляются ошибки SPN 51 FMI 4, SPN 51 FMI 14, SPN 5375 FMI 5, SPN 6650 FMI 4. Двигатель может работать только на минимальном холостом ходу, нет реакции на педаль акселератора. Остановленный двигатель не пускается, начинает «схватывать», но частота вращения не поднимается выше 370 мин <sup>-1</sup> .
22	Датчик положения педали управления подачей топлива <b>TF-30</b> (2 шт.) ф. Teleflex	Нет (устанавливает завод-изготовитель ТС)	0...100%. Определяет угловое положение педали акселератора	Служит для управления двигателем со стороны водителя, который задает необходимую нагрузку	Стратегия безопасности ЭБУ определяет, какой из двух датчиков будет использоваться. В случае выхода из строя обоих датчиков появляются ошибки SPN 91 FMI 4, SPN 91 FMI 14, SPN 2623 FMI 4. Двигатель не реагирует на педаль, работает на минимальной частоте холостого хода

\*1 На двигатель не устанавливается, входит в комплект поставки

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.
- Выходной сигнал датчика находится вне заданного диапазона работы.

## 1.4.3 СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ

Схемы электрические принципиальные подключения датчиков к ЭБУ для различных модификаций двигателя приведены в приложениях А-Г. Для удобства пользования схемы разбиты на пять листов, которые приведены на отдельных рисунках. Схема подключения датчиков на Листе 1 одинакова для всех двигателей, поэтому этот лист приведен только на рисунке А1, а на остальных схемах приведена ссылка на этот рисунок. То же самое касается Листа 2 для четырех и шестицилиндровых двигателей соответственно.

### 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.

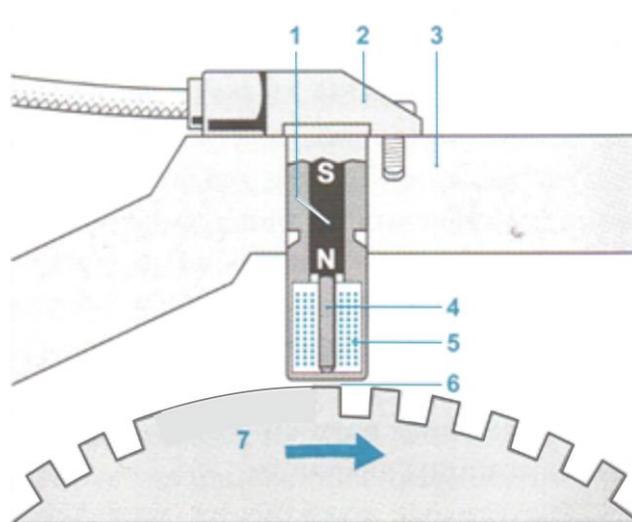
Положения коленчатого и распределительного валов определяется с помощью датчиков частоты вращения двигателя **DG6**.

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

#### 1.4.4.1 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДАТЧИКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

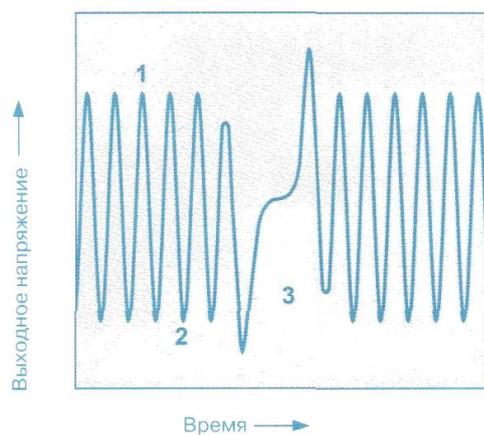
Датчик монтируется напротив ферромагнитного импульсного колеса 7 (например, маховик коленчатого вала), рисунок 6, и отделен от него воздушным зазором. Датчик содержит мягкий железный сердечник 4 (полюсный наконечник), который окружен катушкой индуктивности 5. Полюсный наконечник соединен с постоянным 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 7, 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<sup>-1</sup>.

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 6** – Индуктивный датчик частоты вращения коленчатого вала (устройство)



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

**Рисунок 7** - График сигнала индуктивного датчика частоты вращения коленчатого вала

#### 1.4.4.2 ДАТЧИК ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Датчик частоты вращения коленчатого вала, рисунок 8, 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 топлива для каждого отдельного цилиндра.

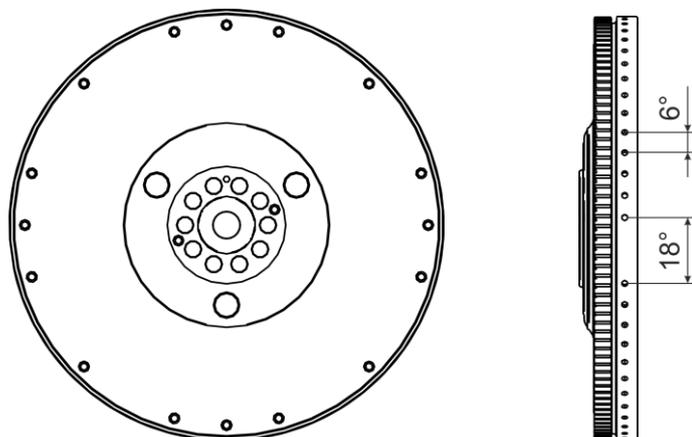
Частота вращения рассчитывается по времени периода импульсов датчика.

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



**Рисунок 8** - 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  $6^\circ$ , рисунок 9. Пробел в  $18^\circ$  (два отсутствующих отверстия) является базовой меткой и служит для определения углового положения коленчатого вала двигателя в пределах  $720^\circ$  и увязан с определенным положением коленчатого вала по отношению к ВМТ первого цилиндра. Маховик ориентирован с помощью штифта и закреплен на коленчатом валу.



**Рисунок 9** – Маховик

#### 1.4.4.2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

- Сопротивление катушки при 20°C:  $R_w = 860 \text{ Ом} \pm 10\%$ ;
- Индуктивность на частоте 1 кГц (последовательное подключение):  $370 \pm 60 \text{ мГн}$  (без намагничивающихся деталей крепежа);
- Воздушный зазор (расстояние между датчиком и импульсным колесом):  $0,3 \dots 1,8 \text{ мм}$ .

#### 1.4.4.2.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика частоты вращения коленчатого вала приведена на рисунке 10.



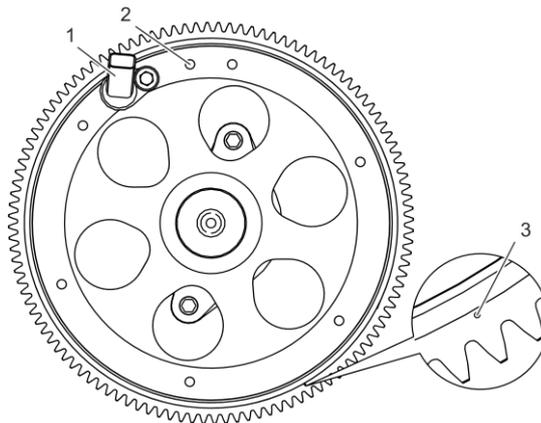
- Вывод 1 (провод 036) – ЭБУ вывод P1-36 выходной сигнал;
- Вывод 2 (провод 037) – ЭБУ вывод P1-37 масса датчика

Рисунок 10 - 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 5. 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 последовательную подачу топлива в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Импульсное колесо датчика одновременно является шестерней распределительного вала и называется фазовой шестерней, рисунок 11.

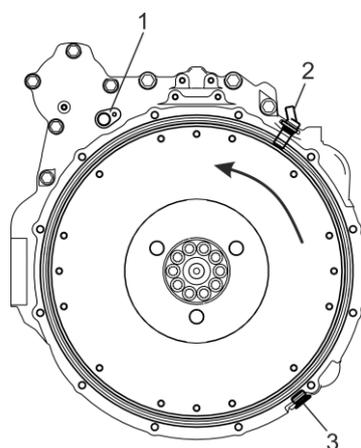


1 - датчик частоты вращения распределительного вала DG6; 2 - синхронная метка; 3 – установочная метка положения распределительного вала

Рисунок 11 – 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 11, 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  $720^\circ$  поворота коленчатого вала.

Фазовые метки через равномерные промежутки распределены по шестерне, тем самым, вместе с датчиком коленчатого вала, ЭБУ определяет момент воспламенения топлива в ВМТ 1-го цилиндра, рисунок 12.

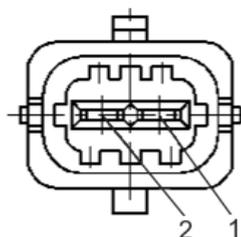


1 - датчик частоты вращения распределительного вала; 2- датчик частоты вращения коленчатого вала;  
3 – пробка смотрового отверстия для определения ВМТ 1-го цилиндра

**Рисунок 12** - 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 13.



- **Вывод 1** (провод 034) – ЭБУ вывод **P1-34** выходной сигнал;
- **Вывод 2** (провод 035) – ЭБУ вывод **P1-35** масса датчика

**Рисунок 13** – Конфигурация разъёма

#### 1.4.4.4 ОТКАЗ ДАТЧИКОВ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

##### ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

Диагностика исправности датчика **DG6** осуществляется путем измерения сопротивления обмотки между контактами 1-2 разъёма, которое должно быть в пределах 770-950 Ом. Индуктивность обмотки должна быть в пределах 315-425 мГн.

#### 1.4.5 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА

Датчик давления наддувочного воздуха со встроенным датчиком температуры **DS-S2-TF**, рисунок 14, служит для оценки абсолютного давления и температуры воздуха на выходе из ОНВ двигателя. Датчик входит в комплект поставки двигателя и устанавливается в прямолинейном участке впускной трубы ТС после ОНВ перед дроссельной заслонкой.



**Рисунок 14** - Датчик давления и температуры наддувочного воздуха (внешний вид и нумерация контактов)

ЭБУ, получая от датчика значения давления и температуры воздуха, определяет необходимый массовый расход воздуха и корректирует цикловую подачу топлива. Этот датчик называют датчиком массового расхода воздуха или MAF (Mass Air Flow), а также TMAP (Pre-Throttle Pressure and intake air temperature sensor) – датчиком давления и температуры воздуха на впуске перед дроссельной заслонкой.

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

- защита от перегрева;
- коррекция цикловой подачи топлива для уменьшения дымности и др.

#### 1.4.5.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

Рабочие характеристики датчика давления представлены в таблице 3.

Таблица 3

Параметр	Значение		
	мин.	ном.	макс.
Диапазон давлений $p_{abs}$ , кПа	50		400
Диапазон температур $t$ , °C	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
Сопrotивление, 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	4,75	4,8	4,85
Выходное сопротивление <sup>1)</sup> на землю, $U_S$ отключено $R_{lo}$ , кОм	2,4	4,7	8,2
Выходное сопротивление <sup>1)</sup> на $U_S$ , без заземления $R_{hi}$ , кОм	3,4	5,3	8,2

<sup>1)</sup> 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<sup>-1</sup>;

Зависимость выходного напряжения от давления приведена на рисунке 15.

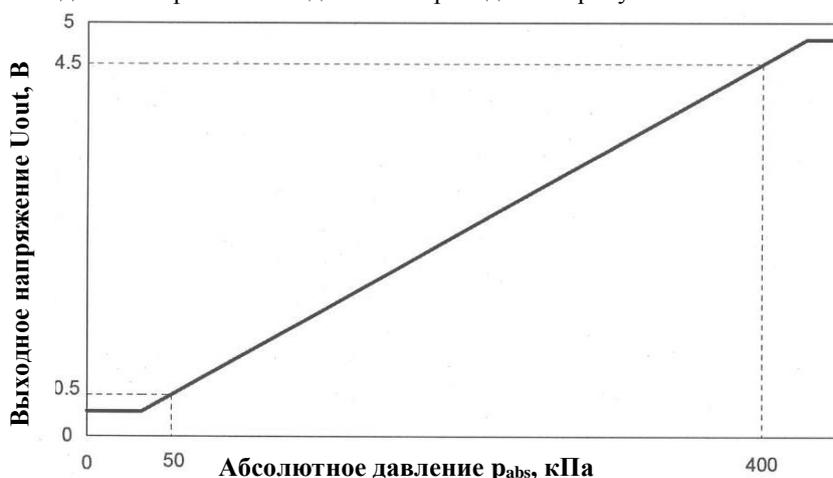
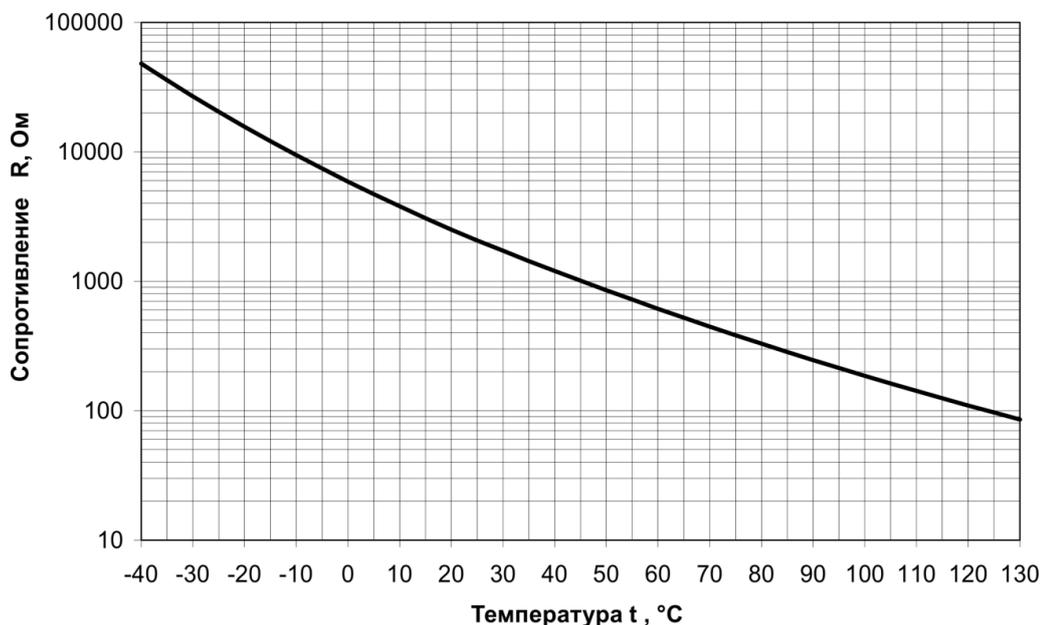


Рисунок 15 - Характеристика датчика давления при  $U_S = 5,0$  В

**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  $\leq 1$  мА для измерительных целей.
- Номинальное сопротивление при 20°C: 2,5 кОм  $\pm 5\%$ .

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 16.



**Рисунок 16** - Характеристика датчика температуры

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

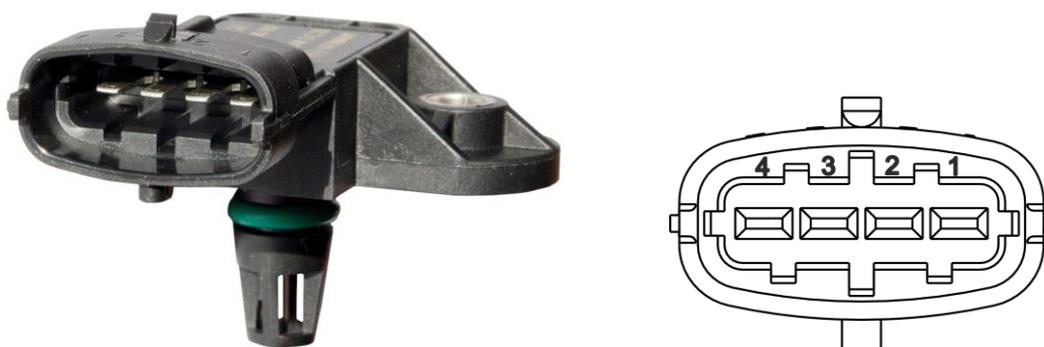
Зависимости сопротивления от температуры  $R(t)$  приведены в таблице 4.

**Таблица 4**

Температура, °C	Сопротивление R, Ом			Температура, °C	Сопротивление R, Ом		
	минимум	номинал	максимум		минимум	номинал	максимум
-40	45301	48153	51006	50	819,1	851,1	883,0
-35	33703	35763	37823	55	694,2	720,7	747,1
-30	25350	26854	28359	60	590,3	612,3	634,2
-25	19265	20376	21487	65	503,6	521,9	540,2
-20	14785	15614	16443	70	431,0	446,3	461,6
-15	11453	12078	12702	75	370,1	382,89	395,7
<b>-10</b>	8951	9426	9901	<b>80</b>	318,68	329,48	340,27
-5	7055	7419	7783	85	275,25	284,37	293,48
0	5605	5887	6168	90	238,43	246,15	253,86
5	4487	4707	4926	95	207,12	213,67	220,23
10	3618,7	3791,1	3963,5	100	180,42	186,0	191,58
15	2938,5	3074,9	3211,3	105	157,37	162,35	167,32
<b>20</b>	2401,9	2510,6	2619,3	110	137,63	142,08	146,52
25	1975,8	2062,9	2150,1	115	120,68	124,66	128,63
30	1644,7	1715,4	1786,2	120	106,09	109,65	113,21
35	1374,2	1431,8	1489,5	125	93,48	96,68	99,88
40	1152,4	1199,6	1246,7	130	82,58	85,45	88,32
45	969,9	1008,6	1047,4				

#### 1.4.5.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

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



- **Вывод 1** (провод 047) – ЭБУ вывод P1-47 масса датчика;
- **Вывод 2** (провод 009) – ЭБУ вывод P1-9 выходной сигнал температуры;
- **Вывод 3** (провод 052) – ЭБУ вывод P1-52 питание датчика (+5 В);
- **Вывод 4** (провод 010) – ЭБУ вывод P1-10 выходной сигнал давления

Рисунок 17 – Конфигурация разъёма

#### 1.4.6 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА

Датчик давления и температуры масла **DS-K-TF**, рисунок 18, служит для измерения и соответствующего контроля абсолютного давления и температуры масла в системе смазки двигателя. Датчик расположен в масляном канале корпуса шестерен с правой стороны, если смотреть со стороны маховика, рисунок 4.

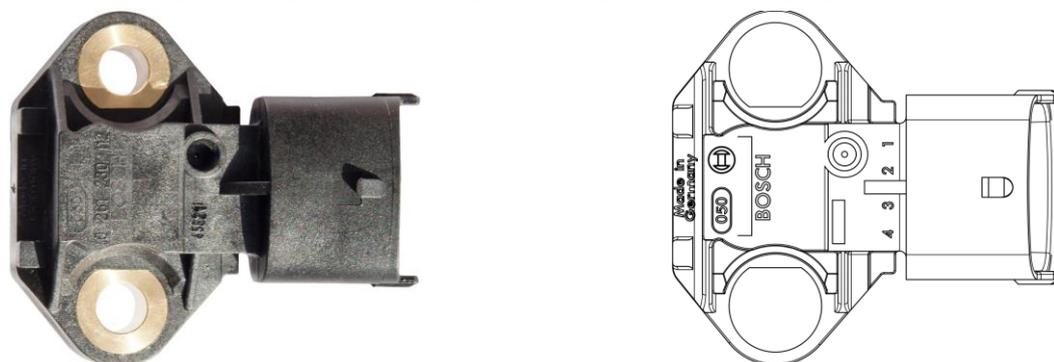


Рисунок 18 - Датчик давления и температуры масла (внешний вид и нумерация контактов)

##### 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 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	4,75	4,8	4,85
Выходное сопротивление <sup>1)</sup> на землю, $U_S$ отключено $R_{lo}$ , кОм	2,4	4,7	8,2
Выходное сопротивление <sup>1)</sup> на $U_S$ , без заземления $R_{hi}$ , кОм	3,4	5,3	8,2

<sup>1)</sup> 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;  
 $c_0 - 55 / 950$ ;  
 $c_1 - 0,8 / 950 \text{ кПа}^{-1}$ ;  
 $p_n$  - номинальное давление.

Зависимость выходного напряжения от давления приведена на рисунке 19.

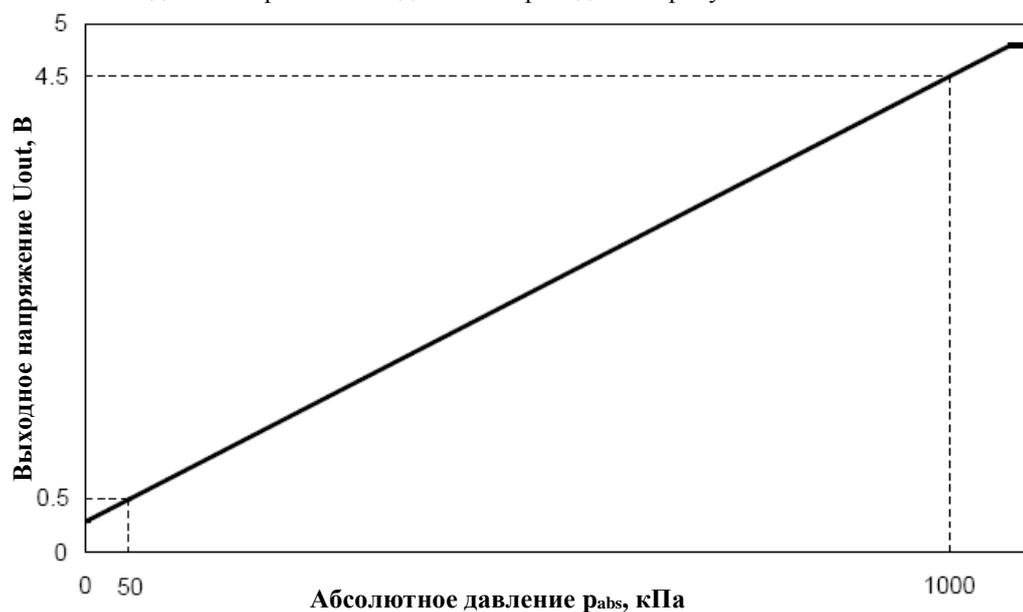


Рисунок 19 - Характеристика датчика давления при  $U_s = 5,0 \text{ В}$

**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  $\leq 1 \text{ мА}$  для измерительных целей.
- Номинальное сопротивление при 20 °C: 2,5 кОм  $\pm 6\%$ .
- Нижний допуск при 100°C: 0,186 кОм  $\pm 2\%$ .

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 20.

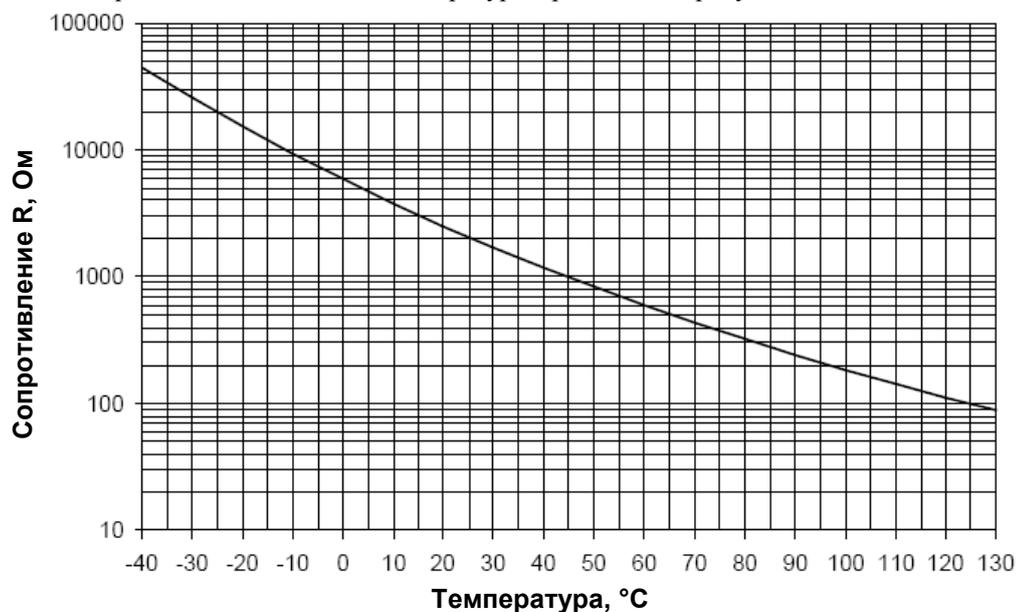


Рисунок 20 - Характеристика датчика температуры

Для проверки показаний датчика измерение сопротивления проводится измерительным током  $\leq 1 \text{ мА}$  и после выдержки в течение  $\geq 10 \text{ мин}$  при температуре **минус 10, плюс 20 и 80°C**.

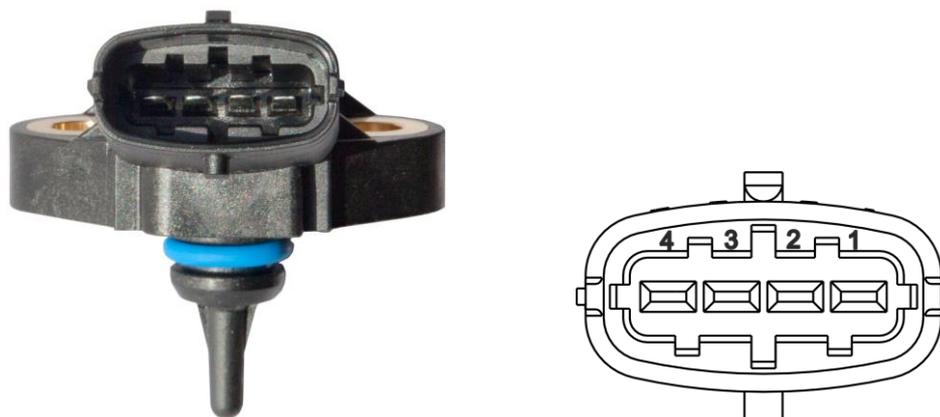
Зависимости сопротивления от температуры  $R(t)$  приведены в таблице 6.

Таблица 6

Температура, °С	Сопротивление R, Ом			Температура, °С	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
<b>-10</b>	9015	9395	9775	<b>80</b>	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
<b>20</b>	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 21.



- **Вывод 1** (провод 047) – ЭБУ вывод **P1-47** масса датчика;
- **Вывод 2** (провод 006) – ЭБУ вывод **P1-6** выходной сигнал температуры;
- **Вывод 3** (провод 052) – ЭБУ вывод **P1-52** питание датчика (+5 В);
- **Вывод 4** (провод 011) – ЭБУ вывод **P1-11** выходной сигнал давления

Рисунок 21 – Конфигурация разъёма

#### 1.4.7 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Датчик температуры охлаждающей жидкости **TF-W**, рисунок 22, контролирует температуру охлаждающей жидкости двигателя. Датчик расположен на водяной рубашке блока цилиндров с правой стороны: для четырехцилиндровых двигателей рядом с сервисным модулем, рисунок 4, а для шестицилиндровых – ближе к стартеру.

В зависимости от температуры охлаждающей жидкости ЭБУ задает различные алгоритмы работы двигателя. Выходной сигнал датчика информирует водителя о высокой температуре охлаждающей жидкости включением соответствующей лампы на панели приборов или сообщением через интерфейс CAN. Этот датчик называют также датчиком EST (Engine coolant temperature).



Рисунок 22 - Датчик температуры охлаждающей жидкости

### 1.4.7.1 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 при 100°C	2,5±6% 0,186±2%
Диапазон температур, °C	минус 40...плюс 140

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 23.

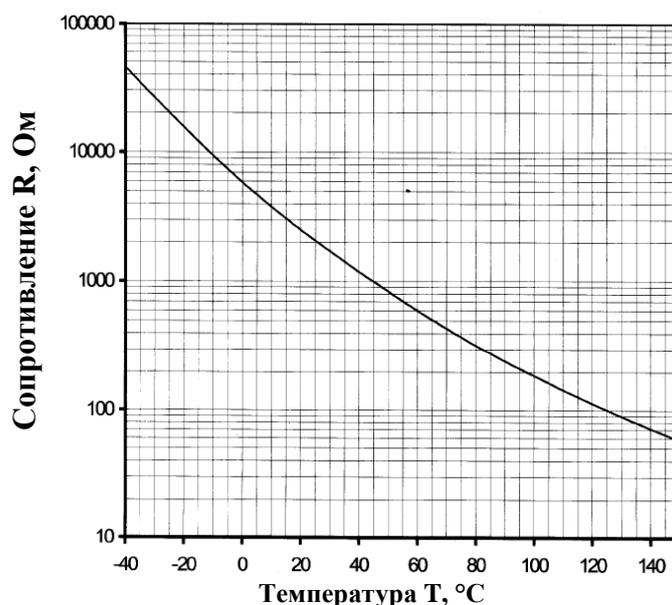


Рисунок 23 - Характеристика датчика с отрицательным температурным коэффициентом

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 ( $\pm$ °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
<b>-10</b>	<b>9,397</b>	<b>8,642</b>	<b>10,152</b>	<b>1,7</b>
0	5,896	5,466	6,326	1,6
<b>20</b>	<b>2,500</b>	<b>2,351</b>	<b>2,649</b>	<b>1,5</b>
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
<b>80</b>	<b>0,323</b>	<b>0,313</b>	<b>0,332</b>	<b>1,0</b>
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  $\leq 1$  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.

### 1.4.7.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры охлаждающей жидкости приведена на рисунке 24.



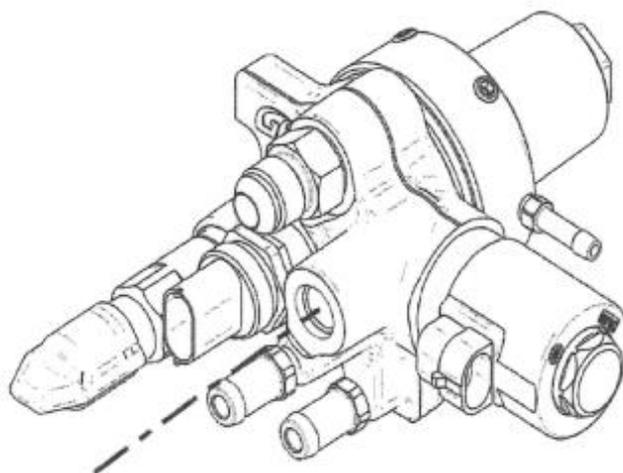
- **Вывод 1** (провод 058) – ЭБУ вывод **P1-58** выходной сигнал температуры;
- **Вывод 2** (провод 045) – ЭБУ вывод **P1-45** масса датчика

**Рисунок 24** – Конфигурация разъёма

#### 1.4.8 РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

Регулятор давления **P215** фирмы IMPCO мембранного типа, рисунок 25, входит в комплект поставки двигателя и устанавливается в моторном отсеке или на шасси ТС. В зависимости от напряжения бортовой сети ТС устанавливается либо регулятор 24В, либо 12В. Регулятор понижает давление газа, поступающего из баллонов. Давление газа на выходе из регулятора  $5,0 \pm 0,5$  бар ( $5,0 \pm 0,5$  кгс/см<sup>2</sup>).

На входе в регулятор давления установлен датчик давления ф. BOSCH 110R-000123СКV4.2. Датчик измеряет давление газа, поступающего в регулятор давления из магистрали. Диапазон измерений датчика составляет 0 – 26 МПа (0 – 260 кгс/см<sup>2</sup>).



**Рисунок 25** - Регулятор давления с датчиком давления

##### 1.4.8.1 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ

Техническая характеристика регулятора давления приведена в таблице 9.

На ТС с 24-х вольтовым оборудованием устанавливается регулятор давления P215-200-24 (53404.1104007-10), а с 12-и вольтовым (ТС ООО «АЗ ГАЗ») - P215-210 (53444.1104007-10). Отличить один регулятор от другого можно по обозначению величины напряжения, нанесенного на катушке электромагнита.

**Таблица 9**

Параметр	Значение
Номинальное напряжение катушки	12 / 24 В
Давление газа на выходе при 20-30°C температуры окружающей среды и давлении газа на входе 250 бар	$5,0 \pm 0,5$ бар ( $5,0 \pm 0,5$ кгс/см <sup>2</sup> )
Давление на входе	30...250 бар
Давление запирания	До 2 бар
Давление открытия	$14 \pm 2$ бар ( $14 \pm 2$ кгс/см <sup>2</sup> )
Диапазон рабочих температур	Минус 40... плюс 120 °С

##### 1.4.8.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика давления, входящего в состав регулятора давления, приведена на рисунке 26.



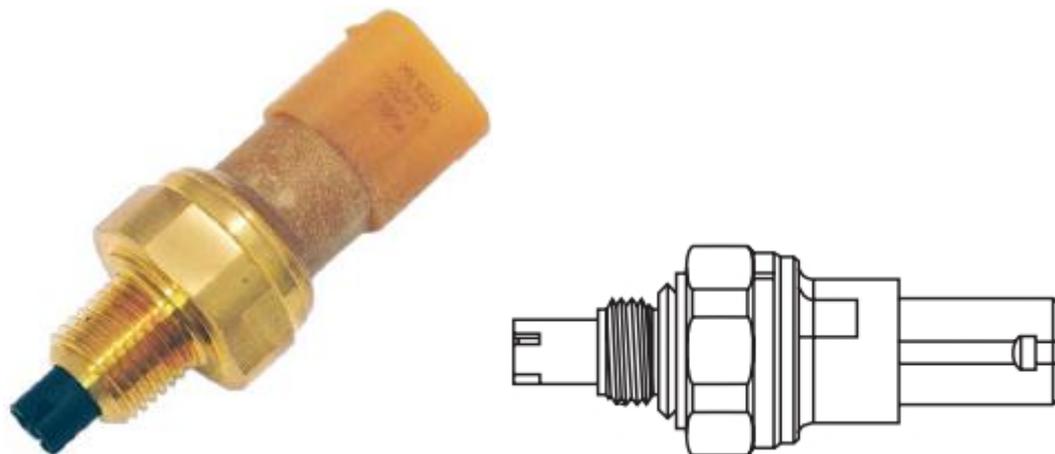
- **Вывод 1** (провод 047) – разъем ТС **вывод 9** – ЭБУ **вывод P1-47** масса датчика;
- **Вывод 2** (провод 012) – разъем ТС **вывод 8** – ЭБУ **вывод P1-12** выходной сигнал давления;
- **Вывод 3** (провод 052) – разъем ТС **вывод 7** – ЭБУ **вывод P1-52** питание датчика (+5В)

**Рисунок 26** - Конфигурация разъёма

#### 1.4.9 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ ГАЗА В РАМПЕ

Датчик температуры и давления газа **112СР3-4**, рисунок 27, установлен на рампу и поставляется только с ней в сборе. Датчик измеряет мгновенное значение абсолютного давления и температуры газа в рампе с высокой точностью и быстродействием. Диапазон измерений датчика составляет 62 – 1027 кПа (0,62 – 10,27 кгс/см<sup>2</sup>).

ЭБУ, получая значения от датчика, поддерживает заданное давление газа в рампе, что необходимо для обеспечения топливно-экономических и экологических показателей двигателя.



**Рисунок 27** – Датчик температуры и давления газа в рампе

##### 1.4.9.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

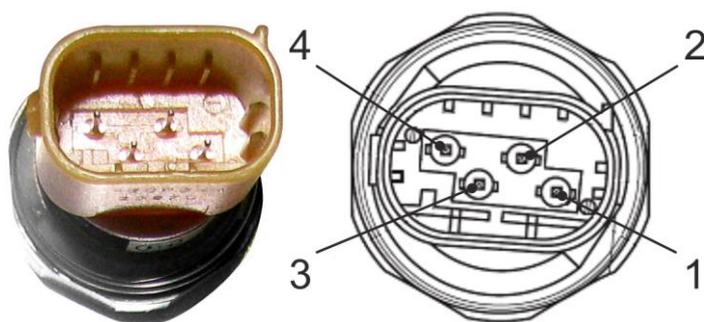
Датчик **112СР3-4** имеет резьбу М12х1,25.

Рабочие характеристики датчика:

- Диапазон измеряемого абсолютного давления .....от 62 кПа до 1027 кПа
- Напряжение питания .....от 4,5 до 5,5 В
- Максимальный ток питания .....15 мА
- Выходное напряжение .....от 0,5 до 4,5 В
- Диапазон измеряемых температур .....минус 40°С - плюс 120°С
- Значение сопротивления датчика температур.....10 кОм при 25°С
- Диапазон сопротивления датчика температуры .....от 316181 до 271 Ом

##### 1.4.9.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры и давления газа в аккумуляторе приведена на рисунке 28.



- **Вывод 1** (провод 046) – ЭБУ вывод **P1-46** масса датчика;
- **Вывод 2** (провод 067) – ЭБУ вывод **P1-67** выходной сигнал давления;
- **Вывод 3** (провод 054) – ЭБУ вывод **P1-54** выходной сигнал температуры;
- **Вывод 4** (провод 066) – ЭБУ вывод **P1-66** питание датчика (+5 В)

**Рисунок 28** - Конфигурация разъёма

#### 1.4.10 ФОРСУНКА CNG С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ КЛАПАНОМ

Форсунка CNG **P30Q250** фирмы Nikki с электромагнитным клапаном или дозатор газа, рисунок 29, установлена на рампе и поставляется только с рампой в сборе. Форсунка, в зависимости от управляющего сигнала ЭБУ, обеспечивает подачу дозированного количества топлива во впускные каналы головки цилиндров.

Сигналы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), подаваемые на электромагнитный клапан изменяют площадь сечения впускного отверстия для топлива, тем самым увеличивая или уменьшая расход топлива на впуске. При отсутствии тока в управляющей обмотке клапан закрыт. При подаче тока клапан открывается и через него подается необходимое количество топлива.



**Рисунок 29** - Дозирующее устройство с электромагнитным клапаном

##### 1.4.10.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРСУНКИ

Техническая характеристика форсунки (дозатора газа) приведена в таблице 10.

**Таблица 10**

Параметр	Значение
Окружающая температура	Минус 40...плюс 130 °С
Рабочая температура	Минус 30...плюс 130 °С
Используемое топливо	CNG, LNG, LPG. Допустимое количество масла менее 5 ppm
Рабочая температура топлива	Минус 30...плюс 130 °С
Номинальное напряжение	28 В
Рабочее напряжение	10...32 В
Сопротивление катушки	1,51 ом (при 20 °С)
Номинальное давление	20...500 кПа (0,2...5,0 кгс/см <sup>2</sup> )
Максимальное рабочее давление	750 кПа
Максимальный поток топлива (при давлении топлива 400 кПа абс., внешнем давлении 100 кПа абс.)	250 л/мин
Давление разрыва	Более чем 1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> )
Минимальное рабочее время (при 28 В, давлении 300 кПа абс.)	3 мс

#### 1.4.10.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма форсунки приведена на рисунке 30.



- **Вывод 1** (провод 110...113/108...113 соответственно для Р4/Р6 двигателей) – ЭБУ **вывод Р2-110...113/Р2-108...113** соответственно для Р4/Р6 двигателей, сигнал включения электроклапана форсунки. При управлении соединяется с массой;
- **Вывод 2** (провод 302) – **разъем ТС вывод 60** постоянное питание электроклапана (через предохранитель 15 А)

Рисунок 30 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.11 КАТУШКА ЗАЖИГАНИЯ

Катушка зажигания **ME-52-78** ф. Marshall, рисунок 31, одноканальная, одноискровая установлена на рампе и поставляется только с рампой в сборе. Катушка зажигания генерирует высокое напряжение и подает его на свечи зажигания.



Рисунок 31 - Катушка зажигания

##### 1.4.11.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КАТУШКИ

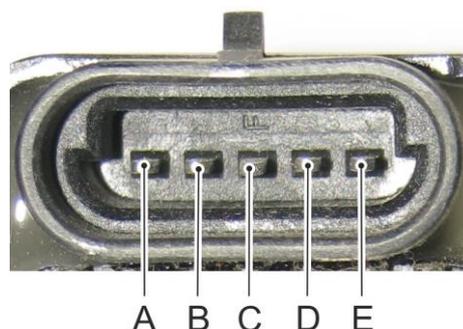
Техническая характеристика катушки зажигания приведена в таблице 11.

Таблица 11

Параметр	Значение
Контрольное напряжение	14 В
Контрольный ток	8 А
Выход (без нагрузки)	40 кВ минимум
Выход (нагрузка 50 пФ)	40 кВ ± 10%
Энергия на выходе	103 мДж ± 7%
Выдержка (ссылка)	5 мс
Пиковый вторичный ток	102 мА ± 7%
Время горения дуги	2,9 мс ± 10%
Коэффициент трансформации	71:1

##### 1.4.11.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма катушки зажигания приведена на рисунке 33.



- **Вывод А** (провод 102...105/100...105 для ЯМЗ-5340/ЯМЗ-536) – ЭБУ вывод **P2-102...P2-105/P2-100...P2-105** управляющий импульс от ЭБУ амплитудой 5В;
- **Вывод В** (провод 121) – ЭБУ вывод **P2-121** управляющий импульс от ЭБУ амплитудой 5В;
- **Вывод С** (провод массы) масса вторичной (высоковольтной) обмотки;
- **Вывод D** (провод 120) – **C1050** масса АКБ;
- **Вывод E** (провод 301) – **разъем ТС вывод 61** питание катушки от АКБ (через предохранитель 15 А)

**Рисунок 32** - Конфигурация разъёма

#### 1.4.12 ДАТЧИК ДЕТОНАЦИИ

Датчик детонации, рисунок 33, предназначен для определения момента возникновения детонации в двигателе внутреннего сгорания. Детонация возникает при содержании 50 % газа в топливовоздушной смеси. Детонационное сгорание сопровождается резким возрастанием амплитуды вибраций и высокими ударными нагрузками на стенки цилиндров, поршень и головку цилиндров.

Принцип действия датчика основан на пьезоэффекте. Датчик крепится на блок цилиндров двигателя с левой стороны: на четырехцилиндровых двигателях один, а на шестицилиндровых два, рисунок 5. При возникновении детонации происходит вибрация двигателя, приводящая к сжатию пьезокерамического элемента датчика, в результате чего на его концах возникает разность потенциалов. С ростом амплитуды и частоты механических колебаний двигателя возрастает напряжение.



**Рисунок 33** – Датчик детонации

На основании электрических импульсов датчика, электронный блок управления двигателем изменяет качественный состав рабочей смеси и угол опережения зажигания. Данное устройство помогает также добиться более экономичной работы и развить максимальную мощность двигателя. Существует определенный порог безопасности, если величина напряжения его превысит, то ЭБУ отдаст команду на уменьшение угла опережения зажигания.

##### 1.4.12.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ДЕТОНАЦИИ

Датчик детонации двухполюсный с кабелем, длиной 480 мм.

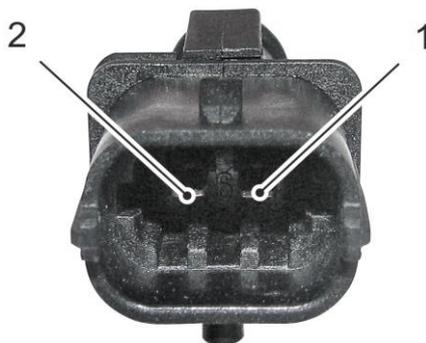
Характеристика датчика детонации:

- Частотный диапазон.....1...20 кГц
- Диапазон измерения.....0,1...400 g<sup>1)</sup>
- Чувствительность при 5 кГц.....26±8 мВ/г
- Линейность при резонансе в диапазоне 5...15 кГц.....+20/-10% от 5 кГц (15...41 мВ/г)
- Доминирующая резонансная частота.....более 25 кГц
- Полное сопротивление.....более 1 Мом
- Емкостной диапазон.....800...1400 ПФ

- Температурная зависимость чувствительности.....не более 0,06 мВ/(g·°C)
- Диапазон рабочих температур.....минус 40...плюс 130 °C
- Допустимые колебания:
  - устойчивые.....не более 80 g
  - краткосрочные.....не более 400 g
- Крепление датчика винтом М8×25.....моментом 20±5 Нм
  - <sup>1)</sup> ускорение свободного падения  $g=9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ .

#### 1.4.12.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика детонации приведена на рисунке 34.



- **Вывод 1** (провод 061/062 для первого/второго) – ЭБУ вывод **P1-61/P1-62** выходной сигнал (минус);
- **Вывод 2** (провод 080/081 для первого/второго) – ЭБУ вывод **P1-80/P1-81** выходной сигнал (плюс)

Рисунок 34 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.12.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ДЕТОНАЦИИ ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

При отказе датчика детонации проверить наличие ошибки в памяти ЭБУ.

При выходе датчика из строя:

- падает мощность;
- ухудшается динамика разгона ТС и резко увеличивается расход топлива;
- появляется дымный выхлоп.

При этом на панели загорается индикатор неисправности двигателя. Причем, он может, как гореть постоянно, так и загораться кратковременно при увеличении нагрузки.

Основные неисправности датчика детонации:

- произошел обрыв сигнального провода;
- оборвалась экранирующая оплетка провода;
- произошло замыкание на массу или же замкнуло бортсеть одного из проводов датчика;
- возникли неисправности в самом датчике;
- возникли неисправности ЭБУ, способствующие некорректной работе датчика.

Во всех вышеперечисленных случаях необходима проверка датчика детонации.

В случае, если произошел обрыв сигнального провода, необходимо проверить надежность соединения разъема жгута и датчика. Если же с подсоединением все в порядке, тогда следует оценить состояние контактов разъема, и при необходимости заменить их. Также осмотреть и состояние жгута, для этого его следует отсоединить от датчика и при выключенном зажигании проверить целостность цепи с помощью омметра.

При замыкании на массу: отсоединить ЭБУ и датчик детонации от жгута проводов и проверить состояние цепи. Выключив зажигание, при помощи омметра проверить соединение цепи жгута и массы двигателя. Если обнаружена какая-либо неисправность, то ее следует устранить. В завершении включить зажигание и проверить корректность работы датчика.

При замыкании бортсети, нужно в первую очередь отсоединить защитный чехол его разъема и при включенном зажигании проверить напряжение между разъемом и массой двигателя. Если оно в пределах 12/24 В, то, отключив зажигание, проверить, не произошло ли замыкание в цепи жгута и электропитания системы управления.

При неисправности датчика, по нему необходимо просто постучать каким-либо не металлическим предметом (при этом двигатель должен работать на холостом ходу), а затем проверить с помощью вольтметра наличие сигналов. При невозможности выполнения этой операции необходимо замерить сопротивление. Если оно отличается от нормального, нужна замена. Также можно проверить напряжение на электрических контактах датчика, для чего нужно отсоединить электрический разъем питания датчика и снять его с двигателя. После этого мультиметр перево-

дится в режим измерения напряжения в милливольтках, его плюсовой щуп соединяется с сигнальным контактом, а минусовой – с массой датчика (отверстие, через которое проходит болт крепления к двигателю).

Проверка датчика детонации заключается в том, что датчик с присоединенными щупами зажимается в ладони, которой затем нужно несильно постучать по какой-нибудь поверхности. При ударах мультиметр должен фиксировать появление напряжения (обычно оно составляет порядка 30-40 мВ). Принцип прост: чем сильнее удар, тем большая разность потенциалов возникнет между электродами. Полное отсутствие разности потенциалов свидетельствует о том, что датчик детонации неисправен.

#### 1.4.13 СИСТЕМА РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ (РОГ)

##### 1.4.13.1 ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ ЗАСЛОНКИ СИСТЕМЫ РОГ

Для выполнения нормативов по выбросам вредных веществ экологического класса 5 и выше двигателя 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°С до 160°С и ниже.

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

Заслонка, рисунок 35, состоит из корпуса с поворотной частью и актуатора, который, в свою очередь, состоит из пневмоцилиндра для привода заслонки (ход штока 34,1±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 4,0±1,0 мм.

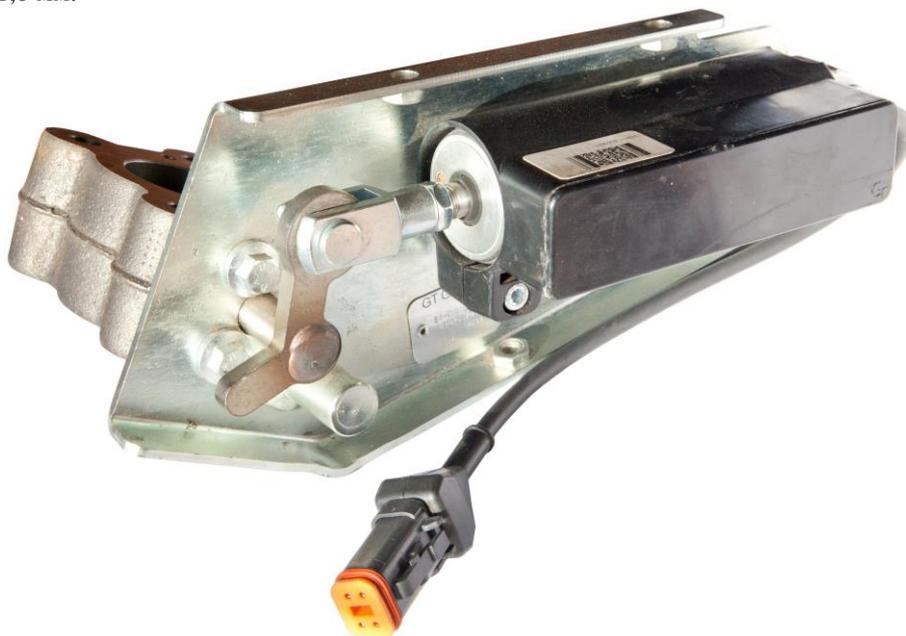


Рисунок 35 – Заслонка отработавших газов в сборе

##### 1.4.13.1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ЗАСЛОНКИ РОГ

Полный линейный ход штока	37 мм;
Напряжение питания	4,9 – 5,1 В;
Потребляемый ток	≤ 12,5 мА;
Выходное напряжение в в положении «закрыто» (преднатяг штока 4,0±1 мм)	1,0±0,2 В;
Выходное напряжение в положении «открыто» (рычаг штока на упоре) (положение штока 34,1±2 мм)	4,35±0,15 В.
Зависимость выходного сигнала от перемещения штока приведена на рисунке 36.	

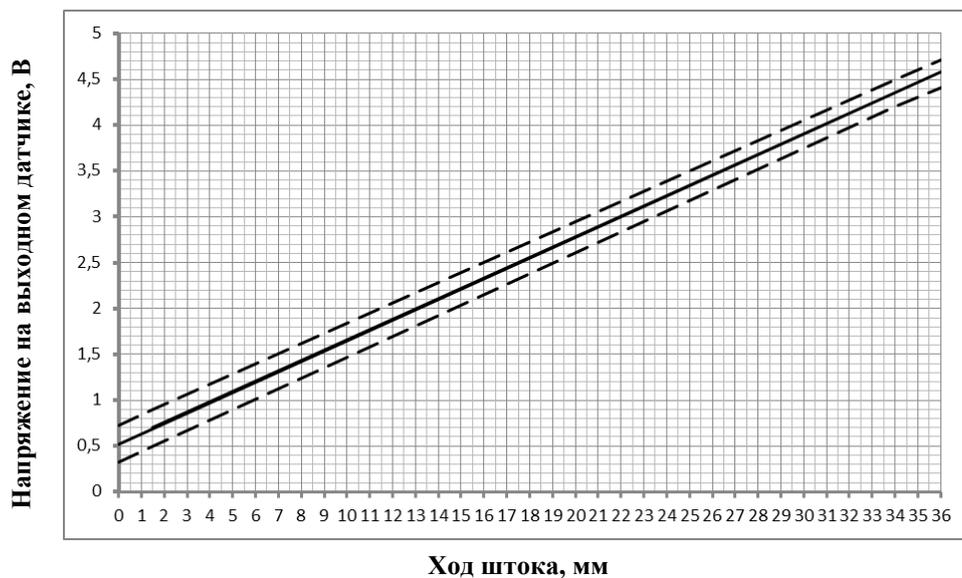
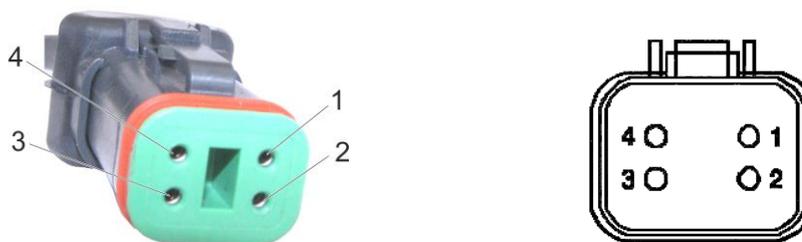


Рисунок 36 - Характеристика датчика положения

#### 1.4.13.1.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика положения заслонки EGR приведена на рисунке 37.



- **Вывод 1** (свободный) – ЭБУ не используется;
- **Вывод 2** (провод 052) – ЭБУ вывод P1-52 питание датчика (+5 В);
- **Вывод 3** (провод 008) – ЭБУ вывод P1-8 выходной сигнал;
- **Вывод 4** (провод 047) – ЭБУ вывод P1-47 масса датчика;

Рисунок 37 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.13.2 КЛАПАН ЗАСЛОНКИ РОГ

Для бесступенчатой регулировки положения заслонки системы рециркуляции служит электропневматический клапан управления положением заслонки РОГ (пропорциональный клапан), рисунок 38. Клапан служит для управления положением пневмоцилиндра, перемещающего заслонку системы РОГ, и регулирует давление сжатого воздуха в пневмоцилиндре. Клапан установлен на кронштейне, закрепленном на переднем торце водораспределительной трубы двигателя, рисунок 4, и управляется ШИМ-сигналом от ЭБУ. На двигатели устанавливаются два вида клапанов: 5340.1213017 для изделий с бортовым напряжением 24В и 5340.1213017-10 - 12В.

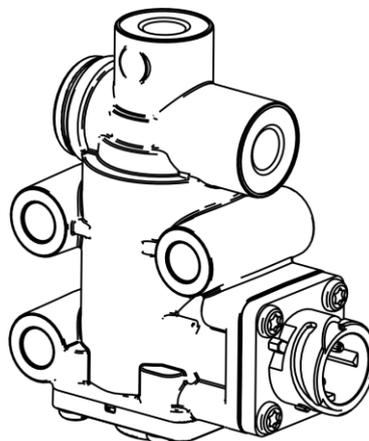


Рисунок 38 - Клапан заслонки РОГ (пропорциональный)

#### 1.4.13.2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНА ЗАСЛОНКИ EGR

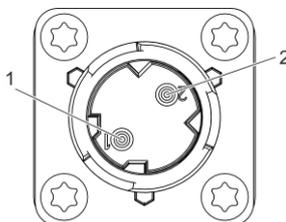
Рабочие характеристики клапанов заслонки РОГ 12/24В представлены в таблице 12.

Таблица 12

Параметр	Значение
Рабочий диапазон напряжений	9...16 В / 16...32 В
Предельный ток при 20°C	900 мА / 400 мА
Оптимальное рабочее давление на входе	Для 12В - 0,05...1,25 МПа (0,5...12,5 кгс/см <sup>2</sup> / Для 24В - 0,85...1,25 МПа (8,5...12,5/кгс/см <sup>2</sup> )
Оптимальное рабочее давление на выходе	0...0,7 МПа (0...7 кгс/см <sup>2</sup> )
Минимальное давление на входе	0,66...0,72 МПа (6,6...7,2 кгс/см <sup>2</sup> )
Минимальное давление на выходе	0...0,65 МПа (0...6,5 кгс/см <sup>2</sup> )
Рабочий диапазон температур	минус 40...плюс 130°C
Сопротивление катушки при 20°C	6 Ом / 30 Ом
Номинальная потребляемая мощность при 20°C	6 Вт <sup>+10%</sup> -5%
Индуктивность катушки при 20°C	80...100 мГн / 400...500 мГн

#### 1.4.13.2.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма клапана заслонки EGR приведена на рисунке 39.



- **Вывод 1** (провод 057) – ЭБУ вывод P1-57 сигнал управления;
- **Вывод 2** (провод 308) – разъем ТС вывод 62 питание клапана от АКБ

Рисунок 39 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.13.2.3 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.

#### 1.4.14 ДАТЧИК РАСХОДА ГАЗОВ СИСТЕМЫ EGR (ДАТЧИК ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ОГ СИСТЕМЫ РОГ)

Датчик дифференциального давления 4MPP7-2, рисунок 40, служит для определения расхода отработавших газов, поступающих во впускной патрубок из системы РОГ. Датчик расположен в проставке, установленной на выходе из радиатора РОГ, рисунок 4. В проставке между входным и выходным отверстием имеется дроссель, создающий перепад давления, изменяющийся в зависимости от расхода отработавших газов.

На кремниевом чипе датчика интегрированы пьезоэлектрические элементы датчика давления и соответствующая электроника для усиления сигнала и температурной компенсации.



Рисунок 40- Датчик дифференциального давления ОГ системы РОГ

#### 1.4.14.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ОГ СИСТЕМЫ РОГ

Характеристика датчика:

- Рабочее давление на входе:
  - минимальное .....75 кПа абс
  - максимальное .....600 кПа абс.
- Испытательное давление:
  - минимальное .....50 кПа абс
  - максимальное .....1200 кПа абс.
- Предельное давление: .....1600 кПа абс.
- Перепад давления:
  - диапазон давления .....от минус 5 кПа до 34,47 кПа
  - испытательное давление: .....206 кПа (сторона высокого давления)  
.....минус 138 кПа (сторона низкого давления)
  - предельное давление: .....310 кПа (сторона высокого давления)  
.....206 кПа (сторона низкого давления)
- Напряжения питания (Vs) .....5 ± 0,25 В
- Максимальный ток на выходе .....20 мА
- Номинальный ток .....10 мА
- Рабочая температура .....минус 40°С ... плюс 140°С
- Монтаж датчика винтами М8 .....моментом 20 ±3 Нм

#### 1.4.14.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика дифференциального давления приведена на рисунке 41.



- **Вывод 1** (провод 066) – ЭБУ **вывод Р1-66** питание датчика (+5 В);
- **Вывод 2** (провод 046) – ЭБУ **вывод Р1-46** масса датчика;
- **Вывод 3** (провод 076) – ЭБУ **вывод Р1-76** выходной сигнал давления

**Рисунок 41** - Конфигурация разъёма

#### 1.4.15 КЛАПАН УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕПУСКОМ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ НА ТУРБИНЕ ТКР (EUV)

Клапан управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР **7.00380.06** (для двигателей с бортовой сетью 24 В) или **7.01904.01** (для двигателей ЯМЗ-53444 с бортовой сетью 12 В), рисунок 42. Пневмоэлектрический клапан управляется ШИМ-сигналом от ЭБУ. Клапан расположен на кронштейне металлическим наконечником вниз. В свою очередь, кронштейн клапана управления крепится к кронштейну клапана заслонки EGR, расположенного в передней части двигателя справа, рисунок 4.

Металлический наконечник клапана соединяется рукавом с корпусом компрессора ТКР, а пластиковый наконечник, расположенный под углом 90 градусов к оси, с капсулой привода заслонки (актуатором) отработавших газов во входном патрубке турбины ТКР. Оставшийся пластиковый наконечник клапана, расположенный на одной оси с металлическим, соединяется с впускным патрубком на входе в ТКР или с атмосферой.

Клапан управления перепуском контролирует давление воздуха, которое подается на капсулу (актуатор) привода заслонки отработавших газов ТКР и помогает ему добиться оптимальных характеристик на низкой и высокой скорости вращения ротора.

При открытии клапана управления перепуском меняется давление в капсуле над мембраной, управляющей тягой заслонки перепуска отработавших газов на входе в турбину ТКР. В результате меняется количество ОГ поступающих в турбину, а, следовательно, частота вращения ротора ТКР и количество воздуха, поступающего в двигатель.



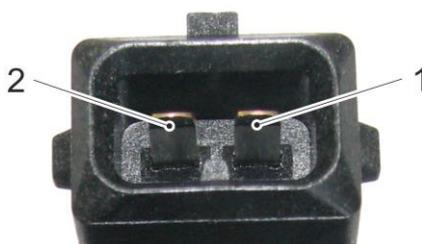
**Рисунок 42** - Клапан управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР

#### 1.4.15.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕПУСКОМ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ НА ТУРБИНЕ ТКР

Номинальное напряжение .....	12 В / 24 В
Рабочее напряжение .....	10,8 - 16 В / 16-32 В
Управляющее напряжение .....	≤ 7,5 В / 15 В при давлении $p_e=0$ кПа
Выключающее напряжение .....	≥ 1,5 В / 4 В при давлении $p_e=0$ кПа
Потребляемый ток .....	≤ 0,72 А / 0,38 А при 12 В / 24 В, минус 40 °С и 100% в рабочем цикле
Сопротивление .....	(23 ± 1,2) Ом / (90 ± 4,5) Ом
Индуктивность .....	обычно 75 мГн при 120 Гц (начало подъема)
Частота цикла .....	32 Гц при 13,5 В / 20 Гц при 27 В
Рабочая температура .....	минус 30 °С - плюс 130 °С / минус 40 °С - плюс 130 °С

#### 1.4.15.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма клапана управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР приведена на рисунке 43.



- **Вывод 1** (провод 075) – ЭБУ вывод **P1-75** сигнал включения клапана. При управлении соединяется с массой;
- **Вывод 2** (провод 308) – разъем **ТС вывод 62** питание клапана от бортовой сети

**Рисунок 43** - Конфигурация разъёма

#### 1.4.16 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Датчик температуры отработавших газов **TS200-A-86**, рисунок 44, на двигателе не устанавливается, входит в комплект поставки. Датчик устанавливается в системе выпуска ТС и измеряет температуру отработавших газов. Сигнал датчика используется ЭБУ для определения аварийного режима работы двигателя путем сравнения предельной температуры отработавших газов с измеренным значением и позволяет контролировать условия работы двигателя и обеспечивать эффективное снижение токсичности отработавших газов.



**Рисунок 44** - Датчик температуры отработавших газов

### 1.4.16.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Напряжение питания .....  $5 \pm 0,1\%$  В  
 Сопротивление при 0°C ..... 200 Ом  
 Диапазон температуры ..... минус 40 - плюс 1000 °C

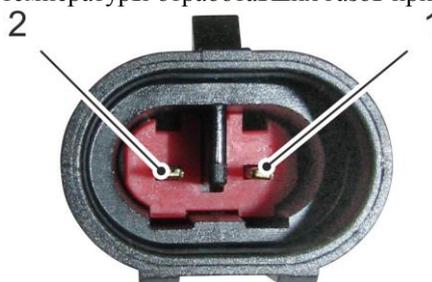
Зависимость сопротивления датчика и выходного напряжения от температуры приведена в таблице 13.

Таблица 13

T, °C	Rs, ом	U <sub>0</sub> , В	T, °C	Rs, ом	U <sub>0</sub> , В
-40	169,7	0,725	350	454,2	1,562
-20	185,1	0,781	400	488,1	1,640
0	200,5	0,835	450	521,4	1,713
25	219,6	0,900	500	554,1	1,783
50	238,5	0,963	600	617,8	1,909
100	275,9	1,081	700	679,2	2,022
150	312,7	1,191	800	738,2	2,123
200	349,0	1,293	900	794,9	2,214
250	384,6	1,389	1000	849,2	2,296
300	419,7	1,476			

### 1.4.16.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры отработавших газов приведена на рисунке 45.



- **Вывод 1** (провод 056) – ЭБУ вывод P1-56 выходной сигнал температуры;
- **Вывод 2** (провод 047) – ЭБУ вывод P1-47 масса датчика

Рисунок 45 - Конфигурация разъёма

### 1.4.17 ДАТЧИК КИСЛОРОДА

Два датчика кислорода LSF 4.2, рисунок 46, используются для обеспечения оптимальных условий эксплуатации катализатора на ТС. Датчики регулирует идеальное соотношение смеси воздуха и топлива. Потому что только в идеальной смеси ("стехиометрический состав горючей смеси") катализатор может конвертировать почти все вредные газы. У такой смеси (стехиометрическим считается соотношение воздух / топливо, равное для метана 17,2:1 (массовые части)) коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1$ . Датчики на двигатель не устанавливаются, входят в комплект его поставки и устанавливаются в выхлопной трубе ТС и служат для определения наличия кислорода в отработавших газах. Один датчик устанавливается на расстоянии 100...150 мм от выхода из нейтрализатора, другой – на расстоянии 200...350 мм от расположения моторного тормоза (при его наличии), т.е. перед нейтрализатором.

Регулирующий датчик измеряет количество остаточного кислорода в ещё не обработанном выхлопном газе (до нейтрализатора). Сигнал этого датчика обрабатывается в ЭБУ и служит для изменения состава смеси.

Диагностирующий датчик измеряет количество остаточного кислорода в обработанном выхлопном газе (после нейтрализатора). Посредством сигнала этого датчика ЭБУ распознаёт отклонения в работе, связанные с выхлопами, и выдает соответствующее сообщение водителю.

Когда двигатель работает на обогащённой топливовоздушной смеси, уровень содержания кислорода в отработавших газах понижен, при этом датчик генерирует сигнал высокого уровня напряжением 0,65...1,0 В. При поступлении сигнала высокого уровня, ЭБУ начинает уменьшать длительность впрыска топлива, тем самым обедняя топливовоздушную смесь. Когда двигатель работает на обеднённой топливовоздушной смеси, уровень содержания кислорода в отработавших газах повышен, при этом датчик генерирует сигнал низкого уровня напряжением 40...200 мВ. При поступлении сигнала низкого уровня, ЭБУ начинает увеличивать длительность впрыска топлива, тем самым обогащая топливовоздушную смесь. Таким образом, по сигналу от датчика ЭБУ корректирует длительность впрыска топлива так, что состав топливовоздушной смеси оказывается максимально близким к стехиометрическому (идеальное соотношение воздух/топливо).

Датчик пластинчатый многослойный с керамической измерительной ячейкой и микропористым покрытием платиной, имеющий двухступенчатую характеристику напряжения в зависимости от значения коэффициента избытка

воздуха. Для достижения требуемой рабочей температуры 350 °С, при недостаточной температуре ОГ, датчик имеет встроенный электрический подогреватель с номинальным напряжением 12 В и мощностью 7 Вт.



Рисунок 46 - Датчик кислорода

#### 1.4.17.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА КИСЛОРОДА

Датчик кислорода или лямбда-зонд **LSF 4.2** относится к датчикам стокового типа. Выхлопные газы в стоковых датчиках проходят по внешней стороне керамического измерительного элемента, внутри которого находится эталонный воздух. В зависимости от остаточного содержания кислорода в выхлопе, на двух полюсах сенсорного элемента возникает разная концентрация молекул кислорода. Поскольку керамический датчик пропускает ионы кислорода, они могут перемещаться между двумя сторонами сенсорной ячейки, создавая электрическое напряжение. Стоковые датчики генерируют высокое напряжение (около 0,9 В) при насыщенной смеси (низкое содержание остаточного кислорода в выхлопных газах) и низкое (около 0,1 В) - при бедной смеси (высокое содержание кислорода). Скачок напряжения между отдельными уровнями происходит при  $\lambda=1$ . Классический стоковый зонд с подогревом или без представляет собой, так называемый контактный датчик. Датчик устойчив к высоким температурам и воздействиям окружающей среды и отличается быстрым временем реагирования, готовностью к работе через 10 секунд после пуска двигателя и долгим сроком службы.

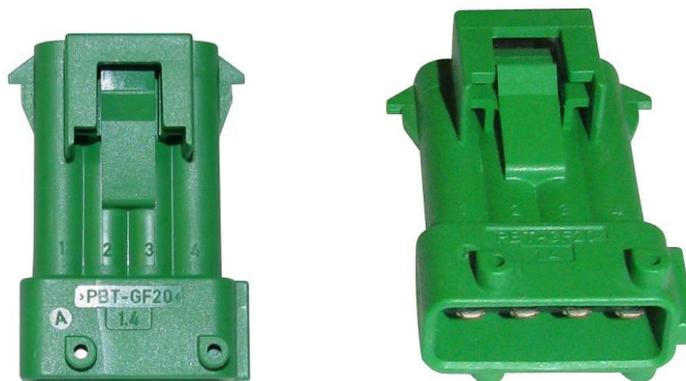
Характеристика датчика кислорода приведена в таблице 14.

Таблица 14

Параметр	Значение при температуре ОГ	
	350°С	850°С
Напряжение зонда для лямбда = 0,97, мВ	800±55	690±55
Напряжение зонда для лямбда = 1,1, мВ	50±30	50±30
Внутреннее сопротивление, кОм	≤ 0,5	≤ 0,25
Время реакции (600 – 300 мВ), мс	Менее 125	Менее 125
Время реакции (300 – 600 мВ), мс	Менее 60	Менее 60
Ток нагрева	0,48±0,10	0,42±0,07
Максимальная мощность нагрева, Вт, рассчитывается следующим образом: $P = U (13V) \times \text{ток нагрева}$	7,6	6,4
Время выключения света 600 мВ лямбда = 0,97, с	Не измеряется	Менее 12 при 20°С
Максимальное значение тока нагрева, А (вычисляется из измеренного сопротивления при 20°С – см. ТУ)	2,1 при минус 40°С	1,63 при 20°С

#### 1.4.17.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика кислорода приведена на рисунке 47.



- **Вывод 1** (провод 306) – разъем ТС вывод 59 питание датчика от бортовой сети (через предохранитель 10 А);
- **Вывод 2** (провод 024/043) – ЭБУ вывод P1-24/P1-43 ШИМ сигнал для управления подогревателем датчика;
- **Вывод 3** (провод 020/022) – ЭБУ вывод P1-20/P1-22 выходное напряжение (-);
- **Вывод 4** (провод 021/023) – ЭБУ вывод P1-21/P1-23 выходное напряжение (+)

Рисунок 47 - Конфигурация разъема (до/после нейтрализатора)

### 1.4.17.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА КИСЛОРОДА

При отказе датчика кислорода проверить наличие ошибки в памяти ЭБУ.

Внешние проявления, указывающие на то, что датчик вышел из строя:

- рывки, дергание и (или) неравномерная работа двигателя;
- ухудшение топливной экономичности;
- несоответствие нормам токсичности;
- преждевременный выход из строя катализатора.

**ВНИМАНИЕ!** ПОМНИТЕ, ПРАВИЛЬНАЯ РАБОТА ДАТЧИКА КИСЛОРОДА ВОЗМОЖНА ТОЛЬКО ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ИМ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В 350 °С. ТАКИМ ОБРАЗОМ, ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В СИСТЕМАХ ВПРЫСКА НАЧИНАЕТ РАБОТАТЬ НЕ РАНЕЕ ЧЕМ ЧЕРЕЗ 2,5 МИНУТЫ ПОСЛЕ ХОЛОДНОГО СТАРТА ДВИГАТЕЛЯ

Проверку датчиков кислорода лучше всего проводить при очередном ТО.

Способы проверки датчика кислорода:

#### **Первый способ.**

Для проверки датчика кислорода необходимо на прогретом двигателе, работающем на холостом ходу, замерить аналоговым тестером выходное напряжение на проводах датчика. Зачастую их четыре - 2 входных и 2 выходных. На вход датчик получает 12/24 В. На выходе должны получаться равномерные колебания амплитуды напряжения в интервале от 0,1 до 0,9 В.

Рассмотрим следующие ситуации:

- 1) напряжение соответствует идеалу - датчик и смесь в норме;
- 2) наблюдаются резкие/неравномерные скачки напряжения – датчик неисправен;
- 3) напряжение менее 0,1 или более 0,9 В - датчик неисправен;
- 4) напряжение постоянное, менее 0,1 В или более 0,9 - датчик неисправен;

Примечание: если напряжение равно 12 В, значит подключены не те провода.

- 5) напряжение около 0,1 В - слишком бедная смесь;
- 6) напряжение около 0,9 В - слишком богатая смесь.

Проверка лямбда-зонда при помощи осциллографа приведена на сайте [http://injectorservice.com.ua/diagnos\\_lambda.php](http://injectorservice.com.ua/diagnos_lambda.php).

#### **Второй способ.**

1. Проверьте основные параметры двигателя в соответствии с РЭ. Проверьте систему зажигания, целостность электрических цепей, напряжение в бортовой сети, работу системы впрыска и отсутствие внешних механических повреждений.

2. Проведите тест на бедную смесь. Для этого:

- 1) Отсоедините датчик кислорода от колодки и подключите к вольтметру.
- 2) Сымитируйте подсос воздуха, например, через наконечник впускного патрубка.
- 3) Если показания вольтметра быстро (менее чем за 1 сек.) упадут ниже 0,1 В, то кислородный датчик правильно реагирует на обеднение смеси. Если скорость изменения сигнала низкая или уровень остается выше 0,1 В, датчик подлежит замене.

3. Проведите тест динамических режимов. Для этого:

- 1) Подсоедините снова кислородный датчик к разъему колодки.
- 2) Подсоедините параллельно разъему вольтметр.
- 3) Восстановите нормальную работу системы впрыска.

- 4) Установите обороты двигателя в пределах  $1500 \text{ мин}^{-1}$ .
- 5) Показания вольтметра должны плавать вокруг  $0,5 \text{ В}$ . Если это не так – датчик кислорода подлежит замене.

Если в процессе диагностики были выявлены случаи возникновения проблем с кислородным датчиком, или какой либо из тестов указывает на его неисправность, он подлежит замене. Работа с неисправным датчиком чревата выходом из строя катализатора.

#### 1.4.18 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Датчик температуры воздуха **TF-L**, рисунок 48, измеряет температуру смеси наддувочного воздуха с ОГ системы РОГ во впускном коллекторе после дроссельной заслонки. Датчик установлен во впускном коллекторе головки цилиндров, рисунок 5. Сигнал датчика используется ЭБУ для определения необходимого количества подаваемого топлива и диагностики работы системы РОГ (контроль эффективности радиатора ОГ).

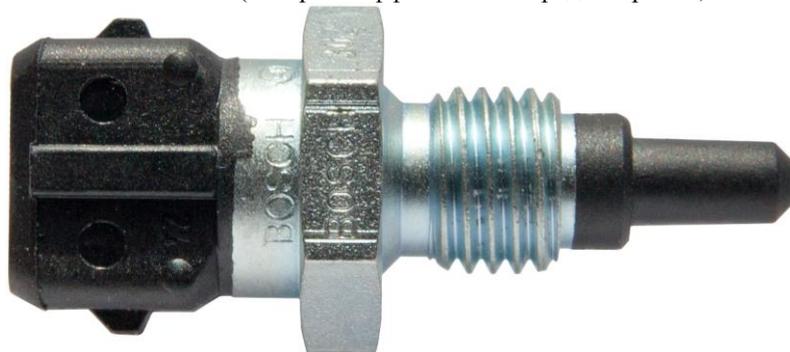


Рисунок 48 - Датчик температуры воздуха

##### 1.4.18.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Номинальное напряжение ..... Функционирование допускается только с ЭБУ  $5 \pm 0,15 \text{ В}$

Номинальное сопротивление при  $20^\circ\text{C}$  .....  $2,5 \text{ кОм} \pm 5\%$

Диапазон температуры ..... минус  $30$  - плюс  $130^\circ\text{C}$

Зависимость сопротивления датчика от температуры приведена на рисунке 49.

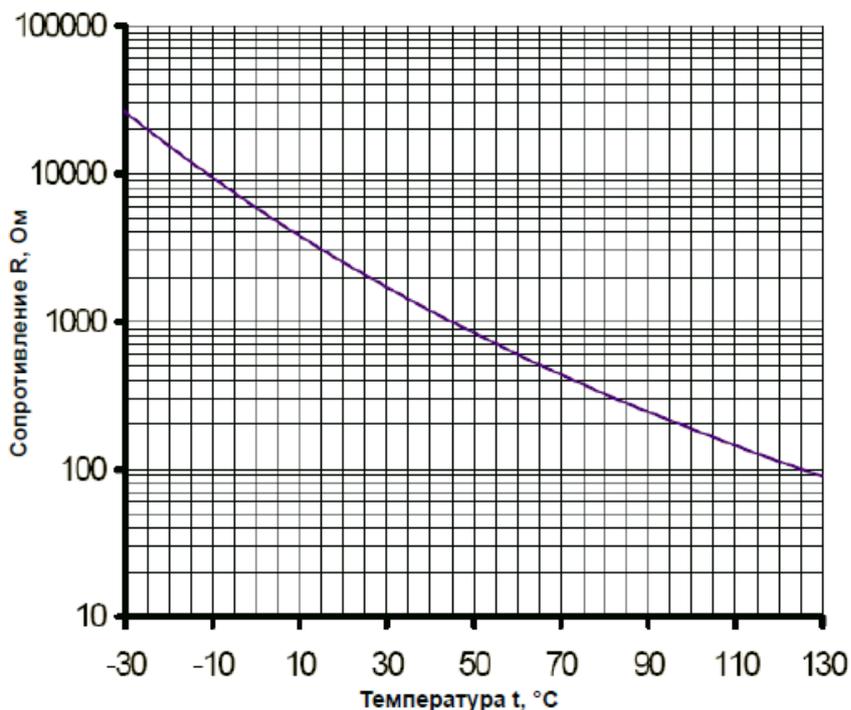


Рисунок 49 - Характеристика датчика температуры  $R = f(T)$

Зависимости сопротивления от температуры  $R(t)$  приведены в таблице 15.

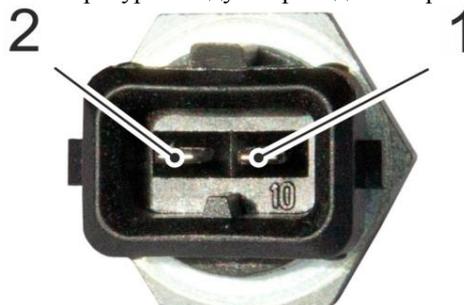
Таблица 15

Температура, °С	Сопротивление Rном, кОм	Абсолютные значения сопротивления без погрешности измерения		Темп. отклонен. (±°С)
		Rмин, кОм	Rмакс, кОм	
-30	26,114	23,817	28,410	
-20	15,462	14,236	16,687	
<b>-10</b>	<b>9,367</b>	<b>8,727</b>	<b>10,067</b>	<b>1,5</b>
0	5,896	5,520	6,272	
<b>20</b>	<b>2,500</b>	<b>2,375</b>	<b>2,625</b>	<b>1,2</b>
25	2,057	1,947	2,167	
40	1,175	1,102	1,247	
60	0,596	0,552	0,639	
<b>80</b>	<b>0,323</b>	<b>0,296</b>	<b>0,349</b>	<b>2,8</b>
100	0,187	0,170	0,203	
120	0,113	0,102	0,124	
130	0,089	0,080	0,098	

Для проверки показаний датчика измерение сопротивления проводится при температуре **минус 10°С, плюс 20°С и 80°С.**

#### 1.4.18.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры воздуха приведена на рисунке 50.



- **Вывод 1** (провод 074) – ЭБУ **вывод P1-74** выходной сигнал температуры;
- **Вывод 2** (провод 048) – ЭБУ **вывод P1-48** масса датчика

Рисунок 50 - Конфигурация разъёма

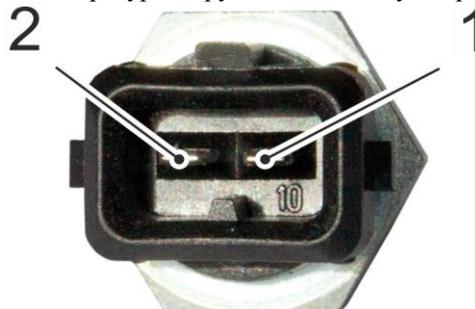
#### 1.4.19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

Датчик температуры окружающего воздуха **TF-L** аналогичен датчику температуры воздуха и определяет температуру окружающего воздуха. Датчик на двигателе не устанавливается, входит в комплект поставки и располагается на транспортном средстве.

Сигнал датчика используется ЭБУ для отключения системы бортовой диагностики при пониженной температуре в соответствии с регламентом.

#### 1.4.19.1 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры окружающего воздуха приведена на рисунке 51.



- **Вывод 1** (провод 028) – разъем **ТС вывод 49** – ЭБУ **вывод P1-28** выходной сигнал температуры;
- **Вывод 2** (провод 007) – разъем **ТС вывод 50** – ЭБУ **вывод P1-7** масса датчика

Рисунок 51 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.20 ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Датчик давления воздуха **115CF2-17**, рисунок 52, измеряет давление смеси наддувочного воздуха с ОГ системы РОГ во впускном коллекторе после дроссельной заслонки. Датчик установлен во впускном коллекторе головки цилиндров, рисунок 5. Сигнал датчика используется ЭБУ для определения необходимого количества подаваемого топлива и диагностики работы системы РОГ (контроль эффективности радиатора ОГ).



Рисунок 52 - Датчик давления воздуха

##### 1.4.20.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

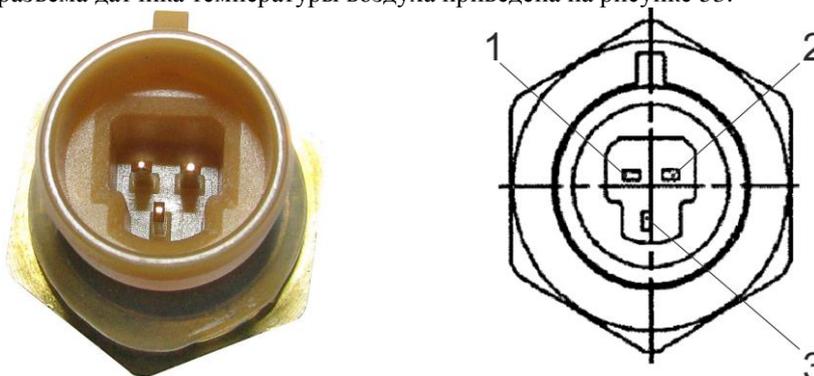
Характеристика датчика давления воздуха приведена в таблице 16.

Таблица 16

Параметр	Значение		
	мин.	ном.	макс.
Напряжение питания $U_S$ , В	4,5	5,0	5,5
Потребляемый ток, мА			10,0
Диапазон напряжения на выходе, % $U_S$	10		90
Время реагирования, мс	2	10	12
Избыточное давление $p_{abs}$ , при 25 °С кПа абс.			992
Предельное давление при 25 °С, кПа абс.			1488
Рабочая температура $t$ , °С	минус 40		плюс 135
Момент при монтаже датчика, Нм	9		14

##### 1.4.20.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры воздуха приведена на рисунке 53.



- **Вывод 1** (провод 048) – ЭБУ **вывод P1-48** масса датчика
- **Вывод 2** (провод 068) – ЭБУ **вывод P1-68** питание датчика (+5 В)
- **Вывод 3** (провод 071) – ЭБУ **вывод P1-71** выходной сигнал давления;

Рисунок 53 - Конфигурация разъёма

##### 1.4.21 КЛАПАН ПЕРЕПУСКА ВОЗДУХА НА КОМПРЕССОРЕ ТКР

Клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР **7.04908**, рисунок 54, пневмоэлектрический управляется сигналом от ЭБУ и предназначен для перепуска воздуха на компрессоре ТКР и регулирования количества воздуха, которое поступает в двигатель. Устанавливается на отводящем патрубке компрессора, рисунок 4.



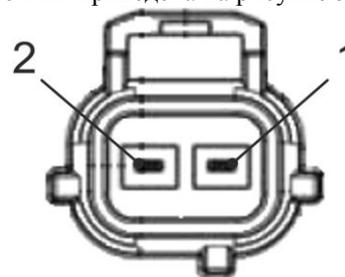
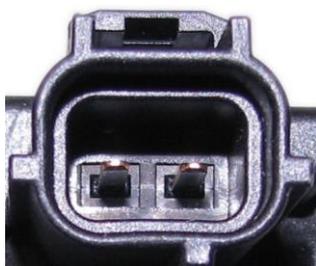
Рисунок 54 - Клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР

#### 1.4.21.1 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАПАНА ПЕРЕПУСКА ВОЗДУХА НА КОМПРЕССОРЕ ТКР

Номинальное напряжение .....	$U = 12 \text{ В}$
Рабочее напряжение .....	$U = 8...16 \text{ В}$
Ток при 13 В и 25 °С .....	$I = 1,03 \pm 0,05 \text{ А}$
Ток при 13 В и минус 40 °С .....	$I = 1,36 \pm 0,07 \text{ А}$
Индуктивность .....	$L = 11 \text{ мГн}$ при 1 кГц
Сопротивление катушки .....	$R_w = (13,2 \pm 0,5) \text{ ом} \times (1 + (T_w - 23^\circ\text{C}) \times 0,0039^\circ\text{C}^{-1})$
Параллельный резистор .....	$R_p = 300 \text{ ом}$
Рабочая температура (сжатый воздух) .....	$T = \text{минус } 40^\circ\text{C}...160^\circ\text{C}$
Максимальная температура обмотки катушки .....	$T_{\text{макс.}} = 205^\circ\text{C}$
Напряжение при 25 °С .....	$U = 18 \text{ В}$ неограничено
Напряжение при 25 °С .....	$U = 24 \text{ В}$ 5 мин
Напряжение при 135 °С .....	$U = 16 \text{ В}$ неограничено
Рекомендованный момент затяжки клапана .....	$9+1 \text{ Нм}$

#### 1.4.21.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР приведена на рисунке 55.



- **Вывод 1** (провод 060) – ЭБУ вывод Р1-60 сигнал включения клапана. При управлении соединяется с массой;
- **Вывод 2** (провод 308) – разъем ТС вывод 62 питание клапана от бортовой сети (через предохранитель 10А)

Рисунок 55 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.22 ДРОССЕЛЬНАЯ ЗАСЛОНКА С ДАТЧИКОМ ПОЛОЖЕНИЯ

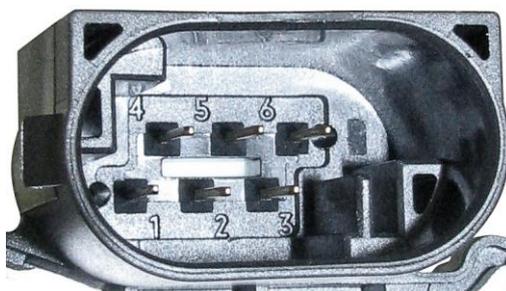
Дроссельная заслонка электроуправляемая, рисунок 56, предназначена для управления подачей воздуха во впускной коллектор двигателя. Расположена она на впускном патрубке, рисунок 4. На 4-х цилиндровые двигатели устанавливается дроссельная заслонка фирмы Bosch 0 280 750 149 диаметром 40 мм, а на 6-и цилиндровые - 0 280 750 150 диаметром 54 мм. Датчик положения определяет положение дроссельной заслонки.



Рисунок 56 - Дроссельная заслонка с датчиком положения

#### 1.4.22.1 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика положения дроссельной заслонки приведена на рисунке 57.



- **Вывод 1** (провод 115) – ЭБУ вывод **P2-115** управляющий сигнал;
- **Вывод 2** (провод 090) – ЭБУ вывод **P2-90** управляющий сигнал;
- **Вывод 3** (провод 083) – ЭБУ вывод **P2-83** питание заслонки (+5В);
- **Вывод 4** (провод 117) – ЭБУ вывод **P2-117** масса заслонки;
- **Вывод 5** (провод 065) – ЭБУ вывод **P1-65** датчик положения № 1 дроссельной заслонки;
- **Вывод 6** (провод 082) – ЭБУ вывод **P2-82** датчик положения № 2 дроссельной заслонки

Рисунок 57 - Конфигурация разъёма

#### 1.4.23 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 при изменении положения педали акселератора на потенциометре образуется электрический сигнал, информирующий ЭБУ об изменении частоты вращения или крутящего момента двигателя. Датчик положения педали акселератора **TF-30** определяет ее положение и регистрирует перемещение педали или изменение угла ее положения и передает соответствующий сигнал в ЭБУ.

Педальный модуль - единое устройство, состоящее из педали акселератора и двух потенциометрических датчиков положения.

##### 1.4.23.1 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.

### 1.4.23.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕДАЛИ

Характеристика электронной педали акселератора приведена на рисунке 58. 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. Положение педали определяется при сравнении ее текущего положения и положения при максимальной подаче топлива.

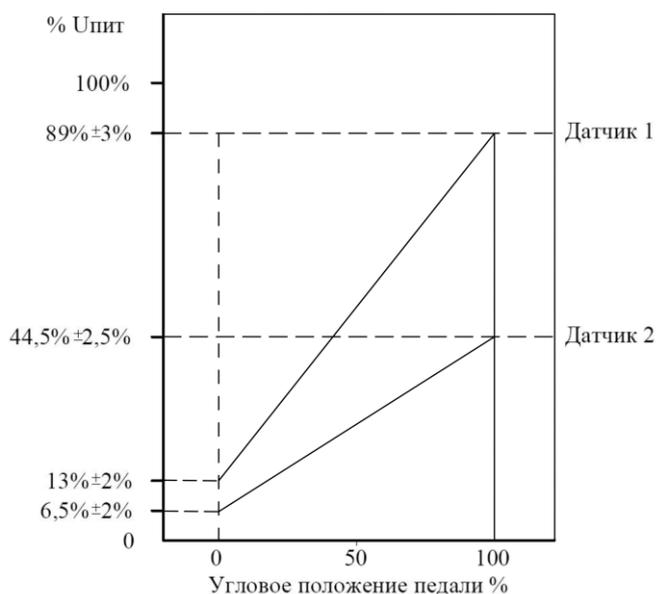


Рисунок 58 – Выходная характеристика педали акселератора

### 1.4.23.3 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 59, приводится примерная схема подключения контактов.



- **Вывод 1** (провод 048) – разъем ТС вывод 13 – ЭБУ вывод P1-48 масса датчика 2;
- **Вывод 2** (провод 069) – разъем ТС вывод 23 – ЭБУ вывод P1-69 выходной сигнал датчика 2;
- **Вывод 3** (провод 068) – разъем ТС вывод 32 – ЭБУ вывод P1-68 питание датчика 2 (+5 В);
- **Вывод 4** (провод 064) – разъем ТС вывод 14 – ЭБУ вывод P1-64 питание датчика 1 (+5 В);
- **Вывод 5** (провод 044) – разъем ТС вывод 16 – ЭБУ вывод P1-44 масса датчика 1;
- **Вывод 6** (провод 063) – разъем ТС вывод 15 – ЭБУ вывод P1-63 выходной сигнал датчика 1

Рисунок 59 - Конфигурация разъёма

## 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.

### **1.5.2 ДАТЧИК ПОЛОЖЕНИЯ ПЕДАЛИ СЦЕПЛЕНИЯ (ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ КП)**

Датчик положения педали сцепления – это контактный датчик, определяющий положение педали (педаль нажата или не нажата). Устанавливается он на педаль сцепления.

Датчик предназначен для определения ЭБУ момента включения/выключения передачи и изменения режима работы двигателя (холостой ход, нагрузка после включения трансмиссии).

При нажатии педали сцепления датчик подает в ЭБУ сигнал о начале перемещении педали. В результате отключается педаль акселератора и снижается частота вращения двигателя до минимальной частоты холостого хода, что уменьшает вероятность рывков ТС при переключении передач.

#### **1.5.2.1 ОТКАЗ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ПЕДАЛИ СЦЕПЛЕНИЯ**

Отказ датчика положения педали сцепления и диагностика его неисправности аналогичны датчику положения педали тормоза, см. п. 1.5.1.1.

### **1.5.3 КНОПКА МОТОРНОГО ТОРМОЗА**

Моторный тормоз – это вспомогательная тормозная система, ограничивающая скорость движения автомобиля на длительных спусках. Выполняется она не зависимой от рабочей тормозной системы и в конечном итоге увеличивает срок службы тормозных накладок, так как отсутствует их износ и разогрев.

В качестве тормоза-замедлителя на каждом ТС можно использовать двигатель, работающий как воздушный компрессор (торможение двигателем). Для этого водитель, не отключая сцепление, убирает ногу с педали акселератора, переводя работу двигателя на режим холостого хода. Эффективность торможения двигателем, увеличивается при включении низших передач в трансмиссии. Однако создаваемый тормозной момент в этом случае небольшой и не обеспечивает необходимого замедления ТС, особенно автомобиля большой массы.

Для увеличения эффективности торможения двигателем устанавливают моторный (горный) тормоз, представляющий собой дополнительные устройства для уменьшения подачи топлива и поворота заслонки в выпускном трубопроводе, создающей дополнительное сопротивление. После перекрытия выпускного трубопровода заслонкой моторного тормоза движению поршня двигателя, стремящегося вытолкнуть отработавшие газы через выпускной трубопровод на такте выпуска, создается сопротивление. При этом происходит сжатие ОГ. Вследствие этого сопротивления перемещению поршня происходит замедление вращения коленчатого вала, и, следовательно, передача от него через трансмиссию тормозного момента к ведущим колесам ТС.

Управление моторным тормозом осуществляется кнопкой, которая может быть нормально замкнутой или нормально разомкнутой.

При нажатии на кнопку в ЭБУ подается сигнал о включении моторного тормоза и включается электромагнитный клапан управления заслонкой моторного тормоза. В результате деактивируется педаль акселератора, снижается частота вращения двигателя до минимальной частоты холостого хода и закрывается заслонка моторного тормоза в системе выпуска ОГ.

### 1.5.3.1 ОТКАЗ КНОПКИ МОТОРНОГО ТОРМОЗА

При отказе кнопки моторного тормоза сигнал о возникшей ошибке на диагностическую лампу от ЭБУ не подается. Также отсутствует лампа на панели приборов, сигнализирующая о включении моторного тормоза. При отказе кнопки двигатель не реагирует на педаль акселератора, и частота вращения коленчатого вала устанавливается равной минимальной частоте холостого хода.

Причиной неисправности **нормально замкнутой кнопки** моторного тормоза является отсутствие контакта. При потере контакта (заклинивание кнопки в нажатом состоянии, окисление контактов, обрыв провода) включается моторный тормоз, и двигатель работает с ограниченной частотой вращения коленчатого вала равной минимальной частоте.

Причиной неисправности **нормально разомкнутой кнопки** моторного тормоза является наличие постоянного контакта (заклинивание кнопки в нажатом состоянии). Если снять провод хотя бы с одного контакта кнопки, то моторный тормоз отключится, и двигатель будет работать без ограничения частоты вращения.

Восстановить контакт в кнопке в большинстве случаев удастся 2-3-х кратным нажатием на нее.

### ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ КНОПКИ

Для проверки работоспособности кнопки моторного тормоза необходимо увеличить частоту вращения до 1500 мин<sup>-1</sup> и нажать на нее. Не отпуская кнопку, нажать педаль акселератора. При исправной кнопке двигатель не будет реагировать на педаль акселератора.

Порядок диагностики моторного тормоза приведен в разделе «Перечень работ по диагностике» руководства по эксплуатации двигателей семейства ЯМЗ-530.

## 2 БОРТОВАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (БД СИСТЕМА)

### 2.1 НАЗНАЧЕНИЕ БД СИСТЕМЫ

Первоначально, в момент зарождения в США, система бортовой диагностики OBD II была совсем не сложной. Она относилась к датчику кислорода, системе рециркуляции отработавших газов (EGR), системе подачи топлива и блоку управления двигателем в той части, которая касается превышения норм для выхлопных газов. Система не требовала единообразия от производителей. Каждый из них реализовывал собственную процедуру контроля выбросов отработавших газов и диагностики. Системы мониторинга отработавших газов не были эффективными, поскольку их создали как дополнение к автомобилям, уже находящимся в производстве. Это усложняло задачи автосервиса, так как приходилось иметь диагностические приборы, описания кодов и инструкции по ремонту для автомобилей каждого производителя.

Диагностика на основе OBD II - это не система управления двигателем, а набор правил и требований, которые должен соблюдать каждый производитель для того, чтобы система управления двигателем удовлетворяла федеральным нормам по составу отработавших газов.

Для нормирования экологических показателей ТС и двигателей Россия применяет специальный технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», который базируется на Правилах ООН. В других странах для этих же целей используется протокол OBD II или EOBD.

Основные требования к выбросам вредных веществ автомобилями и двигателями установлены в Правилах ООН №№ 49 (грузовые автомобили и автобусы) и 96 (дизели сельскохозяйственных и лесных тракторов, внедорожных транспортных средств). Указанные документы постоянно и весьма оперативно пересматриваются, дополняются и модернизируются.

С 03.02.2009 г. вступили в действие Правила ООН № 49-05 с 5 серией поправок, в которых, в первую очередь, отражены требования в отношении:

- бортовой диагностической системы;
- надежности в отношении экологических показателей;
- процедур и методов контроля установленных требований в эксплуатации.

В соответствии с этими документами, двигатели должны обеспечивать определенный уровень выбросов вредных веществ с ОГ, соответствующий экологическому классу. Данное требование также распространяется и на двигатели, находящиеся в эксплуатации. Таким образом, для подтверждения соответствия экологическим требованиям в процессе всего срока службы, обязательным является наличие бортовой диагностической системы (БД системы).

БД система должна информировать водителя о наличии неисправности, если превышены предельные значения выбросов. Требования БД системы установлены для ТС и двигателей, начиная с уровня Евро-4. Предельные значения выбросов для ТС и двигателей, превышение которых воспринимается как неисправность, составляют: NOx – 7 г/кВт·ч; частицы - 0,1 г/кВт·ч.

БД система должна индексировать основные функциональные неисправности каталитических нейтрализаторов.

Специальные меры предписаны в отношении защиты системы управления двигателем от неавторизованного вмешательства. В частности, компоненты электронного блока управления должны помещаться в защищенный корпус и защищаться специальными алгоритмами.

Особое внимание уделено контролю выбросов NOx, который должен осуществляться с помощью датчиков, установленных в системе выпуска отработавших газов. В соответствии с требованием Правил ООН № 49-05 B2 (G) превышение выбросов NOx более 3,5 г/кВт·ч по циклу испытаний ESC должно приводить к включению лампы ИС. Код неисправности и момент ее возникновения должны быть сохранены в памяти БД системы. Такие неисправности, как «неправильный» расход рециркулируемых отработавших газов в системе рециркуляции должны идентифицироваться БД системой в обязательном порядке.

В случае превышения предельного значения выбросов NOx 7 г/кВт·ч и эксплуатации транспортного средства с неисправностью в течение 36 часов БД система ограничивает крутящий момент двигателя до 75 - 60% максимального значения, в зависимости от категории транспортного средства. Кроме того, мониторингу подвергается целостность электрических контуров системы контроля выбросов, «наличие–отсутствие» элементов контроля выбросов (датчика кислорода, датчика дифференциального давления (расхода) рециркулируемых отработавших газов).

Основным элементом любой БД системы является электронный блок управления (ЭБУ) или бортовой процессор, чаще называемый электронным модулем управления (ЕСМ). ЭБУ является мозгом системы управления двигателем. Исходные данные, а также сигналы зарегистрированных отказов и нарушений поступают в ЭБУ от различных информационных датчиков и других электронных компонентов (выключателей, реле и т.д.). Коды зарегистрированных неисправностей фиксируются в памяти ЭБУ.

Кроме обработки, получаемых сигналов, в ЭБУ предусмотрена также функция самодиагностики с обратной связью, позволяющая минимизировать эффект ошибок входных и выходных сигналов ЭБУ.

Главное отличие самодиагностики БД системы от всех других - это жёсткая ориентация на токсичность, являющуюся неотъемлемой составляющей эксплуатации любого ТС.

Поскольку не все системы ТС и не все неисправности двигателя имеют прямое влияние на токсичность, то это сужает сферу действия БД системы. Но, с другой стороны, самым сложным и самым важным устройством ТС был и остаётся двигатель.

Поэтому в большинстве случаев использование стандартов БД системы связано с диагностикой двигателя (реже коробки передач). Вторым важным отличием стандартов является унификация. Стандартный диагностический разъем, унифицированные протоколы обмена, единая система обозначения кодов неисправностей, единая идеология самодиагностики и многое другое. Для производителей диагностического оборудования такая унификация позволяет создавать недорогие универсальные приборы, для специалистов - резко сократить затраты на приобретение оборудования и информации, отработать типовые процедуры диагностирования, универсальные для любых ТС.

Очень важным достижением БД системы является разработка единой идеологии самодиагностики. На блок управления возлагается целый ряд специальных функций, обеспечивающих тщательный контроль функционирования всех систем силового агрегата.

Это и отражает документ SAE J1979, определяющий диагностические режимы, которые должны поддерживаться как блоком управления двигателем, так и диагностическим оборудованием. Вот как выглядит список этих режимов:

- параметры в реальном времени;
- «сохраненный стоп-кадр параметров»;
- мониторинг для непостоянно тестируемых систем;
- результаты мониторинга для постоянно тестируемых систем;
- управление исполнительными компонентами ТС;
- считывание кодов неисправностей;
- стирание кодов неисправностей, сброс статуса мониторов;
- мониторинг датчика кислорода.

Срок эксплуатации БД системы Westport WP-580, применяемой на двигателях семейства ЯМЗ-530 CNG, равен сроку эксплуатации транспортного средства.

БД система должна быть работоспособна:

- при всех температурах окружающего воздуха от минус 7°C до плюс 35°C;
- на всех высотах ниже 1600 м над уровнем моря;
- при температурах охлаждающей жидкости двигателя от 70°C до 100°C.

## 2.2 ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ БД СИСТЕМЫ

БД система используется для решения следующих задач:

**1. Определение и идентификация неполадок при работе ЭСУД и двигателя, которые способны привести к следующим последствиям:**

- Превышение оптимальной токсичности отработавших газов. Это требование к бортовой диагностике является действительным для всех систем управления двигателем, которые обеспечивают выполнение токсичных норм «Евро-3» и выше.
- Ухудшение параметров двигателя (к примеру, уменьшение мощности и крутящего момента, снижение ходовых качеств, увеличение расхода топлива).
- Выход из строя двигателя или компонентов системы управления. Например, это может быть выход из строя каталитического нейтрализатора при возникновении пропусков воспламенения.

**2. Получение информации о неисправностях при помощи сигналов диагностической лампы.**

Когда загорается диагностическая лампа, это не значит, что водитель должен немедленно прекратить работу ТС. Это просто предупреждение о том, что в ЭСУД присутствует неисправность, но ТС при этом может продолжить самостоятельное движение в аварийном режиме. Задачей водителя в данном случае будет как можно скорее доставить ТС к специалистам по техническому обслуживанию. Мигание диагностической лампы сообщает об обнаружении серьезных неисправностей, которые могут привести к серьезным повреждениям ЭСУД (например, такая неисправность, как пропуск воспламенения).

**3. Сохранение данных об обнаруженной неисправности**

При обнаружении той или иной неполадки в память ошибок ЭБУ вносится следующая информация:

- Код ошибки в соответствии с международной классификацией.
- Статус-флаги или просто признаки, которые характеризуют состояние неисправности во время считывания информации при помощи прибора диагностики.
- Стоп-кадр, показывающий значения наиболее значимых для системы параметров при фиксации ошибки.

Коды ошибок и дополнительная информация, которая сопутствует им при обнаружении неисправности, существенно облегчают специалистам их поиск и устранение.

#### **4. Активирование аварийных режимов при работе ЭСУД**

Во время обнаружения неисправности, чтобы обеспечить нормальные ходовые качества, предотвратить превышение значений токсичности, а так же предотвратить неисправности прочих составляющих ЭСУД, система запускает аварийный режим работы. Суть такого режима заключается в том, что при появлении неисправностей цепи одного из датчиков ЭБУ применяет для расчётов замещающие значения, которые значатся в памяти ЭБУ, не беря во внимание реальные сигналы датчика. Аварийный режим позволяет доставить ТС до сервисных служб. Бывает и такое, что водитель даже не подозревает о переходе ТС в аварийный режим работы.

#### **5. Обеспечение взаимодействия с оборудованием для диагностики**

О наличии неисправностей в БД системе сообщает загорание диагностической лампы. После этого БД система дает возможность считать информацию, которая находится в памяти ЭБУ, при использовании специально предназначенного оборудования. Для этой цели в ЭСУД сделан последовательный канал для передачи информации, который состоит из ЭБУ, исполняющего задачи приёмопередатчика, и стандартизированной диагностической колодки, необходимой для подключения оборудования для диагностики. Чтобы передавать информацию, применяются стандартизированные протоколы. Используя диагностическое оборудование, специалисты служб сервисов считывают из памяти ЭБУ данные о системе, обнаруженных ошибках, выполняют серию тестов проверки, управляя с этой целью исполнительными механизмами.

#### **6. Увеличение скорости нахождения неполадок ЭСУД и двигателя**

БД система может идентифицировать почти сотню неполадок ЭСУД. Каждая неисправность имеет свой код в соответствии с международной классификацией (стандарт SAE J1939), см. приложение Д. При этом код ошибки однозначно показывает, какой сигнал компонента ЭСУД считается ложным, однако причину случившейся неисправности не определяет: это может быть и обрыв или же короткое замыкание цепей, и выход из строя самого ЭБУ, и неисправность датчика. Некоторые коды указывают на неисправности не в одном из датчиков, а в целой подсистеме ЭСУД. Такие коды возникают по причине неравномерного вращения коленчатого вала, которое вызывают механические неисправности (к примеру, в одном из цилиндров понизилась компрессия), или неисправность электрических компонентов ЭСУД. Случаются неисправности, коды ошибок по которым не фиксируются совсем, влияющие на ходовые качества. В любом из трёх случаев для определения точной причины неисправности необходимо провести серию проверок с использованием оборудования диагностики. Правильное использование всего объёма полученной от системы информации позволяет максимально уменьшить время на поиски неисправностей.

## **2.3 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, КОНТРОЛИРУЕМЫХ БД СИСТЕМОЙ**

Ниже приведен перечень компонентов ЭСУД, контролируемых БД системой. Устройство, расположение, контролируемые параметры и схема подключения компонентов приведены в соответствующих разделах данной инструкции, ссылка на которые приведена после названия компонента.

### **2.3.1 СИСТЕМЫ И КОМПОНЕНТЫ ДВИГАТЕЛЯ**

- Датчик давления и температуры наддувочного воздуха. Контролирует параметры воздуха, поступающего во впускной коллектор, до смешивания с рециркулирующими отработавшими газами, см. п. 1.4.5.
- Датчик температуры воздуха. Контролирует температуру смеси во впускном коллекторе после смешивания наддувочного воздуха с рециркулирующими отработавшими газами, см. п. 1.4.18.
- Датчик атмосферного давления. Контролируется атмосферное давление ЭБУ, см. п. 1.2.
- Датчик температуры окружающего воздуха. п. 1.4.19.
- Датчик давления воздуха, см. п. 1.4.20.
- Датчик давления и температуры масла, см. п. 1.4.6.
- Датчик температуры охлаждающей жидкости, см. п. 1.4.7.
- Датчик положения дроссельной заслонки, см. п. 1.4.22.
- Датчик положения педали акселератора, см. п. 1.4.23.
- Система наддува.
- Охладитель наддувочного воздуха (ОНВ).
- Часы ЭБУ
- Электронный блок управления двигателем.
- Клапан управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР, см. п. 1.4.15.
- Клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР, см. п. 1.4.21.

## 2.3.2 ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА

- Датчик частоты вращения коленчатого вала, см. п. 1.4.4.2.
- Датчик частоты вращения распределительного вала (датчик фазы), см. п. 1.4.4.3.
- Регулятор давления с датчиком давления, см. п. 1.4.8.
- Датчик температуры и давления газа в рампе, см. п. 1.4.9.
- Форсунка, см. п. 1.4.10. Контролирует время активации электромагнитного клапана, цикловую подачу.
- Катушка зажигания, см. 1.4.11.
- Датчик детонации, см. п. 1.4.12.

## 2.3.3 СИСТЕМА ОГРАНИЧЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА

- Датчик положения заслонки рециркуляции ОГ, см. п. 1.4.13.1.
- Клапан заслонки EGR (пропорциональный), см. п. 1.4.13.2.
- Радиатор отработавших газов.
- Датчик давления и температуры наддувочного воздуха, установленный на впуске до смешивания с рециркулирующими отработавшими газами, см. п. 1.4.5.
  - Датчик температуры воздуха (смеси), установленный на впуске после смешивания с рециркулирующими отработавшими газами. Используется для контроля эффективности радиатора отработавших газов, см. п. 1.4.18.
  - Датчик дифференциального давления ОГ системы РОГ, см. п. 1.4.14
  - Датчик температуры отработавших газов, см. п. 1.4.16.

## 2.3.4 СИСТЕМА ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ «ТВЕРДЫХ» ЧАСТИЦ

- Каталитический нейтрализатор.
- Датчики кислорода, см. п. 1.4.17.

## 2.4 ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ БД СИСТЕМЫ

БД система производит мониторинг систем двигателя, нарушение работы которых приводит к увеличению выбросов вредных веществ с отработавшими газами.

Код неисправности сохраняется для каждой зафиксированной и подтвержденной неисправности, при этом активизируется лампа ИС (MIL). Код неисправности однозначно определяет неисправную систему, либо компонент двигателя.

Система БД отвечает функциональным требованиям, приведенным в ISO 15031.

### 2.4.1 КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА

На двигателях экологического уровня Евро-5 производства ПАО «Автодизель» для снижения выбросов оксидов азота применяется система рециркуляции отработавших газов (РОГ). Для контроля работоспособности системы РОГ (соответствие действительного положения заслонки заданному) используется датчик положения заслонки EGR. Контролируемые параметры: отклонение положения заслонки РОГ от заданного положения, целостность электрической цепи.

Для контроля эффективности радиатора ОГ применяется датчик температуры воздуха (смеси наддувочного воздуха и рециркулирующих газов). Контролируемый параметр: температура смеси.

Для распознавания ситуаций, связанных с блокировкой потока рециркулируемых газов (например, в случае замены системы РОГ на поддельную), используется величина разности температур наддувочного воздуха до и после смешивания с рециркулируемыми газами. Контролируемые параметры: температура наддувочного воздуха (до смешивания с рециркулируемыми газами) и температура смеси (после смешивания).

БД система контролирует систему РОГ на предмет серьезного функционального несрабатывания, которое включает в себя:

- полный демонтаж системы или ее замену на фальшивую систему;
- неисправность клапана заслонки РОГ (пропорциональный клапан);
- неисправность датчика положения заслонки РОГ;
- неисправность датчика температуры воздуха;
- неисправность датчика давления и температуры наддувочного воздуха;
- недостаточная эффективность радиатора отработавших газов.

Если сбой фиксируется, его код сохраняется с указанием точной причины сбоя. В случае неисправностей, касающихся превышения выбросов оксидов азота, БД система удовлетворяет требованиям регулирующего документа, касающихся нестираемых кодов сбоя и ограничителей крутящего момента.

## **2.4.2 КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ВРЕДНЫХ ЧАСТИЦ**

На двигателях экологического уровня Евро-5 производства ПАО «Автодизель» для нейтрализации вредных частиц применяется каталитический нейтрализатор. Для контроля работоспособности каталитического нейтрализатора используются датчики кислорода.

Блок управления двигателя сравнивает значения напряжения на датчиках кислорода, установленных на входе и выходе нейтрализатора, и вычисляет соотношение, по которому оценивается его эффективность работы. Если это соотношение выходит за пределы заданного диапазона, система управления двигателя определяет наличие неисправности каталитического нейтрализатора, а в памяти неисправностей регистрируется соответствующий код.

БД система контролирует систему ограничения выбросов вредных частиц на предмет серьезного функционального несрабатывания, что, в свою очередь, включает:

- удаление каталитического нейтрализатора;
- засорение каталитического нейтрализатора;
- неисправность датчиков кислорода.

## **2.4.3 КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ**

БД система контролирует электронные компоненты на предмет обрыва электрических цепей, оценивает работоспособность отдельных компонентов и систему топливоподачи в целом.

## **2.4.4 АЛГОРИТМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА**

Контроль выбросов NOx с отработавшими газами двигателя осуществляется косвенным путем посредством мониторинга компонентов системы РОГ. Так в случае отклонения регулируемого параметра (положение штока заслонки) от заданного значения свыше установленного предела, диагностируется ошибка, связанная с превышением выбросов NOx.

Снижение эффективности радиатора отработавших газов и/или ОНВ также приводит к увеличению выбросов NOx с ОГ, поэтому программный мониторинг, реализованный в программном обеспечении ЭБУ, включает и слежение за температурой наддувочного воздуха. При превышении предельного значения температуры (соответствующего величине вредных выбросов NOx с ОГ больше порогового значения, указанного в требованиях к БД системе), диагностируется ошибка.

Прочие неисправности, приводящие к блокировке потока рециркулируемых газов, определяются путем контроля перепада температур между датчиками наддувочного воздуха до и после смешивания с рециркулируемыми газами.

Уровень выбросов, соответствующий определенной неисправности, соотносится с выбросами оксидов азота по испытательному циклу (ESC) с целью определения момента превышения порогового значения удельных выбросов для БД системы.

## **2.5 ОГРАНИЧИТЕЛЬ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА**

### **2.5.1 ПОРЯДОК ПРИВЕДЕНИЯ В ДЕЙСТВИЕ ОГРАНИЧИТЕЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА**

БД система активирует ограничитель крутящего момента после выявления следующих неисправностей:

- любая неисправность, которая привела бы к превышению оксидов азота более 7 г/кВт·ч при измерении по циклу ESC;
- любая неисправность любого компонента, используемого для обеспечения работоспособности системы контроля оксидов азота (например, система РОГ).

БД система должна вводить в действие ограничитель момента, если следующие неисправности сохраняются в течение 36 часов:

- любая неисправность любого компонента, используемого для проверки системы контроля оксидов азота;
- любая неисправность, которая привела бы к превышению предела оксидов азота, равного 3,5 г/кВт·ч при измерении по циклу ESC.

Если БД система определила необходимость ввода в действие ограничителя крутящего момента, последний должен быть задействован, когда скорость ТС равна нулю.

Ограничитель крутящего момента должен быть отключен, когда условий его активации больше не существует и двигатель работает на холостом ходу.

### **2.5.2 ОПИСАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ВНЕШНЕЙ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ**

Если ограничитель крутящего момента введен в действие, то крутящий момент двигателя не должен превышать следующих величин (в соответствии с текстом Правил ООН № 49 рев. 5:

а) 60% от максимального крутящего момента двигателя для транспортных средств категорий N3 > 16 тонн, M1 > 7,5 тонн, M3/III и M3/B > 7,5 тонн<sup>1</sup>;

б) 75% от максимального крутящего момента двигателя для транспортных средств категорий N1, N2, N3 ≤ 16 тонн, 3,5 < M1 ≤ 7,5 тонн, M2, M3/I, M3/II, M3/A и M3/B ≤ 7,5 тонн.

Ограничителем крутящего момента не оснащаются двигатели или транспортные средства, предназначенные для использования вооруженными силами, аварийно-спасательными службами, противопожарными службами и службами скорой медицинской помощи. Отключение функции ограничения мощности производится только изготовителем двигателя или ТС, причем для целей надлежащей идентификации в рамках семейства двигателей предусматривается особый тип двигателя.

## 2.6 ЛАМПА ИНДИКАТОРА СБОЯ (ИС) В БД СИСТЕМЕ

Лампа индикатора сбоев (ИС или МПЛ – Malfunction Indicator Lamp) устанавливается производителем ТС на приборную панель. Лампа ИС информирует водителя о неисправности того или иного компонента БД системы, связанной с выбросами.

Критерий для активации лампы ИС фиксированное количество ездовых циклов. Ездовой цикл - это процесс, при котором холодный двигатель запускается и работает до достижения нормальной рабочей температуры при движении ТС и останавливается.

В течение этого цикла должны быть выполнены все тестовые процедуры, относящиеся к выхлопным газам. Различные автомобили имеют двигатели разного размера, и поэтому ездовые циклы для них могут несколько различаться. Как правило, если проблема возникает в течение трех циклов, то лампа ИС должна загораться. Если же три ездовых цикла не выявляют неисправности, лампа гаснет.

## 2.7 МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НАРУШЕНИЙ В РАБОТЕ ИЛИ ПЕРЕПРОГРАММИРОВАНИЮ ЭБУ ДВИГАТЕЛЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЮ ЛЮБЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ

ЭБУ имеет защиту от несанкционированных изменений программного обеспечения. Чипы памяти выполнены в запечатанных корпусах, защищены электронными алгоритмами и не могут быть заменены без специализированных инструментов и процедур.

---

<sup>1</sup> Категории ТС: М – ТС, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки пассажиров;  
N - ТС, используемые для перевозки грузов – автомобили грузовые и их шасси.  
Цифра, 16 тонн, указывает технически допустимую максимальную массу ТС.

## 3 ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

Система диагностики ЭСУД выполняет следующие задачи:

- тестирование и определение неисправных компонентов системы;
- хранение кодов обнаруженных неисправностей и параметров двигателя;
- взаимодействие с диагностическими приборами (передача сохраненной информации).

Чтение идентификационных данных (версия программного обеспечения, версия калибровочных данных, модель двигателя и т.д.) и кодов неисправностей с помощью диагностических приборов является основной частью работ по поиску неисправностей ЭСУД как владельцем ТС, так и СЦ.

### 3.1 САМОКОНТРОЛЬ ЭСУД ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТС

#### 3.1.1 САМОДИАГНОСТИКА ЭСУД

Главным компонентом БД системы является ЭБУ. Он постоянно держит под контролем сигналы любых датчиков системы управления, и некоторые важные для двигателя параметры. Эти сигналы сравниваются с контрольными значениями, хранящимися в памяти ЭБУ. Если значения сигнала выходят за пределы контрольных значений, ЭБУ определяет это состояние как неисправность, формирует его и записывает в память ошибок, запускает алгоритм управления диагностической лампой и обеспечивает запуск аварийного режима работы ЭСУД.

Функционировать БД система начинает при активации зажигания и прекращает при его выключении. Момент запуска того или другого алгоритма диагностики, и, конечно, его работа могут быть ограничены определёнными режимами работы двигателя.

Диагностические алгоритмы, которые заложены в ЭБУ, разделяются на три группы:

##### 1. Диагностика датчиков ЭСУД.

Датчики контролируются на замыкание сигнальной цепи, обрыв, источник питания. Существуют датчики, в которых реализована проверка выходного сигнала на его достоверность. В таких случаях ЭБУ отслеживает, чтобы информация сигнала датчика была в ожидаемом допустимом диапазоне.

##### 2. Диагностика исполнительных механизмов.

Диагностика исполнительных механизмов контролируются так же, как и первая группа алгоритмов.

##### 3. Функциональная диагностика.

В ЭСУД существуют следующие подсистемы:

- зажигания;
- топливоподачи;
- нейтрализации отработавших газов.

Каждая из вышеперечисленных подсистем выполняет свою конкретную задачу. К любой из них предъявляются определённые требования допустимых отклонений от средних значений её параметров. В этих случаях бортовая диагностика отслеживает величины уже не отдельно взятых датчиков и исполнительных механизмов, а целую группу параметров, которые показывают работу всей подсистемы. К примеру, о качестве действий подсистемы зажигания можно судить по наличию пропусков воспламенения в камере сгорания двигателя. Адаптационные параметры подачи топлива показывают данные о значениях состояния подсистемы топливоподачи.

Функциональная диагностика показывает качество работы всех подсистем в целом.

#### 3.1.1.1 КОНТРОЛЬ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ

Состояния датчиков и жгутов проводов, идущих к блоку управления, контролируются посредством анализа входных сигналов. С помощью данного мониторинга определяются неисправности датчиков, короткие замыкания в цепях питания от аккумуляторной батареи (напряжение  $U_{\text{Bat}}$ ), короткие замыкания на «массу», а также обрывы цепей. Для этого используются следующие методы:

- контроль напряжения питания датчиков;
- проверка измеряемых величин на допустимые значения (например, температура охлаждающей жидкости должна быть между минус 40°C и плюс 140°C, напряжение 0,5 ... 4,5 В);
- при наличии дополнительной информации, проверка достоверности регистрируемых величин (например, сравнение частоты вращения коленчатого и распределительного валов);
- резервирование критичных компонентов (например, датчики положения педали акселератора дублируются). Это позволяет выполнять прямое сравнение сигналов датчиков непосредственно друг с другом.

#### 3.1.1.2 КОНТРОЛЬ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ

Контроль исполнительных механизмов и устройств осуществляется через выходные цепи электронного блока управления. В процессе мониторинга выявляются не только неисправности самих устройств, но и определяются короткие замыкания и обрывы в соединительных линиях. Для этого используются следующие методы:

- аппаратный контроль контуров выходных сигналов оконечных каскадов блока управления, которые проверяются на короткие замыкания или на обрывы проводников;
- проверка системных действий исполнительных механизмов на достоверность. Состояние исполнительных устройств системы (например, клапана системы РОГ) контролируется косвенным способом (например, по реакциям системы) и частично при помощи датчиков положения (например, датчика положения заслонки EGR).

### 3.1.1.3 КОНТРОЛЬ ВНУТРЕННИХ ФУНКЦИЙ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

Для обеспечения правильной работы двигателя в ЭБУ заложены функции аппаратного и программного контроля.

В процессе мониторинга выполняется проверка состояния всех компонентов блока управления (микропроцессора, стираемого программируемого постоянного запоминающего устройства - EEPROM, оперативного запоминающего устройства - ОЗУ или RAM).

Многие проверки проводятся сразу после поворота ключа, установленного в замок включения приборов и стартера, в фиксируемое положение «I» (приборы включены), а затем выполняются с регулярными интервалами во время работы с целью оперативного выявления выхода из строя любого конструктивного элемента. Процессы, требующие большого объема вычислений (например, проверка модуля памяти EPROM), не могут выполняться во время эксплуатации ТС, поэтому проводятся после останова двигателя. Это позволяет избежать их влияния на выполнение функции других компонентов электронной системы управления двигателем.

### 3.1.1.4 КОНТРОЛЬ СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОННЫМИ БЛОКАМИ УПРАВЛЕНИЯ ТС

Связь между различными электронными блоками управления ТС осуществляется по шине CAN, которая обеспечивает высокую надежность передачи информации. Большинство сообщений передается по шине CAN через регулярные промежутки времени, поэтому ЭБУ определяет отказы шины CAN посредством контроля этих промежутков.

## 3.2 УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЯВЛЕНИИ НЕИСПРАВНОСТИ

Диагностические коды неисправностей регистрируются в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) электронного блока управления и выводятся на комбинацию приборов, устанавливаемую заводом-изготовителем ТС на панель приборов.

Индикация неисправностей в комбинации приборов обеспечивается с помощью световых сигнализаторов и монитора параметров. Например, на автобусы ПАЗ устанавливается комбинация приборов ПАЗ 71.3801-01 (КП ПАЗ) производства ОАО «ЭЛАРА» г. Чебоксары. Она работает в двух режимах: основном – на монитор выводятся параметры для контроля работы двигателя и дополнительном, который включает в себя режим «Диагностика», предназначенный для вывода на монитор диагностических (коды ошибок) и предупреждающих сообщений. Переход в данный режим осуществляется нажатием управляющей кнопки, при условии, что включен стояночный тормоз (подробнее см. п. 3.3 Режим «Диагностика» АДИГ.453895.010-02 РЭ, которое прикладывается к РЭ ТС).

При обнаружении отклонений в работе двигателя на приборной панели транспортного средства загорается диагностическая лампа ИС, свидетельствующая об **активной** (неустраненной) ошибке. Некоторые ТС дополнительно оснащаются контрольно-диагностическими приборами, позволяющими считывать диагностические коды непосредственно на монитор. Порядок просмотра диагностических кодов с помощью таких устройств приводится в соответствующем Руководстве, прикладываемом заводом-изготовителем ТС.

Активные коды отражают неисправности, присутствующие в ЭСУД в данный момент. Эти неисправности следует определять и устранять в первую очередь.

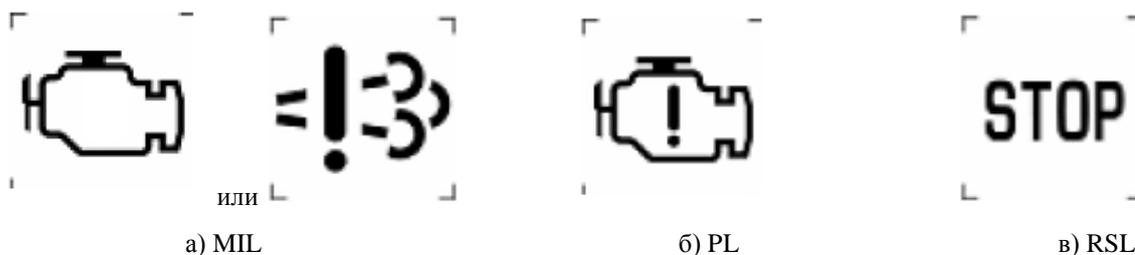
После регистрации диагностических кодов в памяти ЭБУ, соответствующие им неисправности могут оказаться уже устраненными. Такие коды не указывают на необходимость выполнения ремонта и являются **неактивными** (диагностическая лампа не горит).

Коды сигнализируют о том, что в ЭСУД присутствует неисправность, и примерно указывают на ее характер. Коды облегчают поиск и устранение неисправностей.

Коды, зарегистрированные в памяти ЭБУ, после устранения неисправностей следует удалить.

### 3.2.1 ЛАМПЫ ИНДИКАЦИИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

В комбинации приборов ТС, в соответствии с требованиями фирмы Westport, установлены четыре лампы индикации неисправностей, обозначение которых в зависимости от изготовителя приборной панели могут несколько отличаться. Примерное обозначение трех ламп из четырех (кроме лампы AWL) приведено на рисунке 60.



**Рисунок 60** - Диагностические лампы индикации неисправностей

Когда система управления двигателем обнаруживает возникновение неисправностей, связанных с обеспечением норм выбросов ОГ, на приборном щитке ТС включается лампа **MIL** – Malfunction Indicator Lamp или лампа индикатора сбоев (**ИС**), называемая также «**Ошибка системы нейтрализации отработавших газов (ЕОВД)**», янтарного (оранжевого) цвета, рисунок 60а. Эта лампа горит только при наличии активных кодов неисправностей.

В случае возникновения неисправностей, связанных с отклонением параметров работы двигателя от заданных значений (например, температура ОЖ превышает заданное значение), включается лампа **PL** - Engine Protect Lamp или лампа «**Неисправность двигателя**» янтарного (оранжевого) цвета, рисунок 60б.

При возникновении неисправностей, связанных с системами ТС (например, ошибки подключения датчиков двигателя) и не требующих немедленной остановки ТС, включается лампа **AWL** - Amber Warning Lamp или лампа «**Предупреждение о неисправности**» янтарного цвета, на рисунке 60 не показана. Лампа **AWL** может дублировать лампу **PL**.

При возникновении серьезных неисправностей, которые имеют достаточно тяжелые последствия, включается лампа **RSL** - Red Stop Lamp или лампа «**Движение запрещено**» красного цвета, рисунок 60в.

#### **Лампа MIL или лампа ИС.**

Если загорается лампа **MIL**, не стоит впадать в панику! Индикатор лишь информирует водителя о неисправности того или иного компонента ЭСУД, вызвавшего превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в ОГ.

Для проверки функционирования лампы **ИС**, следует включить зажигание (когда на приборном щитке загораются все индикаторы). В этот момент проводится диагностика ЭСУД. При исправной системе ЭСУД лампа по истечении периода диагностики должна погаснуть (через 2-30 с). При пуске двигателя и отсутствии в нем неисправностей лампа также должна погаснуть. В случае, если лампа **ИС** не гаснет, в системе присутствуют неисправности (активные ошибки).

**ВНИМАНИЕ!** ЕСЛИ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЛАМПА ГОРИТ И НЕ ГАСНЕТ, ТО В ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИМЕЕТСЯ НЕИСПРАВНОСТЬ, КОТОРУЮ НЕОБХОДИМО УСТРАНИТЬ

Лампа **ИС** не обязательно загорается при первом появлении неисправности. Срабатывание этого индикатора зависит от того, насколько серьезна неисправность. Если она считается серьезной и ее устранение не терпит отлагательств, лампочка загорается немедленно. Такая неисправность относится к разряду активных. В случае если устранение неисправности может быть отложено, индикатор не горит и неисправности присваивается сохраняемый статус (неактивная). Для того чтобы такая неисправность стала активной, она должна проявиться в течение нескольких ездовых циклов. Ездовой цикл это процесс, при котором холодный двигатель запускается и работает до достижения нормальной рабочей температуры при движении ТС и останавливается.

В соответствии с требованиями Правил ООН № 49-05, индикатор **MIL** должен загораться не позднее, чем по окончании третьего цикла движения после обнаружения неисправности.

В течение этого цикла должны быть выполнены все тестовые процедуры, относящиеся к выхлопным газам.

После устранения неисправности (например, после восстановления ослабевшего контакта), ошибке присваивается статус неактивной, при этом информация по данной ошибке остается записанной в памяти ЭБУ. Продолжительность хранения ошибки зависит от её класса. Лампа **ИС** гаснет после трех циклов движения при отсутствующих неисправностях.

Перечень неисправностей в БД системе, коды ошибок и их расшифровка приведены в Таблице Д, см. приложение Д.

### **3.3 РЕГИСТРАЦИЯ КОДОВ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

ЭСУД обеспечивает возможность регистрации и хранения, возникающих неисправностей в электронной памяти ЭБУ.

### 3.3.1 ОБНАРУЖЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ ОШИБОК И НЕИСПРАВНОСТЕЙ

#### 3.3.1.1 ОБНАРУЖЕНИЕ ОШИБОК И НЕИСПРАВНОСТЕЙ

При возникновении неисправности, пока она не будет классифицирована, ЭСУД будет использовать последнее зарегистрированное значение. После классификации, если для данной неисправности предусмотрена определенная реакция двигателя (снижение частоты вращения, снижение крутящего момента, останов), начинается переход на аварийный режим работы.

Для большинства ошибок доступна функция распознавания восстановленного сигнала. Для этого необходимо, чтобы сигнал в течение определенного времени был определен, как исправный.

#### 3.3.1.2 СОХРАНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О НЕИСПРАВНОСТЯХ

Все неисправности записываются в энергонезависимой области памяти ЭБУ в виде кодов ошибок. К неисправностям можно отнести короткое замыкание, обрыв цепи, недостоверность сигнала, выход за пределы допустимого диапазона.

Кроме того, каждая запись кода неисправности сопровождается записью дополнительной информации: статус ошибки (активная или неактивная); счетчик, показывающий количество появлений данной ошибки; Freeze Frame или «стоп-кадр», содержащий условия эксплуатации и параметры окружающей среды на момент возникновения неисправности (например, частота вращения коленчатого вала двигателя, температура охлаждающей жидкости и т.д.).

После записи ошибки диагностика продолжается. Если в дальнейшем ошибка больше не возникает (единичная ошибка), то после выполнения определенных условий она удаляется из памяти ошибок.

#### 3.3.1.3 ФУНКЦИИ В АВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ (LIMP HOME)

При возникновении неисправности, в дополнение к использованию фиксированных значений определенных параметров, ЭСУД может быть переведена в аварийный режим работы (например, режим ограничения мощности или частоты вращения коленчатого вала двигателя). Данные действия служат для:

- обеспечения безопасности движения;
- предотвращения последующих повреждений двигателя и систем ТС;
- снижения вредных выбросов ОГ.

#### 3.3.1.4 СЧИТЫВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ОШИБОК

В память ЭБУ записываются диагностические коды двух типов: активные и неактивные.

Зарегистрированные диагностические коды (ошибки) можно извлекать из памяти ЭБУ с помощью монитора, установленного в комбинацию приборов ТС (см. п. 3.2), а также с помощью внешних диагностических сканеров (см. п. 3.4.1), подключенных к колодке диагностического разъема OBD-II, рисунок 3. После считывания ошибок из памяти ЭБУ при помощи диагностических сканеров и их исправления на СЦ, они удаляются из памяти. Удаляются только неактивные (устраненные) ошибки.

**ВНИМАНИЕ! ПЕРЕД УДАЛЕНИЕМ ОШИБОК СОХРАНИТЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННУЮ И ДИАГНОСТИЧЕСКУЮ ИНФОРМАЦИЮ, СЧИТАННУЮ ИЗ ПАМЯТИ ЭБУ. ОТСУТСТВИЕ ЭТИХ ДАННЫХ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К СНЯТИЮ ДВИГАТЕЛЯ С ГАРАНТИИ**

### 3.3.2 РАБОТА ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НАЛИЧИИ АКТИВНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОДОВ

При обнаружении неисправности записывается сообщение о ней в виде кода неисправности. Если в ходе эксплуатации двигателя загорается диагностическая лампа, то это означает, что система выявила ситуацию, выходящую за пределы, предусмотренные техническими характеристиками. Для просмотра активных диагностических кодов используйте монитор в комбинации приборов ТС или диагностические сканеры.

В зависимости от серьезности неисправности, выявленной при диагностике ЭСУД, влияние её на работу двигателя может быть различной. При этом происходит следующее:

- частота вращения, крутящий момент двигателя не ограничиваются;
- ограничивается только крутящий момент двигателя без ограничения частоты вращения;
- ограничивается частота вращения и крутящий момент двигателя;
- двигатель останавливается и не пускается.

Эти меры направлены на обеспечение безопасности ТС, предотвращение дальнейших повреждений двигателя, сведение к минимуму вредных выбросов ОГ и позволяют добраться до СЦ своим ходом. Например, при перегреве двигателя по температуре ОЖ, масла или воздуха, ЭБУ ограничивает мощность двигателя, что продолжается до тех пор, пока неисправность не будет устранена.

Влияние отказов датчиков ЭСУД на работу двигателя приведено в разделе 1.4. Значение диагностических кодов и их влияние на работу двигателя приведено в таблице Д, см. приложение Д.

При появлении активных диагностических кодов необходимо при первой же возможности устранить их причины. После устранения всех причин появления активных кодов диагностическая лампа выключится.

### 3.3.3 РАБОТА ДВИГАТЕЛЯ С ПЕРИОДИЧЕСКИ ВОЗНИКАЮЩИМИ ДИАГНОСТИЧЕСКИМИ КОДАМИ

Если во время работы двигателя диагностическая лампа периодически начинает мигать, то это может указывать на периодически возникающие неисправности. Возникновение этой неисправности регистрируется в памяти ЭБУ.

В большинстве случаев при периодически возникающих диагностических кодах останавливать двигатель нет необходимости. Однако водитель должен зафиксировать все факторы, которые могли послужить причиной загорания диагностической лампы, обратив внимание на следующие признаки:

- Снижение мощности.
- Ограничение частоты вращения двигателя.
- Повышенное дымление и тому подобное.

Эта информация может оказаться полезной при поиске и устранении причины выявленных неисправностей в сервисном центре. Ее можно использовать также при выполнении сравнительного анализа появления диагностических кодов в будущем. Информация о диагностических кодах приведена в таблице Д, см. приложение Д.

## 3.4 КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

### 3.4.1 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ

Для считывания информации о неисправностях, записанной в память ЭБУ, используется канал обмена информацией с диагностическим оборудованием. После подключения к диагностической колодке диагностического тестера, между ним и ЭБУ начинается обмен по специально предназначенному для этого протоколу.

Термин «тестер» или «диагностическое оборудование» подразумевает персональный компьютер или специализированный прибор, оснащённый программой, которая нужна, чтобы проводить работы на двигателях с электронной системой управления в составе ТС. ЭБУ двигателей семейства ЯМЗ-530 CNG работают с диагностическим оборудованием согласно международному стандарту SAE J 1939.

Диагностический протокол обмена данными позволяет диагностическому оборудованию получить из ЭБУ:

#### 1. Информацию о двигателе или идентификационные данные.

К таким данным можно отнести номер и версию программного обеспечения ЭБУ, модель двигателя и др.

#### 2. Информацию, касающуюся значений основных параметров работы двигателя.

Тестер выводит на дисплей значения текущих параметров работы двигателя либо в физических величинах, либо в графиках временных изменений. В типовой набор включаются следующие параметры: температура охлаждающей жидкости, скорость вращения коленчатого вала, напряжение бортовой сети, положение дроссельной заслонки, масса воздуха, параметры для регулирования состава топливовоздушной смеси, и многие другие.

Кроме значений параметров, тестер получает от ЭБУ значения напряжения сигналов с датчиков. При анализе значений текущих параметров, выявить можно те неисправности в работе, которые игнорируются самодиагностикой. К примеру, сюда можно отнести значение температуры охлаждающей жидкости, которое на тестере показывает 30 градусов, а на панели приборов уже почти приблизилось к зоне красного цвета – это говорит о том, что датчики температуры работают неисправно. Или, когда педаль акселератора полностью отпущена, а значение положения дроссельной заслонки составляет пять процентов – это говорит о проблемах в механической части положения дросселя или о неисправности датчика положения дроссельной заслонки.

#### 3. Информацию о неисправностях в работе двигателя.

В разделе 3.3 говорилось, что память ошибок ЭБУ содержит следующую информацию: Freeze Frame или «стоп-кадр», код ошибки и статус-флаги. Рассмотрим эту информацию более подробно.

**Freeze Frame или «стоп-кадр».** Это замороженный или зафиксированный список значений параметров работы двигателя на момент возникновения неисправности. При использовании этого списка параметров можно определить, когда именно возникла неисправность. Это позволяет выяснить причину появления неисправности.

**Код ошибки.** Любая неисправность системы кодируется в соответствии с международным стандартом SAE J 1939 кодом SPN из 2-4 символов и FMI из 1-2 символов, например, SPN 3050 FMI 13.

**Статус-флаги.** Показывают дополнительную информацию об ошибке. Позволяют узнать постоянная она или непостоянная, активная или неактивная, влияет или нет на увеличение токсичности, ведёт или нет к зажиганию диагностической лампы. Некоторые ЭБУ способны дополнительно сообщать тестеру о том, сколько раз уже случались неисправности, время после того, как контроллер делает сброс и так до того, как будут достигнуты три значения параметров системы в тот момент, когда была фиксирована ошибка.

#### 4. Включить тесты, проверяющие исполнительные устройства.

При проведении диагностических работ, нередко возникает необходимость в том, чтобы проверить работоспособность исполнительных устройств. В таких случаях тестер подаёт команду на изменение состояния (то есть, включение или выключение) устройства.

Диагностика современных двигателей, как правило, выполняется с использованием компьютеризированного диагностического тестера. При диагностике оценивается состояние различных узлов и агрегатов двигателя по прямым и косвенным признакам. Сюда входят не только анализ ошибок, сохранённых в ЭБУ, но и анализ значений параметров, выдаваемых тем или иным датчиком.

Для диагностики ЭСУД, в качестве диагностических приборов, ПАО «Автодизель» одобрены: диагностический комплекс **Westport** производства компании Westport, Австралия, рисунок 61.

В состав комплекса **Westport** входят: адаптер ValueCan3, кабель OBD и чемоданчик.

Для диагностики двигателей семейства ЯМЗ-530 CNG с помощью диагностического комплекса **Westport** на ПК необходимо первоначально установить программное обеспечение YaMZ Service Tool разработки компании Westport, использующее протоколы J1939 и UDS. Для подключения ПК к CAN-шине используется кабель OBD и адаптер ValueCan3.

Диагностический комплекс позволяет:

- а) прочитать / сохранить / удалить коды неисправностей;
- б) прочитать / изменить некоторые параметры ECU;
- в) выбрать параметры ECU для тестов и сохранить результаты;
- г) перепрограммировать ECU;
- д) выполнить ряд сервисных функций.

При работе с тестером необходимо руководствоваться Руководством пользователя.



Рисунок 61 - Диагностический комплекс Westport

- диагностический комплекс **ДК-5** производства ООО «Электронная автоматика» г. Ярославль, рисунок 62.



Рисунок 62 – Диагностический кабель ДК-5 (слева) и переходник CAN-2 ДК-5.3724035 (справа)

В состав **ДК-5** входят:

- а) кабель-адаптер;
- б) руководство по эксплуатации и паспорт;
- в) диск с программным обеспечением, на котором размещаются:
  - дистрибутивы программ EDCDiags, EDCFlasher и PumpTune;
  - драйвер для операционной системы Windows;
  - руководство по эксплуатации ДК-5\_РЭ.pdf.

Для диагностики газовых двигателей ЯМЗ-5340 CNG, ЯМЗ-536 CNG, кроме **ДК-5**, необходимо дополнительно приобрести переходник CAN-2 **ДК-5.3724035**, рисунок 62.

Комплекс **ДК-5** от российского производителя является не дорогим и доступным. Программное обеспечение имеет русифицированный интерфейс.

Для диагностики двигателей семейства ЯМЗ с помощью диагностического комплекса **ДК-5** необходимо сначала на персональный компьютер установить, прикладываемые к комплексу, следующие программы: EDCDiags, PumpTune, EDCFlasher. Программа EDCDiags запускается для диагностики электронной системы управления двигателем, а EDCFlasher – для программирования ЭБУ. При работе с комплексом необходимо пользоваться Руководством по эксплуатации и Паспортом комплекса диагностического **ДК-5**.

Компьютер подключается непосредственно к диагностическому разъему ТС с помощью переходника CAN-2 **ДК-5.3724035** и диагностического кабеля **ДК-5**.

ДК-5 позволяет:

- а) считывать параметры системы управления;
- б) диагностировать ошибки;
- в) сохранять результаты мониторинга на диск ПК.

Программа EDCDiags постоянно обновляется. Последнюю версию можно скачать с сайта <http://eamotor.ru>. Там же, можно более подробно ознакомиться с описанием технических характеристик комплекса ДК-5 и приобрести переходник ДК-5.3724035.

### 3.4.2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- К проведению диагностики двигателей с электронным управлением допускается только квалифицированный технический персонал, прошедший специальный курс подготовки по обслуживанию данных систем.
- Перед началом проведения диагностики необходимо внимательно изучить настоящую инструкцию и руководство по эксплуатации соответствующей модели двигателя семейства ЯМЗ-530 CNG.
- В процессе проведения диагностики двигателей с электронным управлением необходимо использовать только соответствующее специальное диагностическое и измерительное оборудование.
- При использовании диагностического и измерительного оборудования необходимо выполнять инструкции предприятия-изготовителя этого оборудования.
- Отсоединение и подсоединение разъемов ЭБУ допускается проводить только при полностью отключенном питании (ключ **Выключателя приборов и стартера** должен находиться в положении «0», а «масса» выключена).
- Не допускается переполусовка (перепутывание полярности питания) контактов аккумуляторной батареи и электронного блока управления.
- Нельзя отсоединять от бортовой сети электронные и электрические системы при включенном ключе

**Выключателя приборов и стартера**. Во время переходного процесса может возникнуть скачок напряжения. Особенно это касается:

- зажимов аккумулятора;
- обмоток различных соленоидов и реле;
- форсунок;
- катушек зажигания;
- соединительных кабелей ЭБУ;
- ЭБУ.

• Провода от аккумуляторной батареи другого ТС подключаются только при выключенном ключе **Выключателя приборов и стартера**.

• Электросварочные работы на ТС проводятся только при отключенном ЭБУ и отключенной от «массы» аккумуляторной батареи.

• Для снятия статического заряда перед работой с каким-либо электронным устройством следует коснуться рукой с рабочим инструментом корпуса ТС.

• При измерениях в цепях датчиков следует использовать высокоомные цифровые приборы. Стрелочные приборы должны использоваться только там, где это оговорено.

• Контрольной лампой при диагностике цепей ЭБУ пользоваться нельзя, вместо нее применяются высокоомные логические пробники.

• Нельзя касаться рукой, незаземленным рабочим инструментом выводов ЭБУ: статический заряд человека может вывести его из строя.

• Если диагностику и устранение возникшей неисправности не удастся выполнить своими силами, необходимо ТС доставить на сервисный центр предприятия-изготовителя.

### 3.4.3 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Проводить компьютерную диагностику необходимо в следующем порядке:

1 Подключить диагностическое оборудование, рекомендованное в п. 3.4.1, с помощью кабеля-адаптера к колодке диагностического разъема OBD-II, рисунок 3, системы управления двигателем (см. схему электрическую ТС). При этом ключ **Выключателя приборов и стартера** должен находиться в положении «0» - питание выключено.

2 Установить ключ **Выключателя приборов и стартера** в положение «I» - приборы включены.

3 После установления связи между диагностическим оборудованием и блоком управления, на экране компьютера или тестера появится соответствующее сообщение. Блок управления распознается автоматически и далее, диагност, проводя определенные действия в соответствии с инструкцией по работе с диагностическим оборудованием, считывает действительные значения параметров, память ошибок и другие специфические данные.

4 Идентификационные данные блока управления по модели, исполнению и версии программного обеспечения должны соответствовать документации на блоки управления и на двигатель в сборе.

5 Сохранить идентификационную и диагностическую информацию, считанную из памяти ЭБУ. Отсутствие этих данных может привести к снятию двигателя с гарантии.

6 В случае выявления неисправностей в системе управления, их необходимо устранить при выключенном питании, т.е. ключ **Выключателя приборов и стартера** находится в положении «0». Подробнее см. п. 3.5.

7 После устранения неисправностей необходимо удалить все ошибки и провести повторную диагностику системы управления двигателем.

8 По окончании диагностики повернуть ключ **Выключателя приборов и стартера** в положение «0». Не ранее чем через 25 секунд выключить «массу» и отключить диагностическое оборудование.

### 3.4.4 КОДЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

При обнаружении отказа или нарушения нормального функционирования ЭСУД электронный блок управления устанавливает соответствующий код неисправности.

В зависимости от диагностического оборудования обнаруженные неисправности могут быть представлены несколькими диагностическими кодами. Например, программное обеспечение ЭБУ поддерживает блинк-коды и коды SPN и FMI (SAE J 1939).

Перечень неисправностей электронной системы управления двигателем, коды, их расшифровка и влияние активных неисправностей на работу двигателя (возможность пуска, снижение мощности), а также способы их устранения приведены в таблице Д, приложение Д. Включение ламп при появлении неисправностей выделено цветом.

**Блинк-код** – код, позволяющий идентифицировать сбой при помощи включения диагностической лампы.

**Код SPN** (номер подозреваемого параметра), соответствующий стандарту SAE J 1939, используется для многих целей; некоторые из них, предназначенные для диагностики, следующие:

- определение системы двигателя, ЭБУ или агрегата, в которой произошел сбой;
- определение подсистемы и/или узлов с отклонениями в работе;
- определение частных явлений или условий, о которых должно быть сообщено;
- оповещение о нестандартных формах сбоя компонентов.

SPN определяется Органом стандартов SAE.

**Код FMI** (указатель типа сбоя), соответствующий стандарту SAE J 1939. Определяет тип сбоя, выявленного в подсистеме, идентифицированной SPN. Фиксированный ряд FMI определяется Органом стандартов SAE.

Если выявленные неисправности не удастся устранить своими силами, необходимо обращаться в сервисный центр.

## 3.5 ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Процедура поиска и устранения неисправностей подразумевает: анализ кодов ошибок, записанных в память ЭБУ во время эксплуатации ТС, использование диагностических модулей, встроенных в диагностический тестер, дополнительного испытательного и измерительного оборудования СЦ.

Функциональные тесты диагностических приборов, дополнительное испытательное и измерительное оборудование СЦ могут быть использованы только когда ТС неподвижно. Двигатель, при необходимости, может работать на холостом ходу.

Некоторые неисправности двигателя могут непосредственно ощущаться водителем по внешнему проявлению. Неисправности, связанные с ЭСУД, фиксируются посредством записи кодов ошибок в память ЭБУ. Поэтому при диагностике мастер СЦ должен сначала идентифицировать симптом, как отправную точку процедуры поиска и устранения неисправностей.

Все неисправности, возникающие во время эксплуатации, записываются в память ЭБУ вместе с условиями (параметрами двигателя), имевшими место на момент возникновения неисправности (стоп-кадр). Эти данные могут быть считаны с использованием диагностического тестера, который также позволяет удалять эти записи из памяти ЭБУ.

Возможности диагностики могут быть расширены при помощи дополнительного измерительного оборудования (например, токовых клещей и манометра).

Диагностические приборы, рекомендуемые ПАО «Автодизель» для проведения диагностики, позволяют проводить следующие тесты: тест форсунок, тест свечей зажигания, тест заслонки EGR.

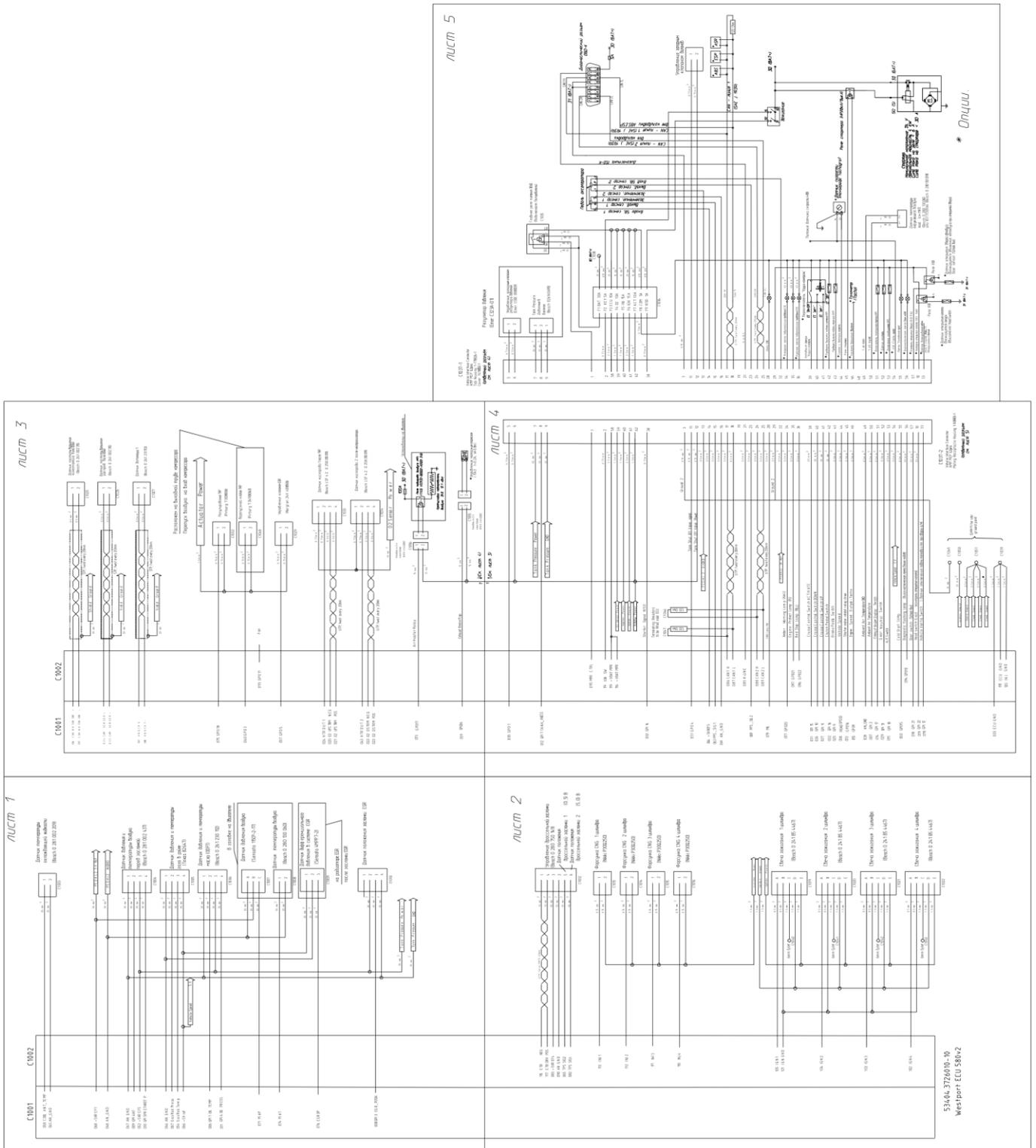
После определения характера неисправности необходимо выключить питание, повернув ключ **Выключателя приборов и стартера** в положении «0», и устранить ее причину.

Рекомендации по устранению неисправностей двигателей семейства ЯМЗ-530 CNG, определяемых диагностическими тестерами и другими способами, приведены в РЭ двигателей семейства ЯМЗ-530 CNG в разделе «**ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ**» в таблице «Возможные неисправности двигателя и способы их устранения» и подразделе «Перечень работ по диагностике».

### 3.5.1 ДИАГНОСТИКА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

В блоке управления находится программа диагностики исполнительных механизмов, позволяющая активизировать отдельный исполнительный механизм и проверить его работоспособность в СЦ. Этот тестовый режим можно задействовать при помощи диагностического оборудования только, когда двигатель работает на холостом ходу или вообще остановлен. Работоспособность исполнительного механизма проверяется также акустически (например, стук якоря включаемого электромагнитного клапана), визуально (например, перемещение заслонки EGR) или другими упрощенными методами. При помощи диагностического комплекса **Westport** можно диагностировать положение заслонки EGR, дроссельной заслонки, педали акселератора, работу форсунок и свечей зажигания.

# Приложение А



Лист 1 – см. рисунок А2; Лист 2 – см. рисунок А3; Лист 3 – см. рисунок А4; Лист 4 – см. рисунок А5; Лист 5 – см. рисунок А6

**Рисунок А1** - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ).  
Общий вид

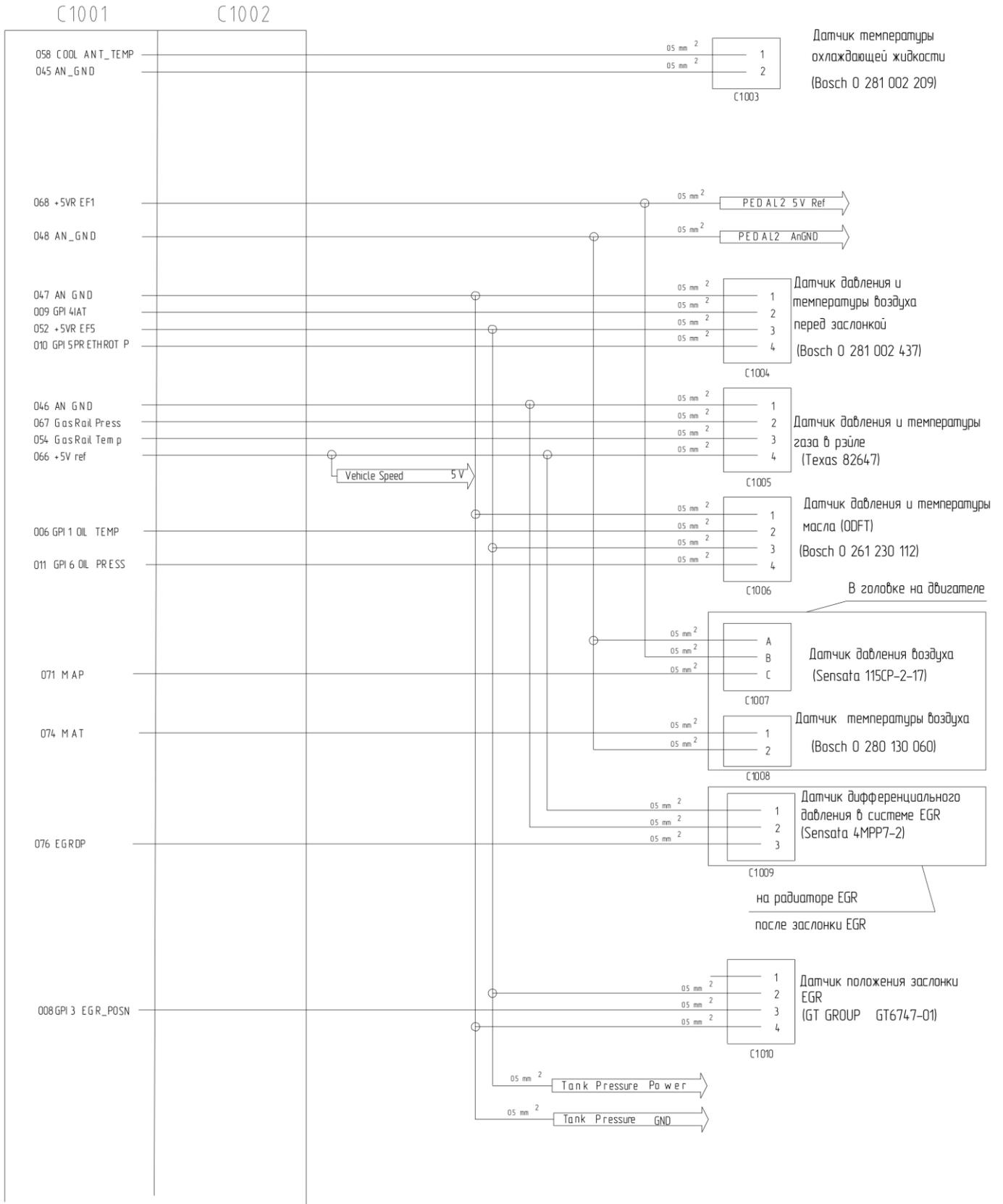
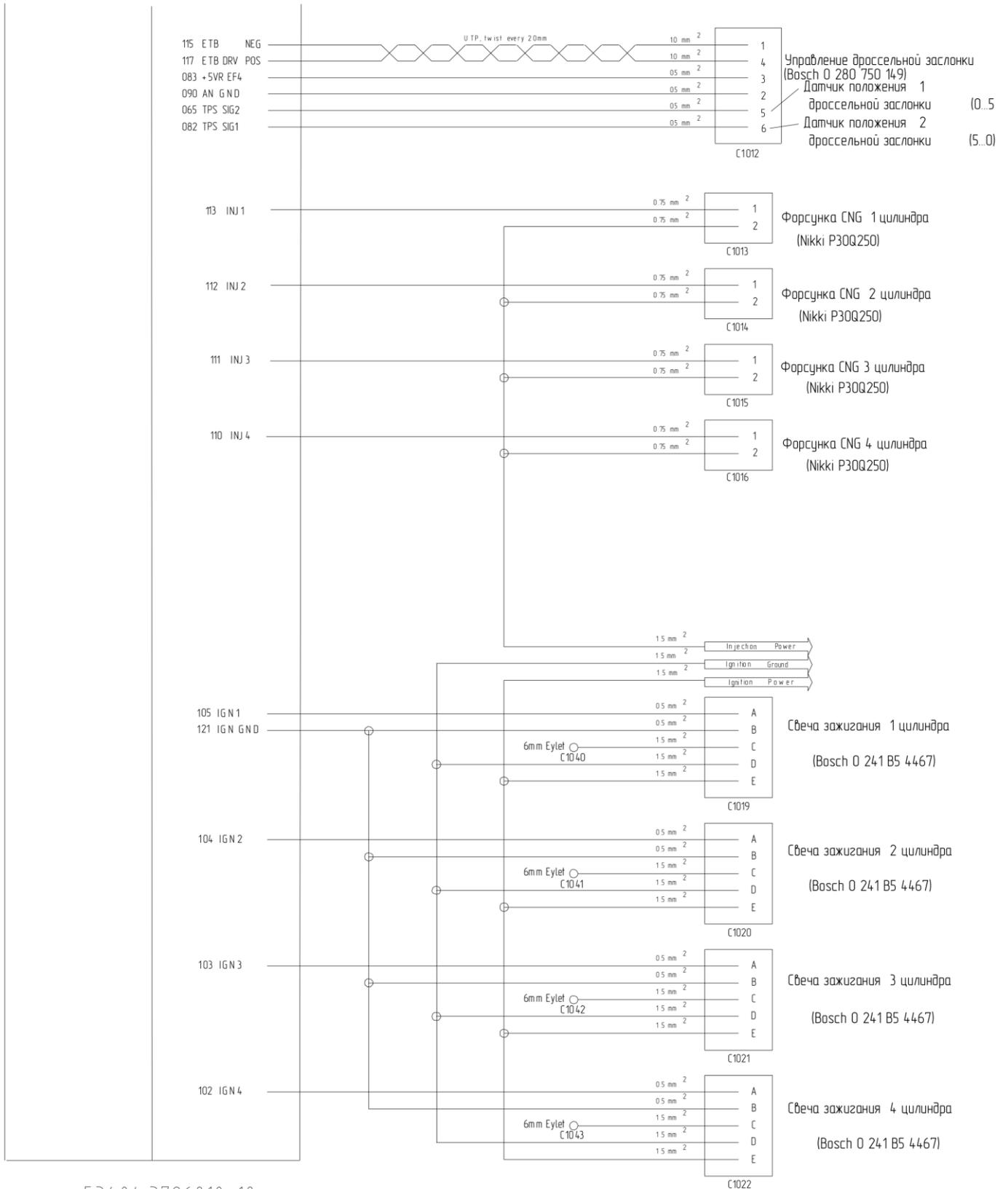
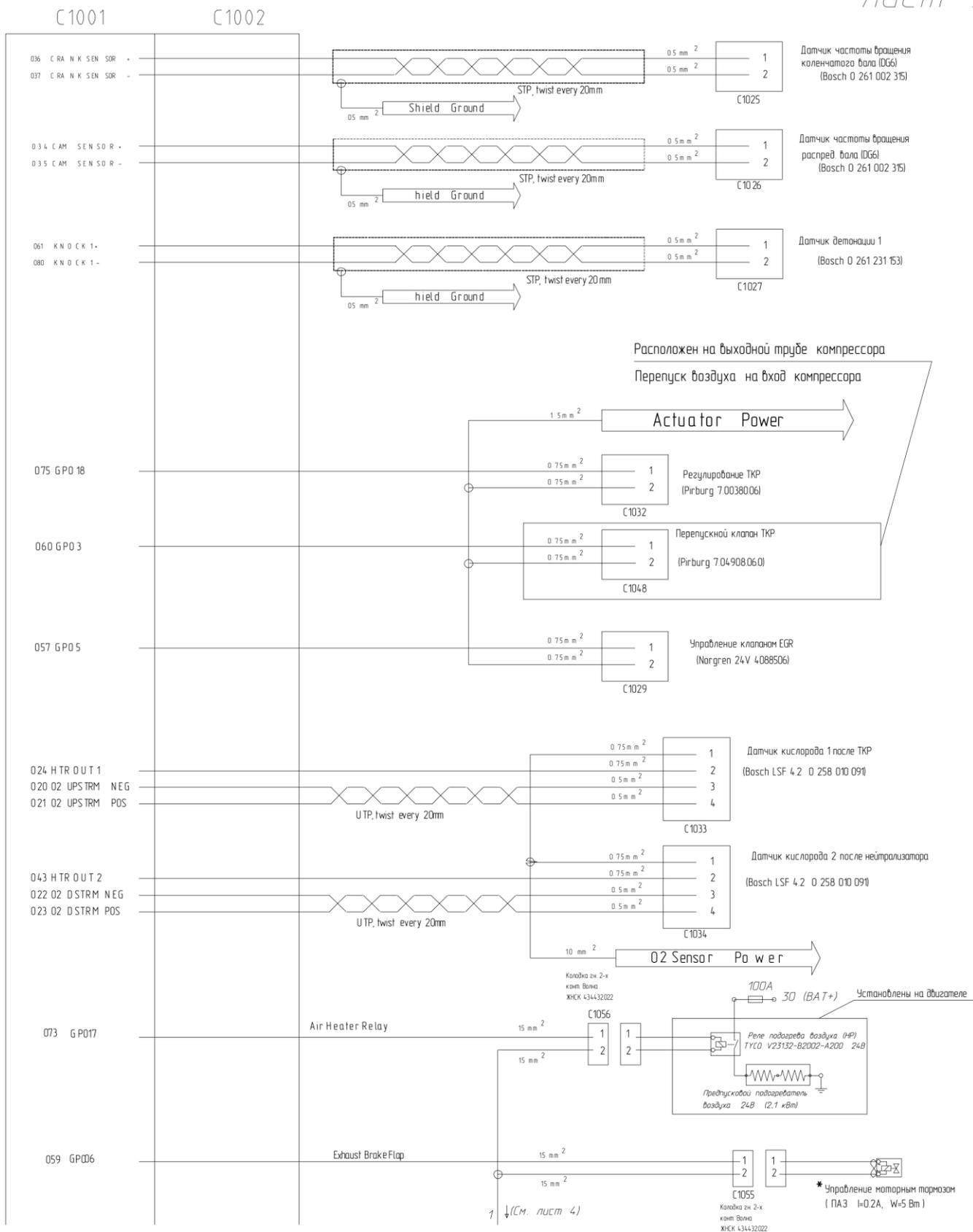


Рисунок А2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 1



53404.3726010-10  
Westport ECU 580v2

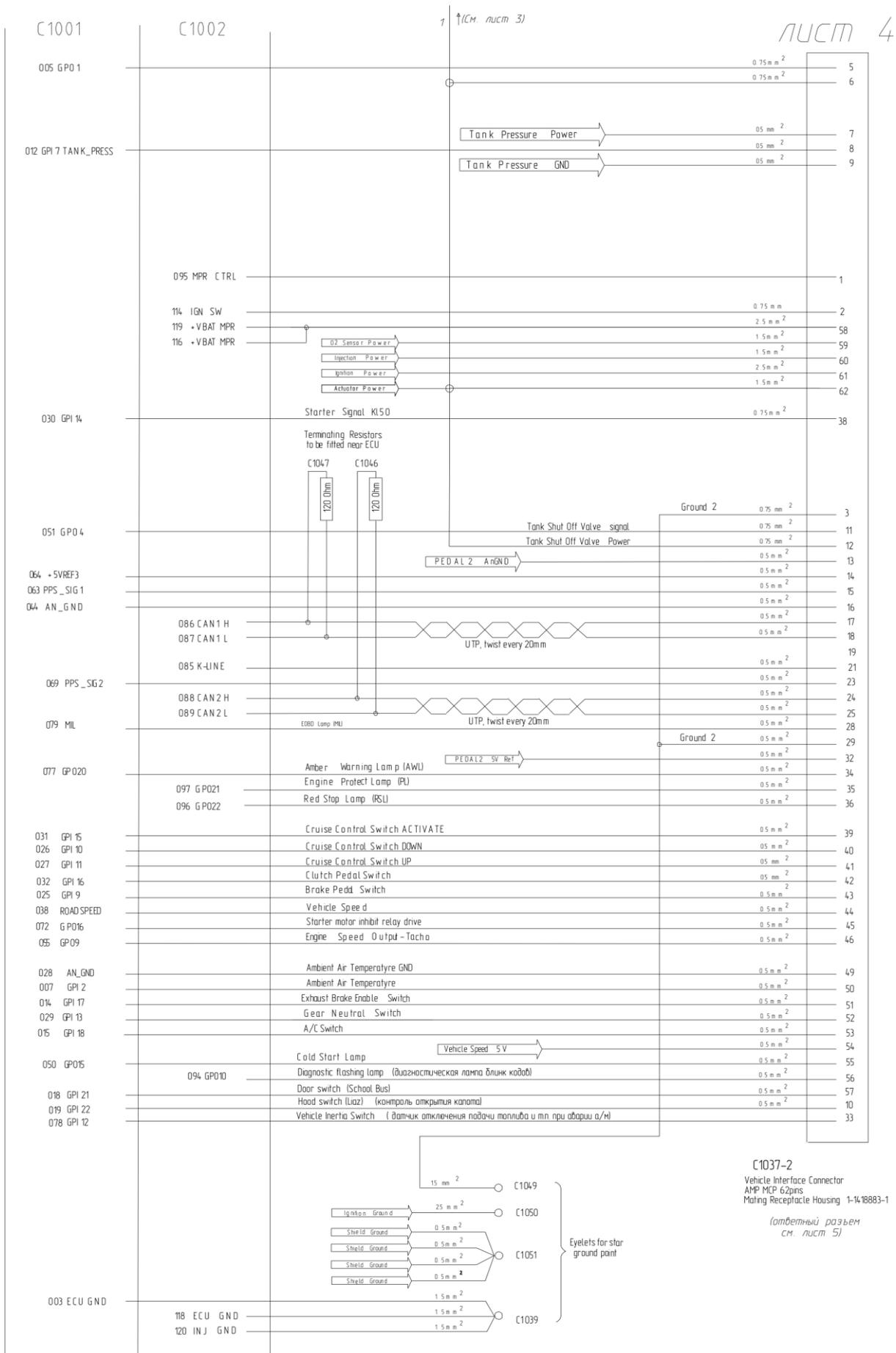
Рисунок А3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПА3). Лист 2



53404.3726010-10  
Westport ECU 580v2

\* Опции.

Рисунок А4 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 3



**Рисунок А5 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 4**

C1037-1  
 Vehicle Interface Connector  
 AMP MCP 62pins  
 Tab Housing 1-1718324-1  
 Cover 1418882-1  
 (ответный разъем см. лист 4)

Регулятор давления  
 (Emer C323A-01)

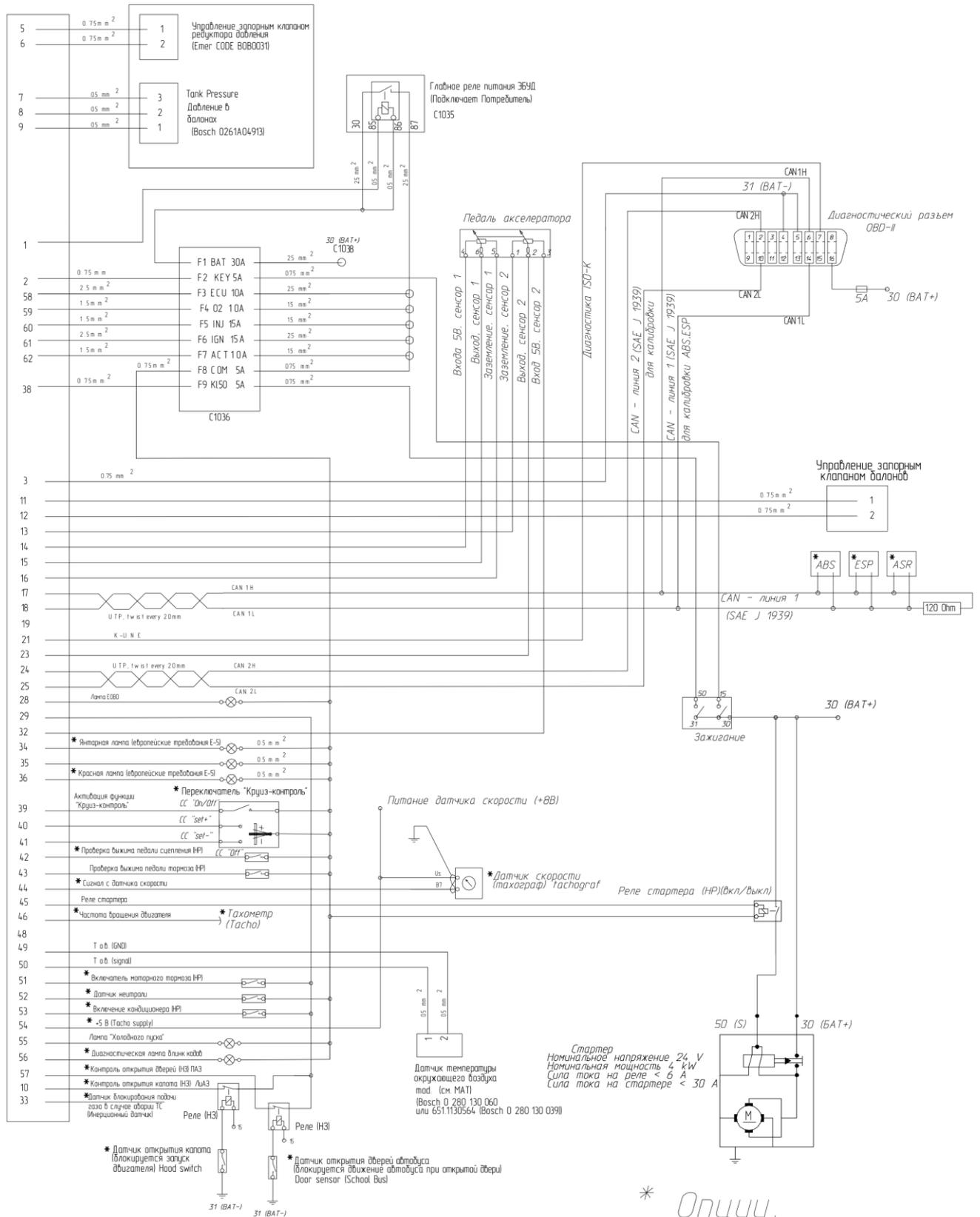
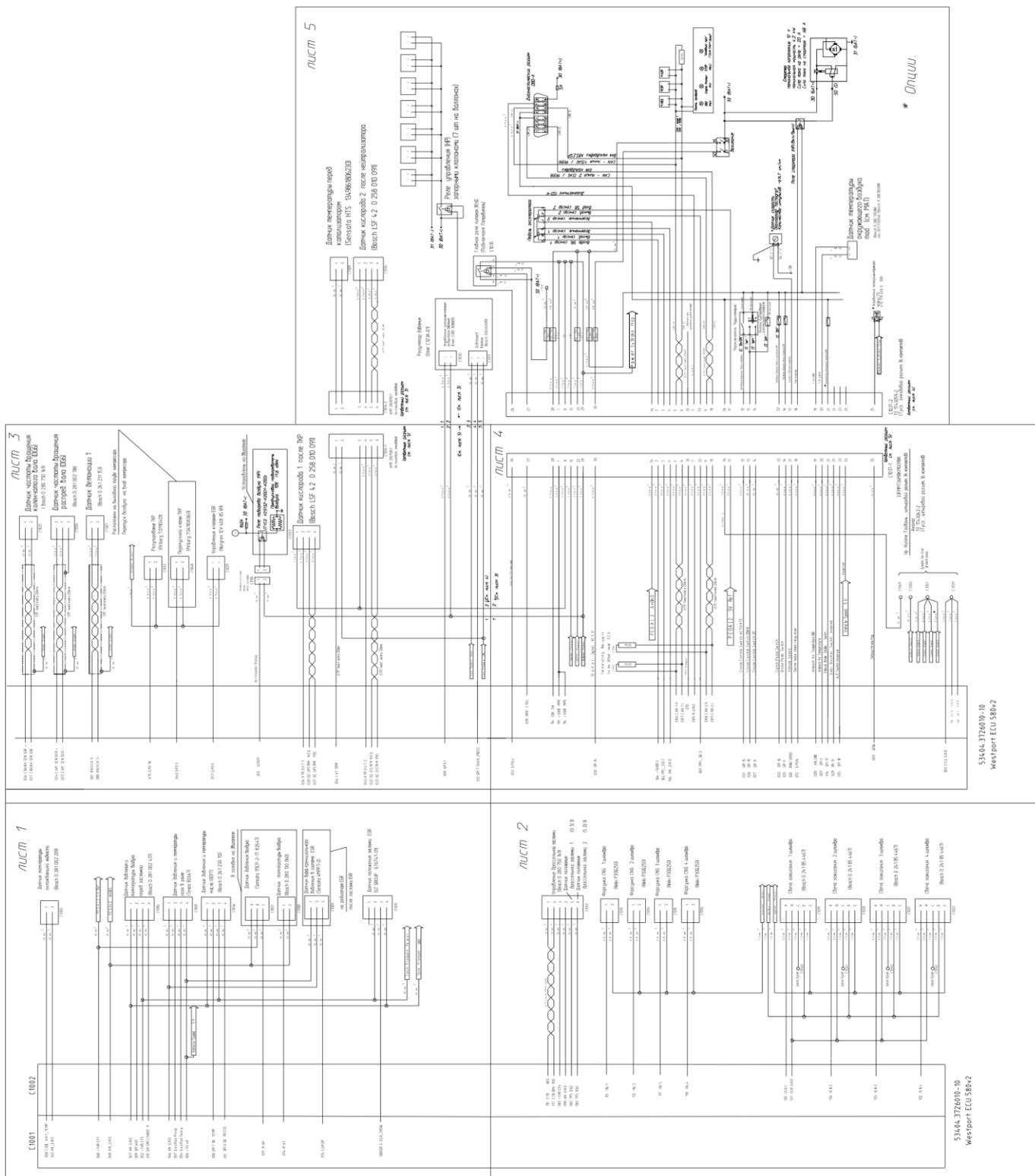


Рисунок А6 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 5

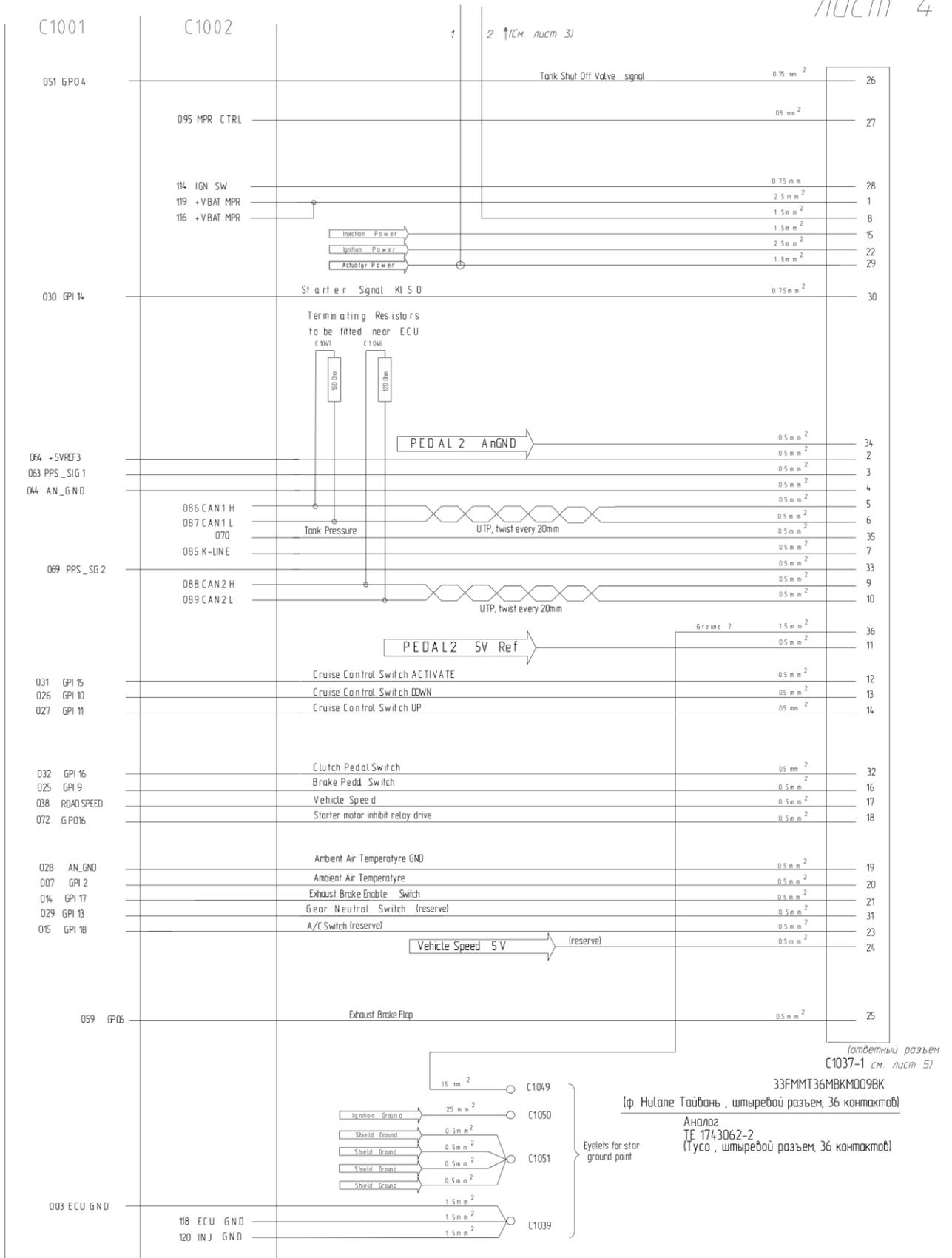
# Приложение Б



Лист 1 – см. рисунок А2; Лист 2 – см. рисунок А3; Лист 3 – см. рисунок Б2; Лист 4 – см. рисунок Б3; Лист 5 – см. рисунок Б4

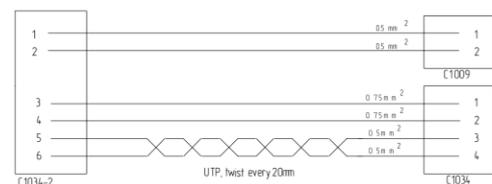
**Рисунок Б1 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ).  
Общий вид**





53404.3726010-10  
Westport ECU 580v2

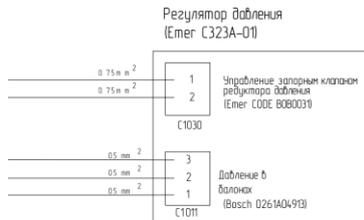
Рисунок БЗ - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ). Лист 4



C1034-2  
AMP 282090-1  
(6-пиновый гнездовой)  
(ответный разъем  
см. лист 3)

Датчик температуры перед катализатором  
(Sensata HTS 1349861806230)

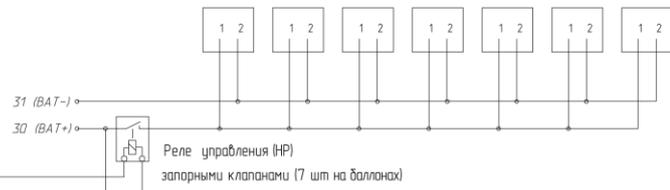
Датчик кислорода 2 после нейтрализатора  
(Bosch LSF 4.2 0 258 010 091)



Регулятор давления  
(Emer C323A-01)

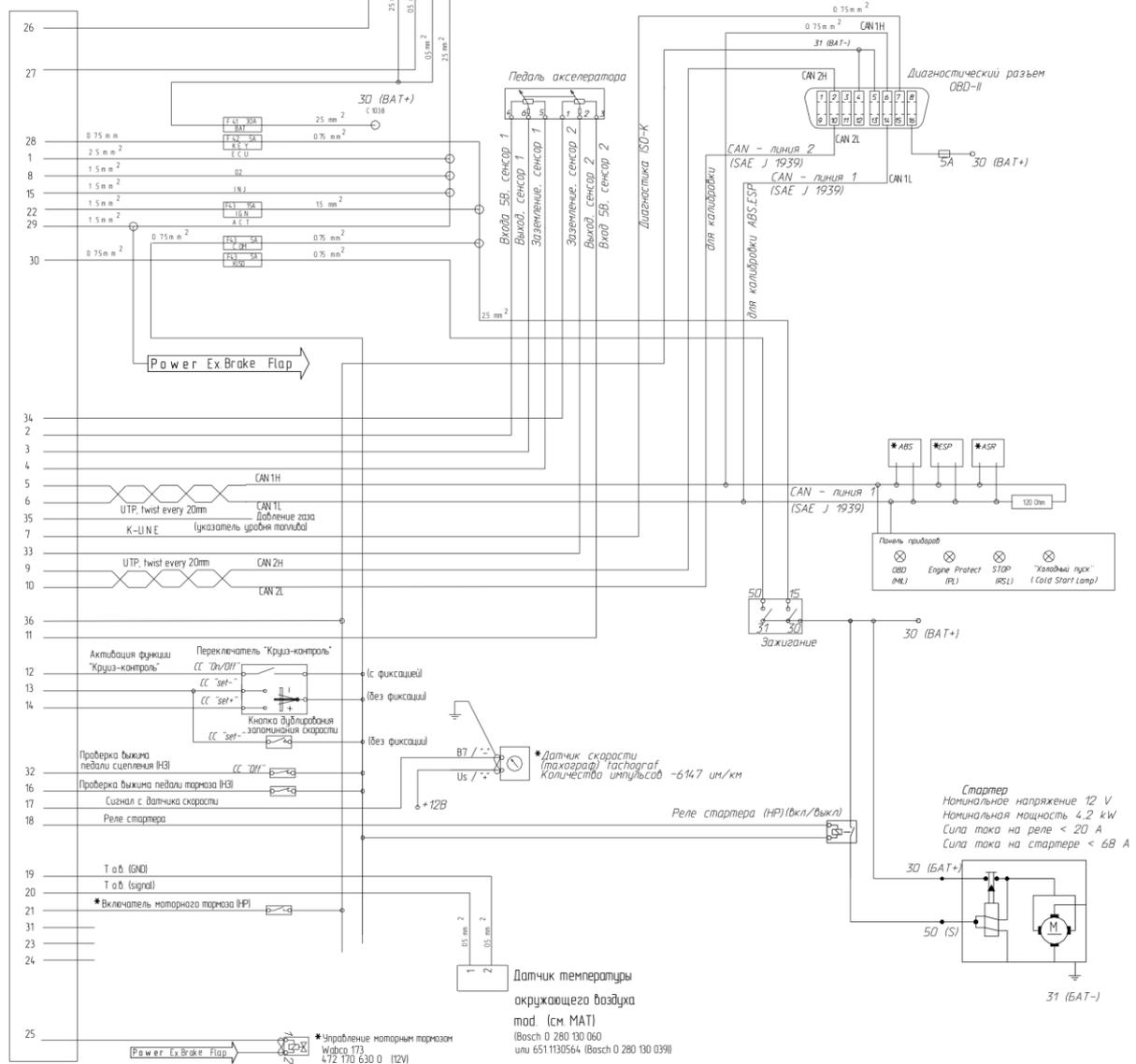
Управление запорным клапаном регулятора давления (Emer CODE 6060031)

Давление в баллонах (Bosch 0261404913)



Реле управления (НР) запорными клапанами (7 шт на баллонах)

Главное реле питания ЭБУД (Подключает Потребитель) C1035



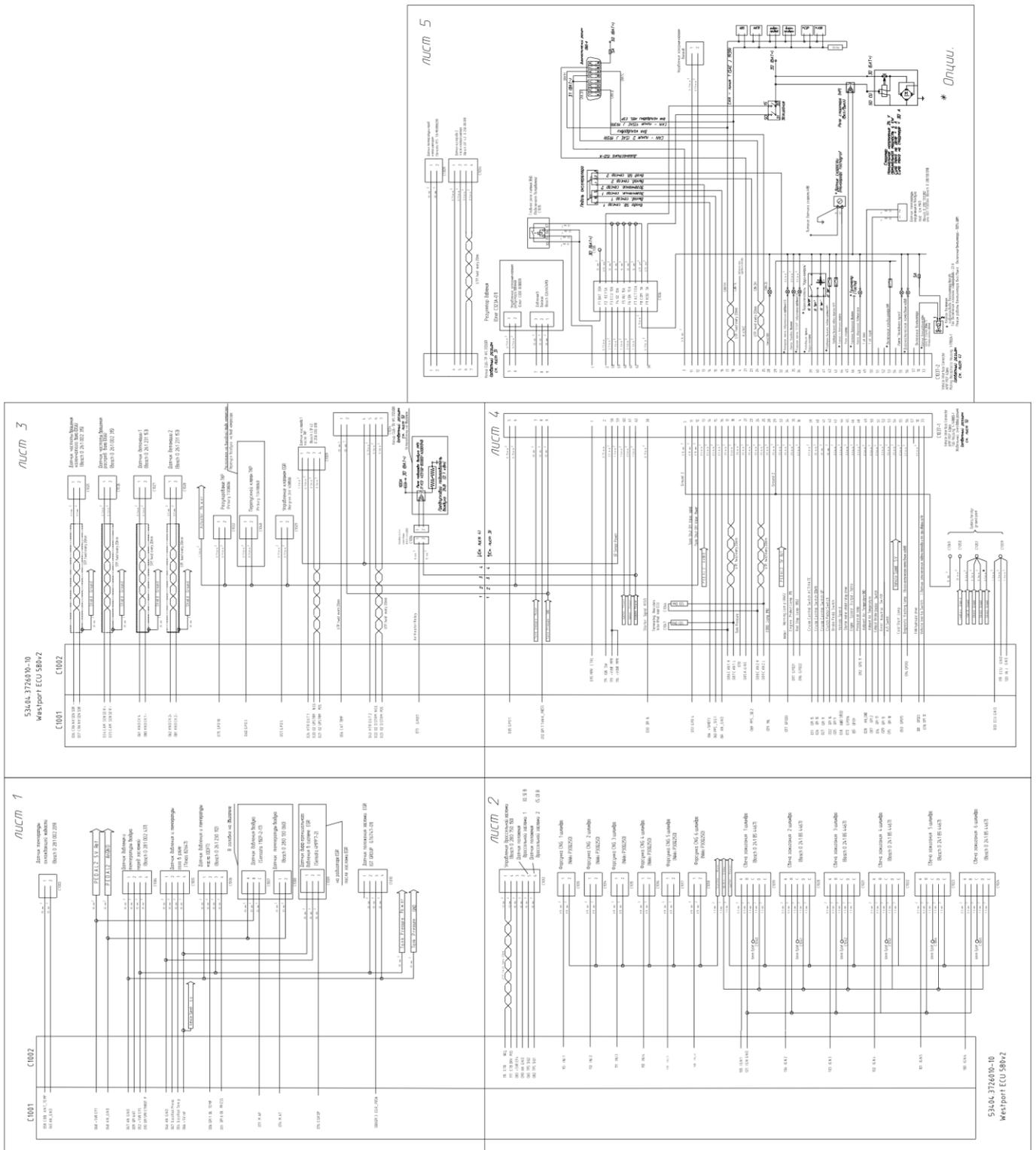
C1037-2  
TE 1743059-2  
(ответный разъем  
см. лист 4)

Датчик температуры окружающего воздуха mod. (см MAT) (Bosch 0 280 130 060 или 651130564 (Bosch 0 280 130 0391))

\* Опции.

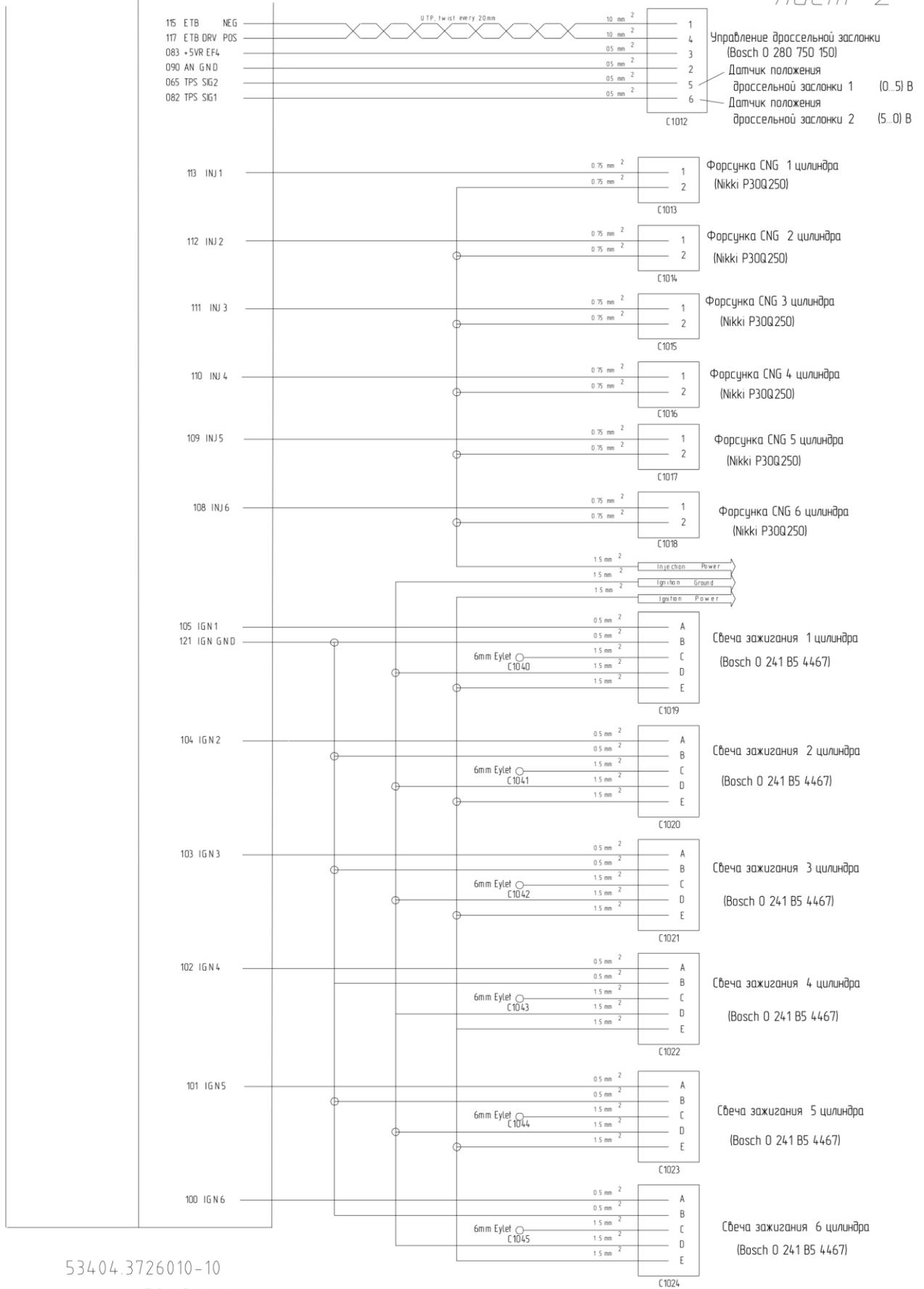
Рисунок Б4 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ). Лист 5

# Приложение В



Лист 1 – см. рисунок А2; Лист 2 – см. рисунок В2; Лист 3 – см. рисунок В3; Лист 4 – см. рисунок В4; Лист 5 – см. рисунок В5

**Рисунок В1 -** Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиА3).  
Общий вид



53404.3726010-10  
Westport ECU 580v2

Рисунок В2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 2

53404.3726010-10  
Westport ECU 580v2

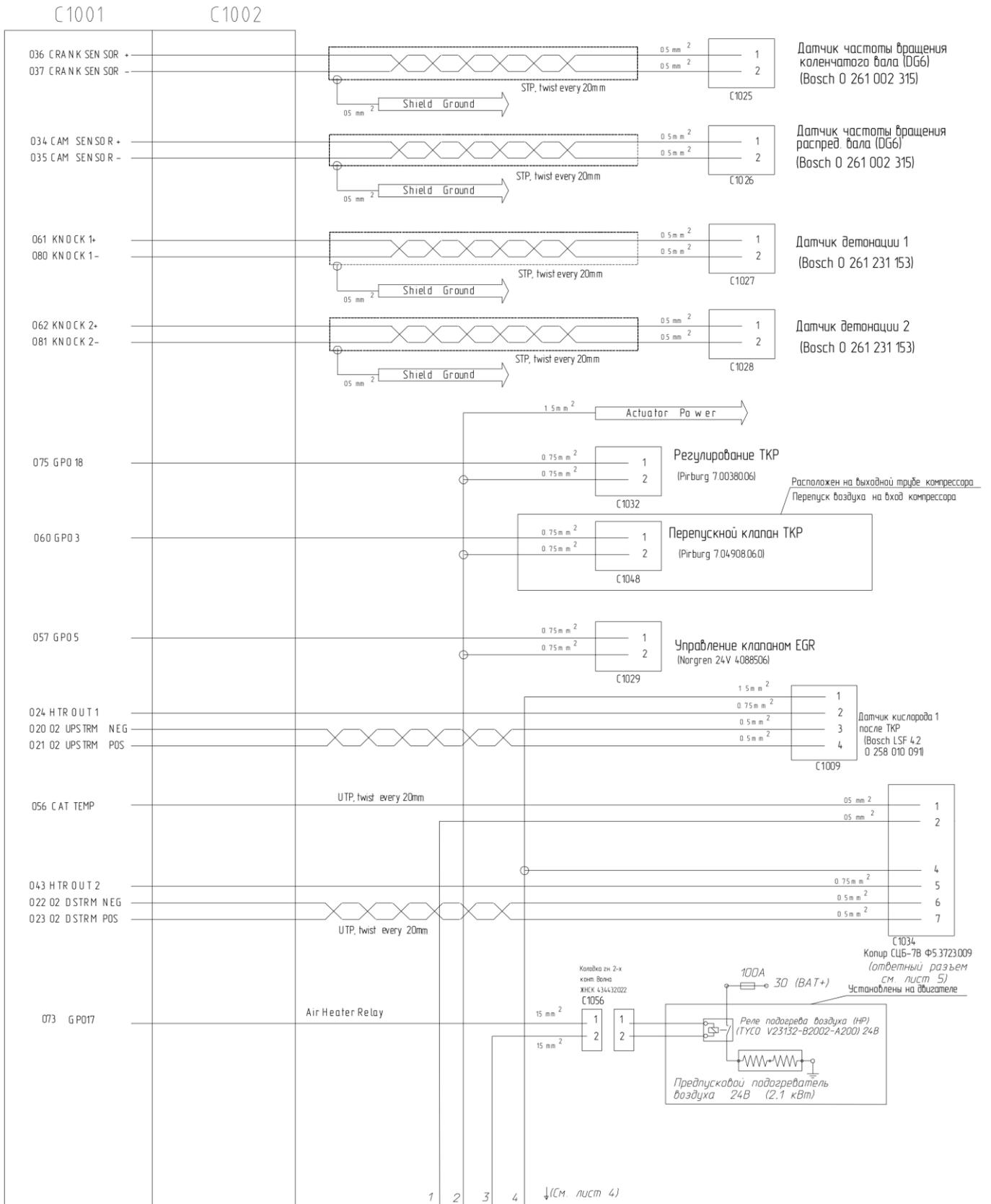
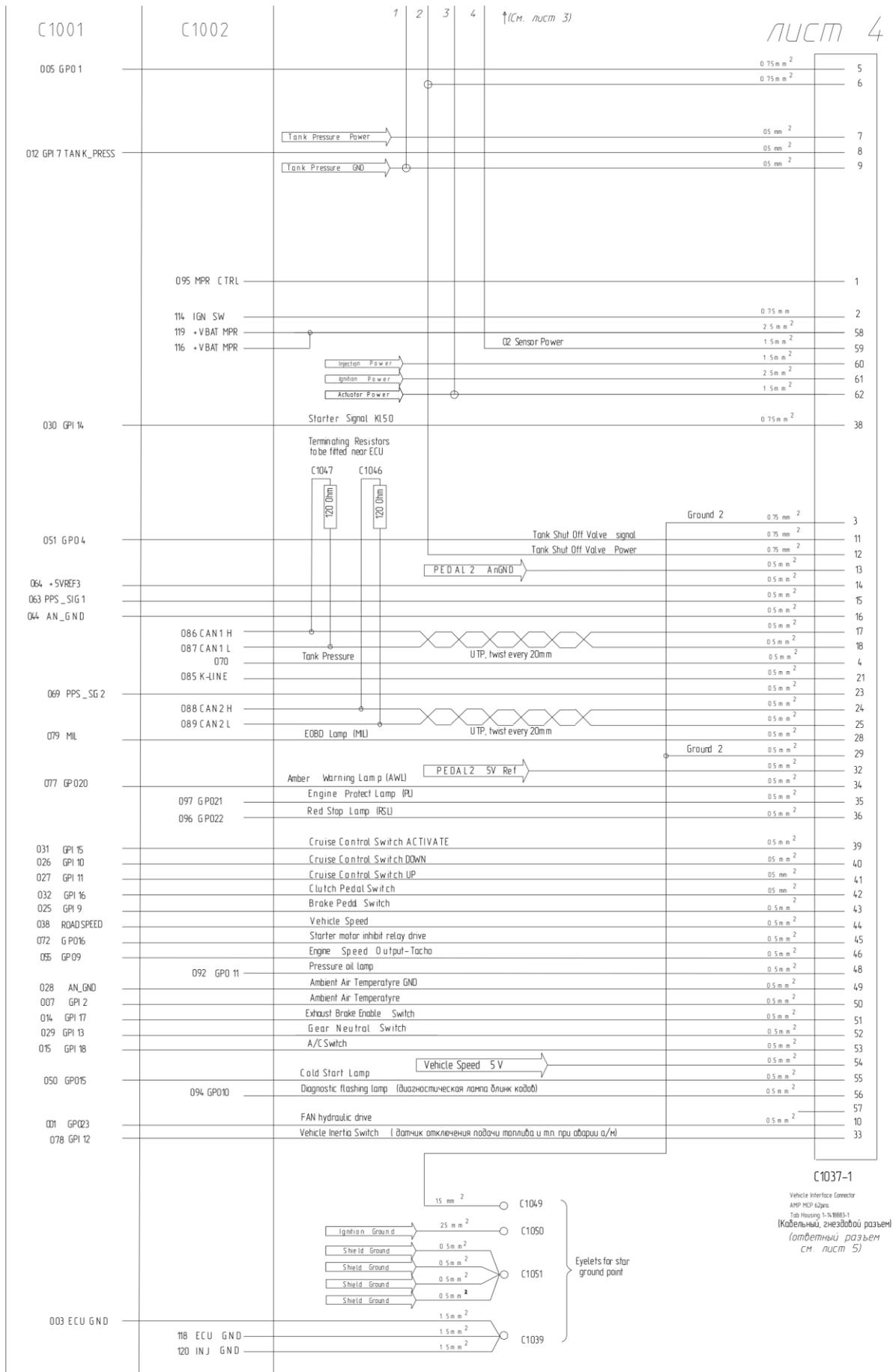


Рисунок В3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 3



**Рисунок В4** - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 4

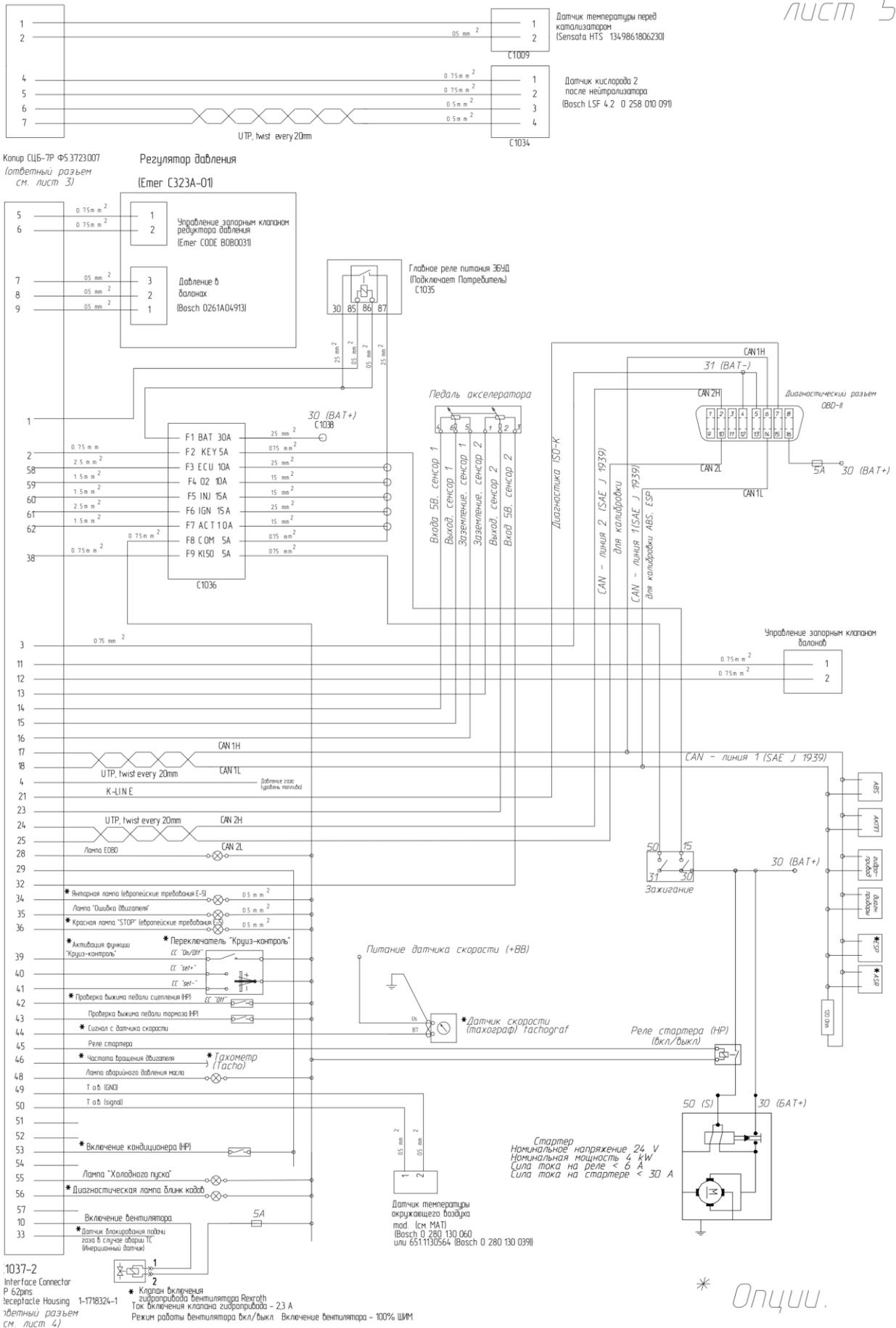
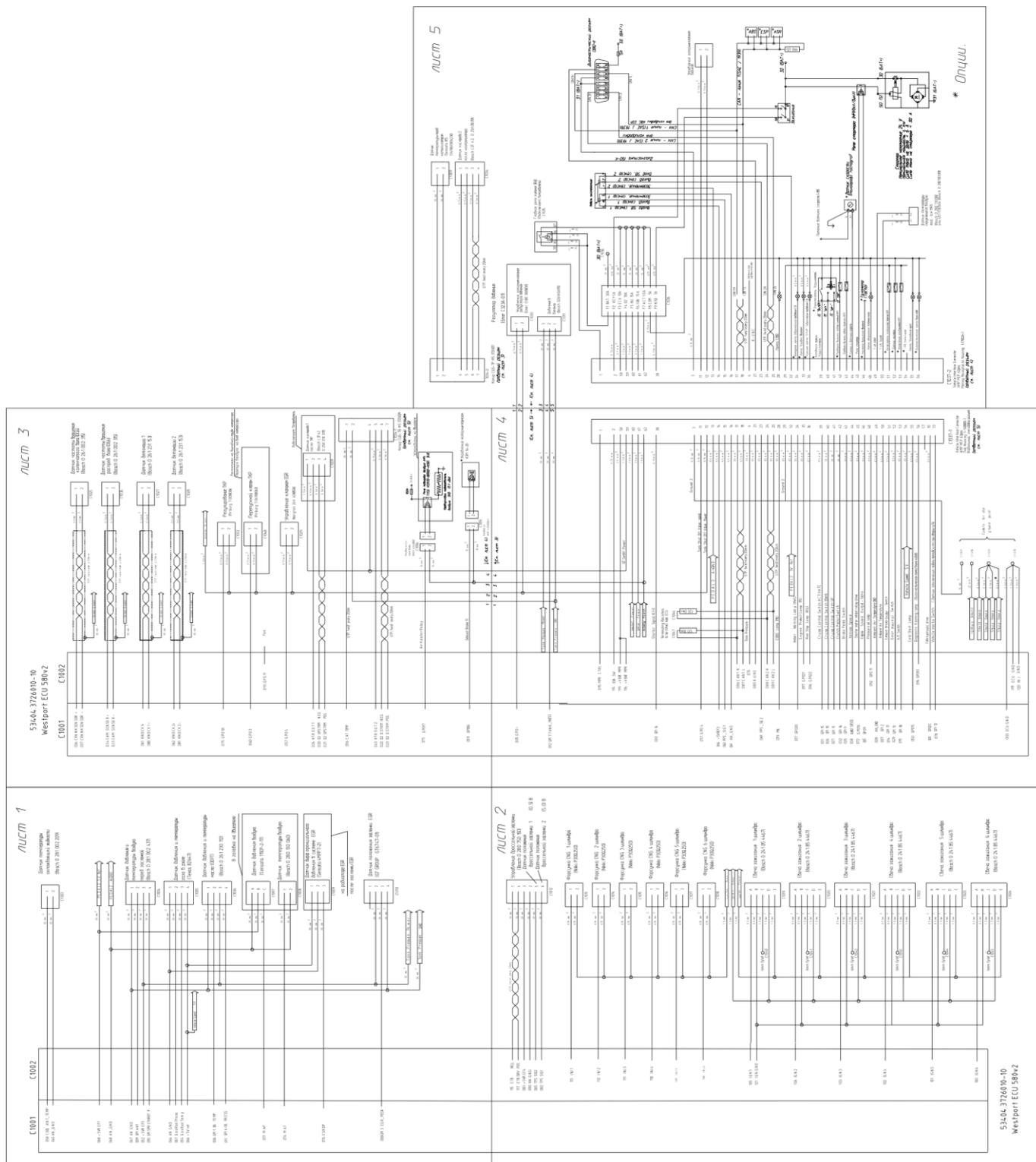


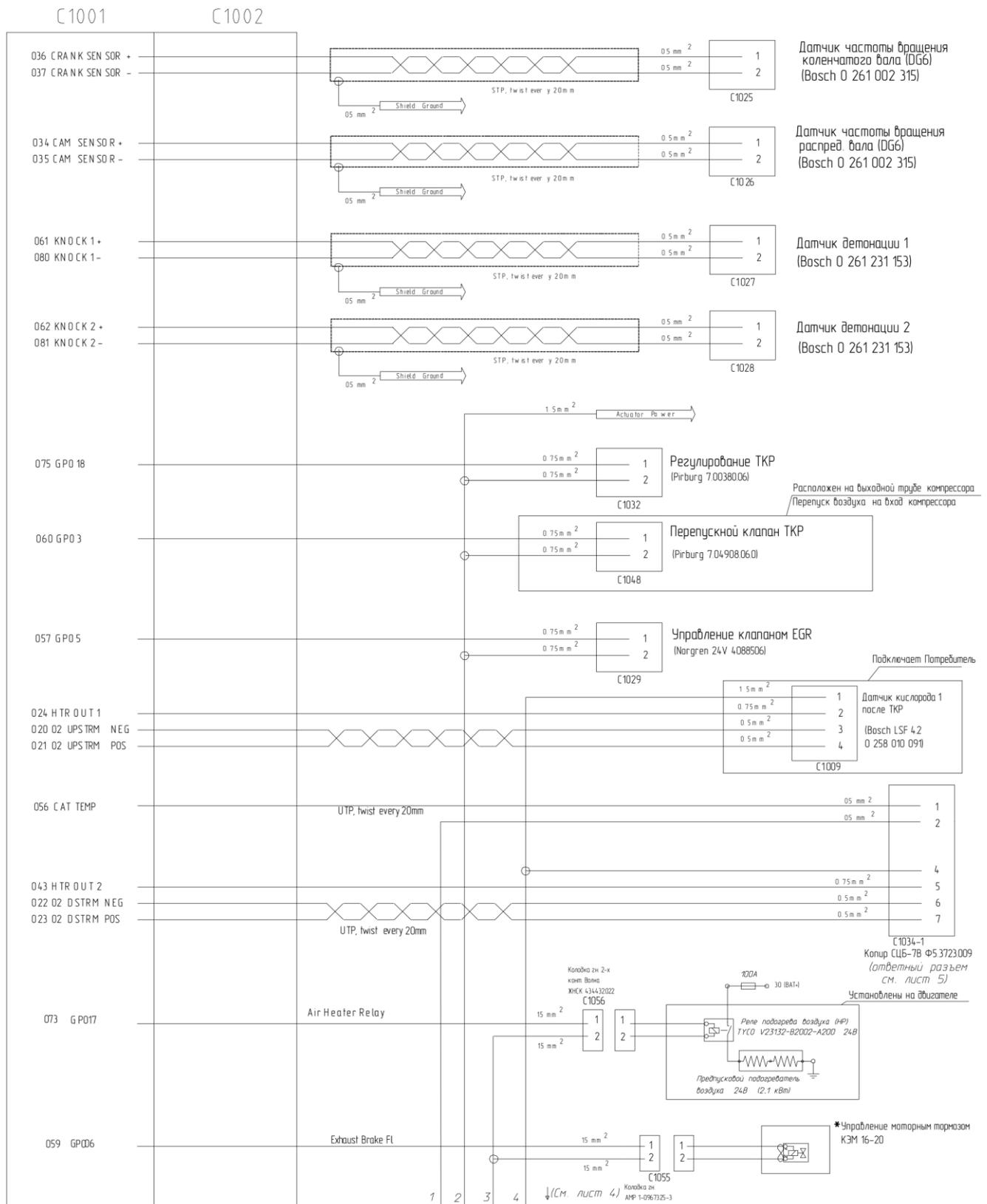
Рисунок В5 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 5

# Приложение Г



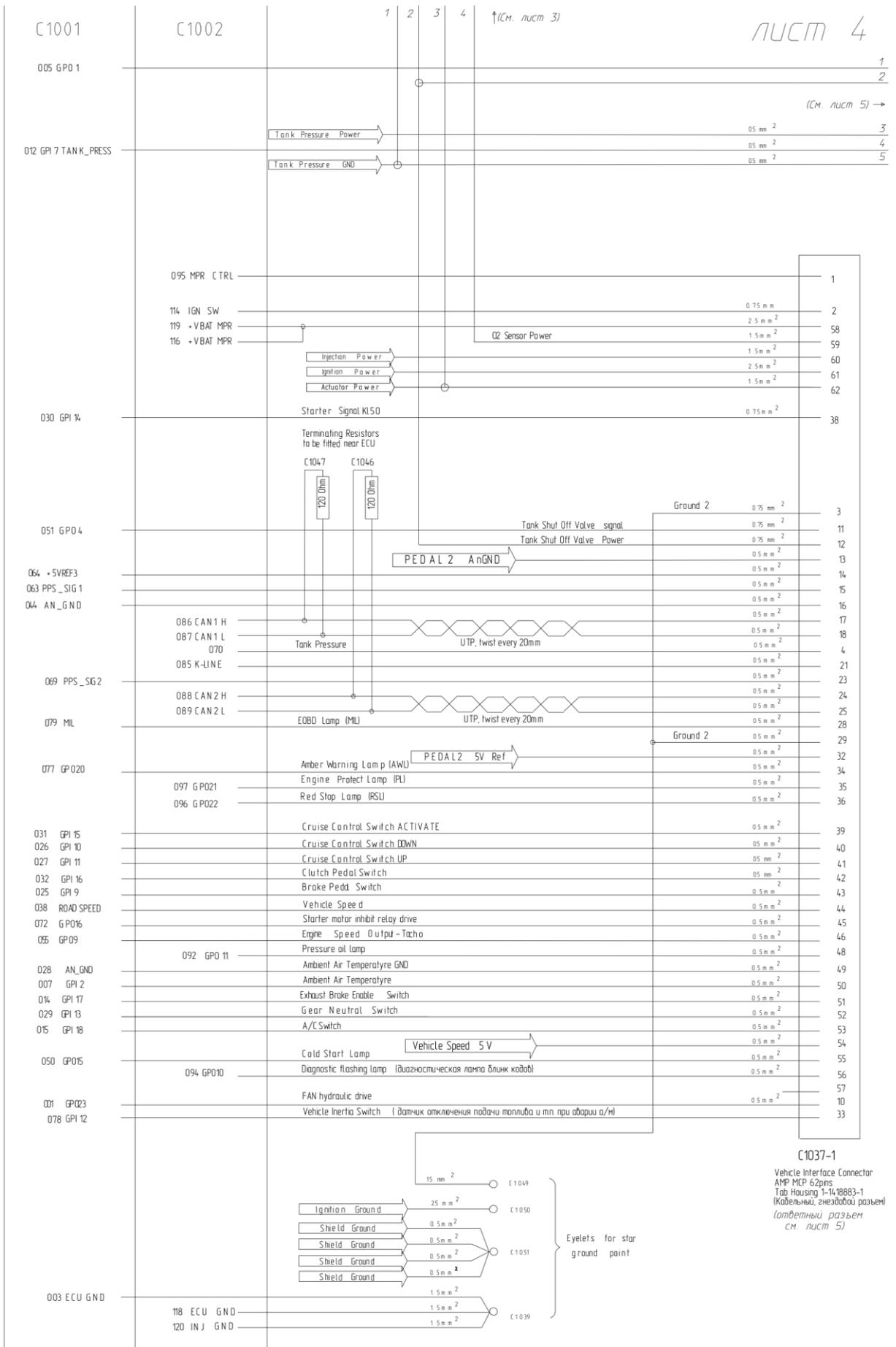
Лист 1 – см. рисунок А2; Лист 2 – см. рисунок В2; Лист 3 – см. рисунок Г2; Лист 4 – см. рисунок Г3; Лист 5 – см. рисунок Г4

**Рисунок Г1 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиАЗ).  
Общий вид**



\* Опции.

Рисунок Г2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиАЗ). Лист 3



**Рисунок Г3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиА3). Лист 4**



## Приложение Д

Таблица Д - Перечень кодов неисправностей

SPN	FMI	Блинка код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
27	0	1-1-1	Показание датчика клапана EGR выходит за верхний допустимый предел (EGR valve sensor sample out of range high fault)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие Check the sensor part number	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
27	1	1-1-2	Показание датчика клапана EGR выходит за нижний допустимый предел (EGR valve sensor sample out of range low fault)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие Check the sensor part number	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
27	3	1-1-3	Неверное показание датчика положения клапана EGR - нарушен верхний предел (Invalid EGR valve position sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 27 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin27 short to battery	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
27	4	1-1-4	Неверное показание датчика положения клапана EGR - нарушен нижний предел (Invalid EGR valve position sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 27 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin27 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
27	7	1-1-5	Неверное положение концевого выключателя клапана EGR (EGR valve end stop adaptation fault)	Недопустимое положение заслонки EGR в полностью открытом состоянии (End stop adaptation outside of acceptable range)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения заслонки POG, затем выключить зажигание и повторить снова. - Check the part number. - Reset the EGR position adaptation in service routine, then Key-off and learn again	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
51	0	1-2-1	Показание датчика положения дроссельной заслонки выходит за верхний предел допустимых значений – первичный датчик (Throttle position sensor sample out of range high fault - primary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
51	1	1-2-2	Показание датчика положения дроссельной заслонки выходит за нижний предел допустимых значений – первичный датчик (Throttle position sensor sample out of range low fault - primary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
51	2	1-2-3	Неправильная разница датчика положения дроссельной заслонки (Throttle position sensor difference fault)	Разность выходных сигналов 1 и 2 датчиков заслонки превышает допустимый уровень (Difference between TPS1 and TPS2 is greater than IpTps_TPSDiffThres_pct_c)	Включить зажигание не пуская двигатель. Проверить напряжение на контактах двухпозиционного датчика положения дроссельной заслонки. Заменить дроссель. - Key on engine stop. - Check the voltage from the two position sensor pins. - Replace throttle	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
51	3	1-2-4	Неверное показание датчика положения дроссельной заслонки выход за верхний предел - первичный датчик (Invalid throttle position sensor sample high fault - primary sensor)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 82 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU Connector pin82 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
51	4	1-2-5	Неверное показание датчика положения дроссельной заслонки выход за нижний предел - первичный датчик (Invalid throttle position sensor sample low fault - primary sensor)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 82 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin82 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
51	7	1-2-6	Отказ концевого выключателя положения дроссельной заслонки - первичный датчик (Throttle position end stop adaptation fault - primary sensor)	Недопустимое положение заслонки в полностью открытом состоянии (End stop adaptation outside of acceptable range)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения дроссельной заслонки, затем выключить зажигание и повторить снова. - Check the part number. - Reset the position adaptation in service routine, then Key-off and learn again	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
51	14	1-2-7	Положение дроссельной заслонки неизвестно (Throttle position unknown)	Отсутствует сигнал от датчика (No position available for throttle)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения дроссельной заслонки, затем выключить зажигание и повторить снова. Заменить заслонку. - Check the part number. - Reset the position adaptation in service routine, then Key-off and learn again. - Replace throttle	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
84	8	1-3-1	Скорость автомобиля слишком велика (Vehicle speed frequency too high)	Датчик скорости автомобиля установлен неправильно (installation issue)	Проверить датчик на соответствие. Заменить датчик. - Check the sensor part number. - Replace sensor	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
91	0	1-4-1	Показание датчика положения педали выходит за верхний допустимый предел - первичный датчик (Pedal sensor sample out of range high fault - primary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие. Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
91	1	1-4-2	Показание датчика положения педали выходит за нижний допустимый предел - первичный датчик (Pedal sensor sample out of range low fault - primary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие. Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блинка код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
91	2	1-4-3	Неправильное значение разности датчика положения педали (Pedal position sensor difference fault)	Разность выходных сигналов 1 и 2 датчиков превышает допустимый уровень (Difference between PPS1 and PPS2 is greater than IpPed_PedDiffThres_pct_c)	Включить зажигание не пуская двигатель. Проверить напряжение на контактах двухпозиционного датчика положения педали и на контактах 63, 69 разъема ЭБУ. Заменить педаль. - Key on engine stop. - Check the voltage from the two position sensor ECU connector pin63,pin69. - Replace pedal	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
91	3	1-4-4	Показание датчика положения педали выходит за верхний допустимый предел - первичный датчик (Invalid pedal sensor sample high fault - primary sensor)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 63 в разъеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin63 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
91	4	1-4-5	Показание датчика положения педали выходит за нижний допустимый предел - первичный датчик (Invalid pedal sensor sample low fault - primary sensor)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 63 в разъеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin63 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
91	7	1-4-6	Отказ концевого выключателя положения педали - первичный датчик (Pedal end stop adaptation fault - primary sensor)	Недопустимое положение педали газа в полностью нажатом состоянии (End stop adaptation outside of acceptable range)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения педали, затем выключить зажигание и повторить снова. Заменить педаль. - Check the part number. - Reset the position adaptation in service routine, then Key-off and learn again. - Replace pedal	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
91	14	1-4-7	Положение педали газа неизвестно (Pedal position unknown)	Отсутствует сигнал от датчика (Pedal position unknown)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения педали, затем выключить зажигание и включить снова. Заменить педаль. - Check the part number. - Reset the position adaptation in service routine, then Key-off and learn again. - Replace pedal	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
94	0	1-5-1	Слишком высокое давление в топливной рампе (Fuel rail over pressure fault)	Отказ топливной системы (редуктора) (Fuel system failure (regulator))	Протестировать форсунки, для сброса давления в рампе. Сбросить ошибку, выключить зажигание (> 15с), затем снова включить и перепроверить статус неисправности. Пустить двигатель, на холостом ходу проверить статус неисправности - Select injector test to release rail pressure/ - Reset the fault, then key off (>15s) and on, recheck the fault state/ - Start the engine at idle, check the fault state	Отложенный останов двигателя (Delayed engine cut)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
94	1	1-5-2	Слишком низкое давление в топливной рампе (Fuel rail under pressure fault)	Отказ топливной системы (редуктор или утечка газа). Требуется рациональность против давления подачи топлива (Fuel system failure (regulator or leak). Requires rationality against fuel supply pressure)	Выбрать режим проверки топливной системы на утечки газа. Проверить наличие запаха газа. Сбросить ошибку, выключить зажигание (> 15с), затем снова включить и перепроверить статус неисправности. Пустить двигатель, на холостом ходу проверить статус неисправности. - Select gas leak check in service routine. - Check the gas smell. - Reset the fault, then key off (>15s) and on, recheck the fault state. - Start the engine at idle, check the fault state	Останов двигателя (Engine cut)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
94	3	1-5-3	Нарушен верхний порог напряжения датчика давления в топливной рампе (Fuel rail pressure sensor voltage high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 67 в разъеме ЭБУ. Check if the ECU Connector pin67 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
94	4	1-5-4	Нарушен нижний порог напряжения датчика давления в топливной рампе (Fuel rail pressure sensor voltage low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 67 в разъеме ЭБУ. - Check if the ECU Connector pin67 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
100	1	1-6-1	Низкое давление моторного масла (Low engine oil pressure fault)	Нет масла. Отказ двигателя (No engine oil. Engine failure)	Проверить датчик на соответствие. Проверить уровень масла. - Check the sensor part number/ - Check the oil level.	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
100	3	1-6-2	Нарушен верхний предел напряжения датчика давления моторного масла (Engine Oil pressure sensor voltage high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 11 в разъеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin11 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
100	4	1-6-3	Нарушен нижний предел напряжения датчика давления моторного масла (Engine Oil pressure sensor voltage low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 11 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin11 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
105	0	1-6-4	Слишком высокая температура во впускном коллекторе (Manifold air temperature over temperature fault)	Отказ ОНВ, повышенная температура в подкапотном пространстве (Intercooler failure, extreme under-hood ambient conditions)	Проверить датчик. Возникшая неисправность не связана с дефектом датчика. - check the sensor. It is the range fault not sensor fault	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
105	3	1-6-5	Завышенное показание датчика температуры во впускном коллекторе (Manifold air temperature sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ.контакта 74 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin74 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
105	4	1-6-6	Заниженное показание датчика температуры во впускном коллекторе (Manifold air temperature sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 74 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin74 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
106	3	2-1-1	Завышенное показание датчика давления во впускном коллекторе (Manifold air pressure sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика или обрыв цепи (Short to battery / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ или обрыва в цепи контакта 71 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin71 short to battery or open circuit	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
106	4	2-1-2	Заниженное показание датчика давления во впускном коллекторе (Manifold air pressure sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу (Short to ground)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 71 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin71 short to ground	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
108	3	2-1-3	Завышено входное напряжение датчика атмосферного давления (Barometric Pressure Sensor voltage input high fault)	Ошибка ЭБУ (PCB failure)	Заменить ЭБУ. - Replace ECU	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	OFF	OFF	ON	OFF
108	4	2-1-4	Занижено входное напряжение датчика атмосферного давления (Barometric Pressure Sensor voltage input low fault)	Ошибка ЭБУ (PCB failure)	Заменить ЭБУ. - Replace ECU	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	OFF	OFF	ON	OFF
110	0	2-2-1	Слишком высокая температура охлаждающей жидкости двигателя (Engine coolant over temperature fault)	Температура превышает калиброванный порог ошибки (Temperature exceeds calibrated fault threshold)	Проверить датчик. Возникшая неисправность не связана с дефектом датчика. - Check the sensor. It is the range fault not sensor fault	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
110	2	2-2-2	Температура охлаждающей жидкости не ведет себя, как ожидалось. Она не должна превышать порог, установленный для завершения цикла эмиссии (Coolant temperature is not responding as expected. May never exceed threshold required for emissions drive cycle completion)	Датчик неисправен, неверно настроен или установлен (Incorrect sensor or sensor adjustment. Incorrect installation)	Пустить холодный двигатель, контролировать температуру ОЖ. Проверить правильность установки датчика. Заменить датчик. - Start engine at cold, monitor the coolant temperature. - Check the sensor installation. - Replace the sensor	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
110	3	2-2-3	Завышенное показание датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя (Engine coolant temperature sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 58 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin58 short to battery	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
110	4	2-2-4	Заниженное показание датчика температуры охлаждающей жидкости двигателя (Engine coolant temperature sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 58 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin58 short to ground or open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
159	1	2-3-1	Давление газа в баллонах ниже допустимого (Fuel supply pressure sensor voltage range low)	Пустые баки (Empty tanks)	Проверить датчик. Возникшая неисправность не связана с дефектом датчика. - Check the sensor. It is the range fault not sensor fault	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF
159	3	2-3-2	Низкое значение напряжения датчика давления подачи топлива (Fuel supply pressure sensor voltage low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 25 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU Connector pin25 short to ground or open circuit	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
159	4	2-3-3	Высокое значение напряжения датчика давления подачи топлива (Fuel supply pressure sensor voltage high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 25 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU Connector pin25 short to battery	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
168	15	2-3-4	Слишком большое напряжение на клеммах аккумулятора (Battery over voltate fault)	Отказ генератора (Alternator output incorrect)	Перенапряжение АКБ (напряжение на выходе генератора большое). 1 Проверить тип батареи 12В, 24В. 2 Выключить зажигание. 3 Отсоединить оба разъема от АКБ. 4 Подключить мультиметр к генератору. 5 Подключить обратно ЭБУ и АКБ, включить питание и пустить двигатель. 6 Проверить напряжение мультиметром. 7 Заменить АКБ или генератор при необходимости. Battery overvoltage (Alternator Output incorrect). 1 Check battery type 12V, 24V. 2 Ignition off 3 Unplug the two connectors of battery. 4 Connect alternator to multimeter. 5 Connect back ECU and battery, then power on start the engine. 6 Check voltage from multimeter. 7 Replace battery or alternator (possible)	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
168	17	2-3-5	Слишком малое напряжение на клеммах аккумулятора (Battery under voltage fault)	Разряжена батарея или отказ генератора (Poor battery condition or alternator charge)	АКБ под напряжением (Плохое состояние АКБ или генератора). 1 Проверить тип батареи 12В, 24В. 2 Замерить напряжение АКБ с помощью мультиметра. 3 Пустить двигатель, замерить мультиметром выходное напряжение АКБ и генератора, в 12В сети ~ 14В; 24В ~ 27В. 4 Заменить генератор, если напряжение не поднялось после пуска двигателя. 5 Заменить АКБ, если напряжение не поднялось после 30 мин работы двигателя на холостом ходу или полностью отсутствует после ночной стоянки. Battery under voltage (Poor battery condition or alternator charge). 1 Check battery type 12V, 24V. 2 Engine stall, measure the battery voltage by multimeter. 3 Engine start, measure the battery and alternator output voltage by multimeter, 12V system is ~14V; 24V ~ 27V. 4 Replace alternator if no voltage up after engine start. 5 Repleace the batter after if no voltage up after 30min idling and one night soak	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
171	3	2-4-1	Показание датчика температуры окружающего воздуха слишком велико (Ambient air temperature sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 7 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU Connector pin7 short to battery	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
171	4	2-4-2	Показание датчика температуры окружающего воздуха слишком мало (Ambient air temperature sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 7 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU Connector pin7 short to ground or open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
172	3	2-4-3	Показание датчика температуры на впуске воздуха слишком велико (Intake air temperature sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 9 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU Connector pin9 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	75%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
172	4	2-4-4	Показание датчика температуры на впуске воздуха слишком мало (Intake air temperature sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 9 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU Connector pin9 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	75%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
173	0	2-5-1	Превышена температура катализатора (Catalyst over temperature fault)	Температура катализатора превышает калиброванный предел (Catalyst temperature exceeds calibrated limit)	Проверить датчик. Возникшая неисправность не связана с дефек-том датчика. - Check the sensor. It is the range fault not sensor fault	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
173	2	2-5-2	Неправильная реакция температуры катализатора (Catalyst temperature response fault)	Выходной сигнал датчика температуры неправдоподобный. Отказ датчика (Temperature sensor output is outside the response expectations of the system. Sensor may have been tampered with)	Пустить холодный двигатель, контролировать температуру ОЖ. Проверить правильность установки датчика. Заменить датчик. - Start engine at cold, monitor the coolant temperature. - Check the sensor installation. - Replace the sensor	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
173	3	2-5-3	Высокое сопротивление датчика температуры катализатора (Catalyst temperature sensor resistance high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 56 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin56 short to battery	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блинка код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
173	4	2-5-4	Низкое сопротивление датчика температуры катализатора (Catalyst temperature sensor resistance low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 56 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin56 short to ground or open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
174	3	2-6-1	Высокое сопротивление датчика температуры в топливной рампе (Fuel rail temperature sensor resistance high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 54 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin54 short to battery	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
174	4	2-6-2	Низкое сопротивление датчика температуры в топливной рампе (Fuel rail temperature sensor resistance low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 54 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin54 short to ground or open circuit	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
175	3	2-6-3	Высокое сопротивление датчика температуры моторного масла (Engine Oil temperature sensor resistance high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 6 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin6 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
175	4	2-6-4	Низкое сопротивление датчика температуры моторного масла (Engine Oil temperature sensor resistance low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыва в цепи контакта 6 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin6 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
190	0	2-6-5	Обороты двигателя недопустимо велики (Engine over speed)	Обороты двигателя недопусти-мо велики (Engine over speed)	Не является ошибкой - Not a fault but the record	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
411	0	3-1-1	Нарушен диапазон датчика дифференциального давления EGR (выход за верхний предел) (EGR differential pressure outside range of sensor (high))	Дифференциальное давление слишком высокое (High differential pressure)	Проверить правильность установки датчика. Проверить датчик на соответствие. - Check the sensor installation. - Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
411	1	3-1-2	Нарушен диапазон датчика дифференциального давления EGR (выход за нижний предел) (EGR differential pressure outside range of sensor (low))	Низкий перепад давления (отрицательный). Датчик может быть установлен неправильно (Low differential pressure (negative) Sensor may be plumed in reverse)	Проверить правильность установки датчика. Проверить датчик на соответствие. - Check the sensor installation. - Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
411	3	3-1-3	Завышенное показание датчика дифференциального давления EGR (EGR differential pressure sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 76 в разьеме ЭБУ. Check if the ECU connector pin76 short to battery	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
411	4	3-1-4	Заниженное показание датчика дифференциального давления EGR (EGR differential pressure sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыв в цепи контакта 76 в разьеме ЭБУ. - Check if the ECU connector pin76 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
636	5	3-4-5	Датчик положения распределительного вала двигателя: Некорректный сигнал. Engine position (Camshaft) sensor: Data erratic, intermittent or incorrect.	Некорректный сигнал датчика распределительного вала. Valid camshaft signal not identified.	Проверить разъем. Заменить датчик. Check connector Replace sensor	Нет None	100%	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF
637	5	3-5-6	Датчик положения коленчатого вала двигателя: Некорректный сигнал. Engine timing (Crankshaft) sensor: Data erratic, intermittent or incorrect.	Некорректный сигнал датчика коленчатого вала. Valid crankshaft signal not identified.	Проверить разъем. Заменить датчик. Check connector Replace sensor	Нет None	100%	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF
651 652 653 654 655 656	3	3-2-1 3-2-2 3-2-3 3-2-4 3-2-5 3-2-6	Форсунка (1 - 6): короткое замыкание цепи (Injector (1 to 6): short circuit load)	Короткое замыкание цепи форсунки на плюс питания (Injector shorted high)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контактов в разьеме ЭБУ. 1 контакт 113, 2 контакт 112, 3 контакт 111, 4 контакт 110, 5 контакт 109, 6 контакт 108 Заменить неисправную форсунку при необходимости. - Check if the ECU connector pins short to battery inj1 pin 113, inj2 pin 112, inj3 pin 111, inj4 pin 110, inj5 pin 109, inj6 pin 108 - Replace or swap injectors	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блинка код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
651 652 653 654 655 656	5	3-3-1 3-3-2 3-3-3 3-3-4 3-3-5 3-3-6	Форсунка (1 - 6): обрыв цепи (Injector (1 to 6): open circuit load)	Проверить предохранитель цепи форсунок (Injector power fuse may be blown)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыв в цепи контактов в разъеме ЭБУ 1 контакт 113, 2 контакт 112, 3 контакт 111, 4 контакт 110, 5 контакт 109, 6 контакт 108 Заменить неисправную форсунку при необходимости. - Check if the ECU connector pins short to ground or open circuit inj1 pin 113, inj2 pin 112, inj3 pin 111, inj4 pin 110, inj5 pin 109, inj6 pin 108. - Replace or swap injectors	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
731	4	3-4-1	Неправдоподобный выходной сигнал датчика детонации 1 (Knock sensor 1 rationality fault)	Значение напряжения на выходе датчика ниже ожидаемого. Ошибка установки датчика. (Measured voltage is below minimum expected value. Sensor potentially disconnected)	Проверить правильность установки датчика. Проверить разъем датчика. - Check the sensor installation/ - Check the sensor connector	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
977	3	3-4-2	Цепь управления вентилятором: короткое замыкание на плюс (Fan driver short high (short to supply) fault)	Короткое замыкание на плюс питания или обрыв цепи управления вентилятором (Short to power or open circuit on output driver pin)	Проверить замыкание контактов на плюс АКБ в разъеме привода вентилятора. - Check if the output driver pins short to battery	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
977	5	3-4-3	Цепь управления вентилятором: обрыв цепи (Fan driver open circuit)	Обрыв цепи управления вентилятором (Open circuit on output driver pin)	Проверить обрыв в цепи питания привода вентилятора. - Check if the output driver pins open circuit	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
977	6	3-4-4	Цепь управления вентилятором: короткое замыкание на массу (Fan driver short low fault)	Короткое замыкание цепи управления вентилятором на массу (Short to ground on output driver pin)	Проверить замыкание контактов на массу в разъеме привода вентилятора. - Check if the output driver pins short to ground	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1205	7	3-4-5	Сработал датчик инерции автомобиля (Vehicle Inertia Switch Active)	Авария ТС (Vehicle crashed)		Выключение двигателя (Engine Cut)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
1239	7	3-4-6	Обнаружена утечка газа (Gas leak detected)	Утечка газа в рампе или рядом с рампой (Gas leakage in/near the fuel rail)	Сбросить ошибку. Выбрать режим тестирования топливной системы на утечки газа. Проверить наличие запаха газа. Остановить двигатель на несколько часов, затем повторно проверить статус неисправности. - Reset the fault. - Select gas leak test in service routine. - Check for the smell of gas. - Soak the car for hours then check the fault state	Выключение двигателя (Engine Cut)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
1268 1269 1270 1271 1272 1273	3	3-5-1 3-5-2 3-5-3 3-5-4 3-5-5 3-5-6	Катушка зажигания (1 - 6): короткое замыкание цепи (Ignition coil (1 to 6): short circuit load)	Короткое замыкание на плюс цепи управления катушкой зажигания (Ignition signal line shorted high)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контактов разъема. - Check if the connector pins short to battery	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1268 1269 1270 1271 1272 1273	5	3-6-1 3-6-2 3-6-3 3-6-4 3-6-5 3-6-6	Катушка зажигания (1 - 6): обрыв цепи (Ignition coil (1 to 6): open circuit load)	Катушка зажигания не подключена к ЭБУ (тест проводится при включении зажигания) (Ignition coil not connected (tested at ECU power-up))	Проверить правильность установки и разъем. - Check the installation and connector	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1321	3	4-1-1	Цепь включения реле стартера: короткое замыкание на плюс питания (Starter relay driver short high (short to supply) fault)	Короткое замыкание на плюс питания или обрыв цепи на выходной контакт (Short to power or open circuit on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контактов реле стартера. - Check if the output driver pins short to battery	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1321	5	4-1-2	Цепь включения реле стартера: обрыв цепи (Starter relay driver open circuit)	Обрыв цепи (Open circuit on output driver pin)	Проверить обрыв в цепи питания реле стартера. - Check if the output driver pins open circuit	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1321	6	4-1-3	Цепь включения реле стартера: перегрузка по току (Starter relay driver short low fault)	Короткое замыкание на массу (Short to ground on output driver pin)	Проверить замыкание контактов на массу реле стартера. - Check if the output driver pins short to ground	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Бlink код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
1323 1324 1325 1326 1327 1328	11	4-2-1 4-2-2 4-2-3 4-2-4 4-2-5 4-2-6	Пропуски зажигания в цилиндре X (уровень выше приемлемого уровня) (Misfire cylinder X fault (level above acceptable level))	Количество пропусков за заданное время превысило максимально допустимое для работы нейтрализатора (Number of misfires observed in the misfire window is greater than the catalyst damage threshold)	Проверить и заменить, при необходимости, свечу зажигания. Проверить давление в цилиндре. Проверить и заменить, при необходимости, катушку зажигания. Проверить и заменить, при необходимости, форсунку. - Check or replace spark plug. - Check cylinder pressure. - Check or replace ignition coil. - Check or replace injector	Нет (None)	100%	0	255	OFF	OFF	OFF	OFF
1323 1324 1325 1326 1327 1328	31	4-2-1 4-2-2 4-2-3 4-2-4 4-2-5 4-2-6	Пропуск зажигания в цилиндре X (порог повреждения катализатора) (Misfire cylinder X fault (catalyst damage threshold))	Количество пропусков за заданное время превысило максимально допустимое для работы нейтрализатора (Number of misfires observed in the misfire window is greater than the catalyst damage threshold)	Проверить и заменить, при необходимости, свечу зажигания. Проверить давление в цилиндре. Проверить и заменить, при необходимости, катушку зажигания. Проверить и заменить, при необходимости, форсунку. - Check or replace spark plug. - Check cylinder pressure. - Check or replace ignition coil. - Check or replace injector	Нет (None)	100%	0	255	OFF	OFF	OFF	OFF
1352 1353 1354 1355 1356 1357	31	4-3-1 4-3-2 4-3-3 4-3-4 4-3-5 4-3-6	Детонация в цилиндре X (Excessive knock cylinder X (X=1..6))	Детонация в цилиндре X (Excessive knock cylinder X (X=1..6))	Проверить правильность установки датчика. Проверить температуру всасываемого воздуха. Проверить качество топлива. - Check the sensor installation. - Check the intake air temperature. - Check the fuel quality	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1482	9	4-4-1	Отсутствует сообщение противобуксовочной системы (механическая трансмиссия) (ETC absent node (manual transmission vehicles))	Противобуксовочная система (ETC absent node)		Нет (None)	100%	0	255	OFF	OFF	OFF	OFF
1482	9	4-4-2	Отсутствует сообщение противобуксовочной системы (автоматическая трансмиссия) (ETC absent node (automatic transmission vehicles))	Противобуксовочная система (ETC absent node)		Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1677	3	4-4-3	Цепь управления реле подогрева-теля воздуха: короткое замыкание на плюс (Air Heater driver short high (short to supply) fault)	Короткое замыкание на плюс питания или обрыв цепи управления реле подогревателя воздуха (Short to power or open circuit on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБконтактов в разьеме реле подогревателя. - Check if the output driver pins short to battery	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
1677	5	4-4-4	Цепь управления реле подогревате-ля воздуха: обрыв цепи (Air Heater driver open circuit)	Обрыв цепи управления реле подогревателя воздуха (Open circuit on output driver pin)	Проверить обрыв в цепи питания реле подогревателя. - Check if the output driver pins open circuit	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
1677	6	4-4-5	Цепь управления реле подогревателя воздуха: короткое замыкание на массу (Air Heater driver short low fault)	Короткое замыкание на массу цепи управления реле подогревателя воздуха (Short to ground on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на массу контактов в разьеме реле подогревателя. - Check if the output driver pins short to ground	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2623	0	4-5-1	Показание датчика положения педали выше верхнего предела - вторичный датчик (Pedal sensor sample out of range high fault - secondary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие. - Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2623	1	4-5-2	Показание датчика положения педали ниже нижнего предела - вторичный датчик (Pedal sensor sample out of range low fault - secondary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие. - Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2623	3	4-5-3	Неправильное показание датчика педали нарушение верхнего предела - вторичный датчик (Invalid pedal sensor sample high fault - secondary sensor)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание контакта 69 на плюс батареи. - Check if the connector pin69 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2623	4	4-5-4	Неправильное показание датчика педали нарушение нижнего предела - вторичный датчик (Invalid pedal sensor sample low fault - secondary sensor)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание контакта 69 на массу или обрыв цепи. - Check if the connector pin69 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1))	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2623	7	4-5-5	Отказ концевого выключателя педали - вторичный датчик (Pedal end stop adaptation fault - secondary sensor)	Недопустимое положение педали газа в полностью нажатом состоянии (End stop adaptation outside of acceptable range)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения педали, выключить зажигание и включить снова. Заменив педаль. - Check the part number. - Reset the position adaptation in service routine, then Key-off and learn again. - Replace pedal	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2627	4	4-6-1	Цепь управления отсечного клапана на баллонах: короткое замыкание на массу (Tank lock-off valve short to ground)	Цепь управления отсечного клапана на баллонах: короткое замыкание на массу (Tank lock-off valve short to ground)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 51. - Check if the connector pin51 short to ground	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2627	5	4-6-2	Цепь управления отсечного клапана на баллонах: обрыв цепи (Tank lock-off valve open circuit load)	Обрыв цепи или короткое замыкание на массу (ошибка обнаруживается, когда отсечной клапан отключен). (Load open circuit or short to ground (detected when output is NOT being driven))	Проверить обрыв в цепи контакта 51. - Check f the connector pin51 open circuit	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
2627	6	4-6-3	Перегрузка в цепи управления отсечного клапана на баллонах (Tank lock-off valve over current)	Ток управления соленоидом (или реле) выше допустимого из-за короткого замыкания на плюс питания или из-за низкого сопротивления нагрузки цепи управления. Ошибка обнаруживается при включении клапана (Driver current draw too high - partial short to power on drive side of solenoid or load resistance low (potential driver shut down). (will be detected when output is being driven))	Проверить сопротивление датчика. Заменить датчик. - Check the sensor resistance. - Replace sensor	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2628	4	4-6-4	Цепь управления отсечного клапана на редукторе: короткое замыкание на массу (Regulator lock-off valve short to ground)	Цепь управления отсечного клапана на редукторе: короткое замыкание на массу (Regulator lock-off valve short to ground)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 5. - Check if the connector pin5 short to ground	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2628	5	4-6-5	Цепь управления отсечного клапана на редукторе: обрыв цепи (Regulator lock-off valve open circuit load)	Обрыв цепи управления клапаном или короткое замыкание на массу. Ошибка обнаруживается при включении отсечного клапана (Load open circuit or short to ground (will be detected when output is being driven))	Проверить обрыв в цепи контакта 5 разъема при включенном зажигании. - Check if the connector pin5 open circuit at key-on	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2628	6	4-6-6	Перегрузка в цепи управления отсечного клапана на редукторе (Regulator lock-off valve over current)	Ток управления соленоидом (или реле) выше допустимого из-за короткого замыкания на плюс питания или из-за низкого сопротивления нагрузки цепи управления. Ошибка обнаруживается при включении клапана (Driver current draw too high - partial short to power on drive side of solenoid or load resistance low (potential driver shut down). (will be detected when output is being driven))	Проверить сопротивление датчика. Заменить датчик. - Check the sensor resistance. - Replace sensor	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2631	0	5-1-1	Превышение допустимого наддува (Over boost fault)	Давление превысило допустимый уровень. Отказ перепускного клапана турбины (Pressure exceeds calibrated fault threshold. Waste gate controller failure, Waste gate failure)	Проверить заклинивание перепускного клапана турбины. - Check the waste gate stuck	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2631	3	5-1-2	Превышение диапазона датчика давления воздуха до дроссельной заслонки (Pre-throttle air pressure sensor sample high fault)	Короткое замыкание на плюс питания датчика или обрыв цепи (Short to battery / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 10. - Check if the connector pin10 short to battery	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
2631	4	5-1-3	Нарушение нижнего предела диапазона датчика давления воздуха до дроссельной заслонки (Pre-throttle air pressure sensor sample low fault)	Короткое замыкание на массу (Short to ground)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыв в цепи контакта 10. - Check if the connector pin10 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
3050	13	5-1-4	Ошибка теста эффективности нейтрализатора (Catalyst efficiency fault)	Тест эффективности работы нейтрализатора провален (Catalyst has failed the catalyst monitor fault)	Проверить наработку. Сбросить ошибку. Проехать на транспортном средстве по дороге не менее 2 мин. Проверить статус неисправности. Заменить передние и задние датчики кислорода, и повторить пробег. - Check the mileage. - Reset the fault. - Drive the vehicle steady state for more than 2min in freeway. - Check the fault state. - Replace front and rear O2 sensors, and repeat the freeway drive	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	2	ON	OFF	OFF	OFF
3055	0	5-1-5	Регулировка подачи топлива: величина STFT выше допустимого уровня (Fuel trim above expected range fault condition)	Подача топлива значительно отличается от расчетной (Fuel trim shift in fuelling/airflow of engine)	Опорожнить бак и заправить его газом повторно. Удалить ошибку, затем проехать по дороге более 2 мин. - Empty the tank and refuel the standard gas. -Reset fault then drive on freeway steady state more than 2 min	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3055	1	5-1-6	Регулировка подачи газа: величина STFT ниже допустимого уровня (Fuel trim below expected range fault condition)	Подача топлива значительно отличается от расчетной (Fuel trim shift in fuelling/airflow of engine)	Проверить уровень топлива в баке. - Check the fuel tank level	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3058	7	5-1-7	Неправильная реакция регулятора потока EGR (EGR flow controller response fault)	Интегральная составляющая выхода регулятора расхода EGR в ЭБУ достигла предельно допустимого значения (EGR flow controller integral term has wound out to its limits)	Проверить заклинивание клапана рециркуляции ОГ. Проверить давление воздуха, подаваемого в актуатор. - Check the EGR valve stuck - Check the supply pressure of the actuator	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3222	5	5-2-1	Размыкание цепи нагрева переднего датчика кислорода (Front O <sub>2</sub> sensor heater open circuit fault)	Ошибка подключения датчика, выход из строя подогревателя датчика (harness failure / heater element failure)	Проверить обрыв в цепи контакта 24. - Check if the connector pin24 open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	0	ON	OFF	OFF	OFF
3222	6	5-2-2	Перегрев цепи переднего датчика кислорода (Front O <sub>2</sub> sensor heater overload fault)	Перегрев цепи переднего датчика кислорода (Front O <sub>2</sub> sensor heater overload fault)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 24. - Check if the connector pin24 short to ground	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	0	ON	OFF	OFF	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
3222	10	5-2-3	Неправильная реакция нагревателя переднего датчика кислорода (Front O <sub>2</sub> sensor heater response fault)	Подогрев датчика не приводит к ожидаемому значению выходного сигнала, превышено время достижения заданного состояния датчика. (Rationality fault - heater output is not resulting in expected feedback response (time taken to reach setpoint))	Проверить установку датчика. Заменить датчик. - Check the installation of the sensor. - Replace sensor	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	0	ON	OFF	OFF	OFF
3225	0	5-2-4	Напряжение переднего датчика кислорода высокое (богатая смесь) (Front O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck high (rich))	Выходной сигнал переднего датчика кислорода постоянно высокий (богатая смесь). (Front O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck high)	Общая проверка: - проверить датчик кислорода; - проверить форсунки; - проверить дроссель; - проверить катушки зажигания; - проверить утечки воздуха. General check: - inspect the O <sub>2</sub> sensor - injector test - throttle test - ignition coil test - air leakage	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
3225	1	5-2-5	Напряжение переднего датчика кислорода низкое (бедная смесь) (Front O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck lo (lean))	Выходной сигнал переднего датчика кислорода постоянно низкий (бедная смесь) (Front O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck low)	Общая проверка: - проверить датчик кислорода; - проверить форсунки; - проверить дроссель; - проверить катушки зажигания; - проверить утечки воздуха. General check: - inspect the O <sub>2</sub> sensor - injector test - throttle test - ignition coil test - air leakage	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
3225	5	5-2-6	Обрыв выходной цепи переднего датчика кислорода (Front O <sub>2</sub> sensor open circuit)	Обрыв выходной цепи переднего датчика кислорода (Front O <sub>2</sub> sensor open circuit)	Проверить установку датчика и обрыв в цепи контактов 20, 21 в разьеме ЭБУ. - Check the installation and signal pin20,21 in connector open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	0	ON	OFF	OFF	OFF
3225	10	5-2-7	Датчик кислорода не прошел проверку монитора реагирования (Oxygen sensor has failed response monitor checks)	Старый / Отказ датчика кислорода (Old / Degraded oxygen sensor)	Заменить датчик кислорода. - Replace the O <sub>2</sub> sensor	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	0	2	ON	OFF	OFF	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
3232	5	5-3-1	Цепь управления подогревателем заднего датчика кислорода: обрыв цепи (Rear O <sub>2</sub> sensor heater open circuit fault)	Ошибка подключения датчика, выход из строя подогревателя датчика (harness failure / heater element failure)	Проверить обрыв в цепи контакта 43. - Check if the connector pin43 open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
3232	6	5-3-2	Перегрузка нагревателя заднего датчика кислорода (Rear O <sub>2</sub> sensor heater overload)	Перегрузка нагревателя заднего датчика кислорода (Rear O <sub>2</sub> sensor heater overload)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 43. - Check if the connector pin43 short to ground	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
3232	10	5-3-3	Неправильная реакция нагревателя заднего датчика кислорода (Rear O <sub>2</sub> sensor heater response fault)	Подогрев датчика не приводит к ожидаемому значению выходного сигнала, превышено время достижения заданного состояния датчика (Rationality fault - heater output is not resulting in expected feedback response (time taken to reach setpoint))	Проверить установку датчика. Заменить датчик. - Check the installation of the sensor. - Replace sensor	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
3235	0	5-3-4	Напряжение заднего датчика кислорода высокое (богатая смесь) (Rear O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck high (rich))	Выходной сигнал заднего датчика кислорода постоянно высокий (богатая смесь) (Rear O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck high)	Общая проверка: - проверить датчик кислорода; - проверить форсунки; - проверить дроссель; - проверить катушки зажигания; - проверить утечки воздуха. General check: - inspect the O2 sensor - injector test - throttle test - ignition coil test - air leakage	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
3235	1	5-3-5	Напряжение заднего датчика кислорода низкое (бедная смесь) (Rear O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck lo (lean))	Выходной сигнал заднего датчика кислорода постоянно низкий (бедная смесь) (Rear O <sub>2</sub> sensor voltage is stuck low)	Общая проверка: - проверить датчик кислорода; - проверить форсунки; - проверить дроссель; - проверить катушки зажигания; - проверить утечки воздуха. General check: - inspect the O2 sensor - injector test - throttle test - ignition coil test - air leakage	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
3235	5	5-3-6	Обрыв выходной цепи заднего датчика кислорода (Rear O <sub>2</sub> sensor open circuit)	Обрыв выходной цепи заднего датчика кислорода (Rear O <sub>2</sub> sensor open circuit)	Проверить установку датчика и обрыв в цепи контактов 22, 23 в разъеме ЭБУ. - Check the installation and signal pin22,23 in connector open circuit	Выход выбросов из диапазона (OBD Emissions DeRate)	75%	36	2	ON	OFF	OFF	OFF
3470	3	5-4-1	Отказ, вызванный уменьшением максимального хода привода перепускного клапана компрессора (Compressor Bypass Valve driver short high (short to supply) fault)	Короткое замыкание на плюс или обрыв цепи управления (Short to power or open circuit on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 60 в цепи управления перепускного клапана. - Check if the output driver pin60 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3470	5	5-4-2	Размыкание цепи привода перепускного клапана компрессора (Compressor Bypass Valve driver open circuit)	Обрыв цепи управления (Open circuit on output driver pin)	Проверить обрыв в цепи контакта 60 привода перепускного клапана. - Check if the output driver pin60 open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3470	6	5-4-3	Отказ, вызванный уменьшением минимального хода привода перепускного клапана компрессора (Compressor Bypass Valve driver short low fault)	Короткое замыкание на массу (Short to ground on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 60 в цепи управления перепускного клапана. - Check if the output driver pin60 short to ground	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3509	0	5-4-4	Напряжение питания 0: напряжение слишком высокое (Reference voltage 0: voltage too high)	Напряжение питания 0: напряжение слишком высокое (Reference voltage 0: voltage too high)		Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3509	1	5-4-5	Напряжение питания 0: напряжение слишком низкое (Reference voltage 0: voltage too low)	Напряжение питания 0: напряжение слишком низкое (Reference voltage 0: voltage too low)		Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3510	0	5-5-1	Напряжение питания 1: напряжение слишком высокое (Reference voltage 1: voltage too high)	Напряжение питания 1: напряжение слишком высокое (Reference voltage 1: voltage too high)	Проверить короткое замыкание контакта 68 (питание MAP и датчика педали 2) на плюс АКБ. Заменить ЭБУ. - Check Pin68 (MAP, pedal2 Ref1) voltage short to high. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3510	1	5-5-2	Напряжение питания 1: напряжение слишком низкое (Reference voltage 1: voltage too low)	Напряжение питания 1: напряжение слишком низкое (Reference voltage 1: voltage too low)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 68 (питание MAP и датчика педали 2). Проверить сопротивление провода между контактом 68 и массой со стороны разъема. Заменить ЭБУ. - Check Pin68 (MAP,pedal2 Ref1) voltage short to ground. - Check the resistance between Pin68 and ground on wire connector side. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
3511	0	5-5-3	Напряжение питания 2: напряжение слишком высокое (Reference voltage 2: voltage too high)	Напряжение питания 2: напряжение слишком высокое (Reference voltage 2: voltage too high)	Проверить короткое замыкание контакта 66 (питание датчика давления и температуры в рампе) на плюс АКБ Заменить ЭБУ. - Check Pin66 (Fuel rail pressure and Temp Ref2) voltage short to high. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3511	1	5-5-4	Напряжение питания 2: напряжение слишком низкое (Reference voltage 2: voltage too low)	Напряжение питания 2: напряжение слишком низкое (Reference voltage 2: voltage too low)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 66 (питание датчика давления и температуры в рампе). Проверить сопротивление провода между контактом 66 и массой со стороны разъема. Заменить ЭБУ. - Check Pin66 (Fuel rail pressure and Temp Ref2) short to ground. - Check the resistance between Pin66 and ground on wi. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3512	0	5-5-5	Напряжение питания 3: напряжение слишком высокое (Reference voltage 3: voltage too high)	Напряжение питания 3: напряжение слишком высокое (Reference voltage 3: voltage too high)	Проверить короткое замыкание контакта 64 на плюс АКБ. Заменить ЭБУ. - Check Pin64 (Ref3) voltage short to high. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3512	1	5-5-6	Напряжение питания 3: напряжение слишком низкое (Reference voltage 3: voltage too low)	Напряжение питания 3: напряжение слишком низкое (Reference voltage 3: voltage too low)	Проверить замыкание на массу контакта 64 (Ref3). Проверить сопротивление провода между контактом 64 и массой со стороны разъема. Заменить ЭБУ. - Check Pin64 (Ref3) short to ground. - Check the resistance between Pin64 and ground on wire connector side. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3513	0	5-6-1	Напряжение питания 4: напряжение слишком высокое (Reference voltage 4: voltage too high)	Напряжение питания 4: напряжение слишком высокое (Reference voltage 4: voltage too high)	Проверить короткое замыкание контакта 83 на плюс АКБ. Заменить ЭБУ. - Check Pin83 (ETB Ref4) voltage short to high. - Replace ECU	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
3513	1	5-6-2	Напряжение питания 4: напряжение слишком низкое (Reference voltage 4: voltage too low)	Напряжение питания 4: напряжение слишком низкое (Reference voltage 4: voltage too low)	Проверить замыкание на массу контакта 83 (Ref4). Проверить сопротивление провода между контактом 83 и массой со стороны разъема. Заменить ЭБУ. - Check Pin83 (ETB Ref4) short to ground. - Check the resistance between Pin83 and ground on wire connector side. - Replace ECU	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
3514	0	5-6-3	Напряжение питания 5: напряжение слишком высокое (Reference voltage 5: voltage too high)	Напряжение питания 5: напряжение слишком высокое (Reference voltage 5: voltage too high)	Проверить короткое замыкание контакта 52 на плюс АКБ (питание датчика температуры и давления воздуха перед дросселем TMAP). Заменить ЭБУ. - Check Pin52 (Pre-Throttle TMAP Ref5) voltage short to high. - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1))	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
3514	1	5-6-4	Напряжение питания 5: напряжение слишком низкое (Reference voltage 5: voltage too low)	Напряжение питания 5: напряжение слишком низкое (Reference voltage 5: voltage too low)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 52 (перед дросселем TMAP Ref5). Проверить сопротивление провода между контактом 52 и массой со стороны разъема. Заменить ЭБУ. - Check Pin52 (Pre-Throttle TMAP Ref5) short to ground - Check the resistance between Pin52 and ground on wire connector side - Replace ECU	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
4236	0		Краткосрочная топливная коррекция выше максимально допустимого значения. Short term fuel offset above expected range fault condition	Кратковременное изменение подачи газа или воздуха в двигатель (по показаниям датчика кислорода). Short term shift in fuelling/airflow of engine	Сбросить накопленное значение топливной коррекции. Проверить уровень топлива в баке. Проверить утечки воздуха в системе впуска. - Reset the close loop trim. - Check the fuel tank level. - Check the airflow leakage of intake system								
4236	1		Краткосрочная топливная коррекция ниже минимально допустимого значения. Short term fuel offset below expected range fault condition	Кратковременное изменение подачи газа или воздуха в двигатель (по показаниям датчика кислорода). Short term shift in fuelling/airflow of engine	Сбросить накопленное значение топливной коррекции. Проверить датчик MAP на соответствие. Проверить утечки воздуха в системе впуска. -Reset the close loop trim. - Check the MAP sensor part number. - Check the airflow leakage of intake system								

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
4237	0		Долгосрочная топливная коррекция выше максимально допустимого значения. Long term fuel trim above expected range	Длительное изменение подачи газа или воздуха в двигатель (по показаниям датчика кислорода).	Проверить датчик кислорода. Проверить газовые распылители форсунок. Проверить дроссельную заслонку. Проверить впускной коллектор на герметичность. - Check Lambda sensor. - Check CNG injector holes. - Check Intake throttle. - Check Intake manifold for leaks								
4237	1		Долгосрочная топливная коррекция ниже минимально допустимого значения. Long term fuel trim below expected range	Длительное изменение подачи газа или воздуха в двигатель (по показаниям датчика кислорода).	Проверить датчик кислорода. Проверить газовые распылители форсунок. Проверить дроссельную заслонку. Проверить впускной коллектор на герметичность. - Check Lambda sensor. - Check CNG injectors. - Check Intake throttle. - Check Intake manifold for leaks								
5371	3	6-1-1	Кратковременный отказ, вызванный уменьшением максимального хода привода перепускного клапана турбины (недостаточная подача) (Waste gate actuator driver short high (short to supply) fault)	Короткое замыкание на плюс или обрыв цепи (Short to power or open circuit on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 75 в цепи управления перепускного клапана турбины. - Check if the output driver pin75 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5371	5	6-1-2	Размыкание цепи привода перепускного клапана турбины (Waste gate actuator driver open circuit)	Обрыв цепи (Open circuit on output driver pin)	Проверить обрыв в цепи контакта 75 перепускного клапана турбины. - Check if the output driver pin75 open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5371	6	6-1-3	Кратковременный отказ, вызванный уменьшением минимального хода привода перепускного клапана турбины (недостаточная подача) (Waste gate actuator driver short low fault)	Короткое замыкание на массу (Short to ground on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 75в цепи управления перепускного клапана турбины. - Check if the output driver pin75 short to ground	Нет (None)	100%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5371	7	6-1-4	Неправильная реакция привода перепускного клапана турбины (Waste gate actuator response fault)	Не устанавливается заданное значение давления наддува (Waste gate actuator is not in control of boost pressure)	Проверить заклинивание или повреждение перепускного клапана турбины. Проверить перепускной клапан турбины на соответствие. Проверить начальное давление для перемещения привода (актуатора). - Check if the waste gate mechanically stuck or damage. - Check the waste gate actuator part number. - Check the initial pressure to move the actuator	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
5375	2	6-2-1	Неправильная реакция дроссельной заслонки (ETB response fault)	Дроссельная заслонка не устанавливается в заданное положение (Throttle not achieving position setpoint)	Проверить дроссельную заслонку на соответствие. Проверить заклинивание дросселя. Проверить утечку воздуха. - Check the part number of ETB. - Check if the throttle stuck mechanically. - Check air leakage	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5375	3	6-2-2	Кратковременное превышение величины хода привода дроссельной заслонки (ETB driver short high fault)	Короткое замыкание на плюс в микросхеме контроллера привода дроссельной заслонки в ЭБУ (Short circuit on one or both sides of H-Bridge)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контактов 115, 117 в цепи управления дроссельной заслонкой. - Check if the output driver pin115,117 short to battery	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5375	4	6-2-3	Кратковременное занижение величины привода дроссельной заслонки (ETB driver short low fault)	Короткое замыкание на минус в микросхеме контроллера привода дроссельной заслонки в ЭБУ (Short circuit on one or both sides of H-Bridge)	Проверить короткое замыкание на массу контактов 115, 117 в цепи управления дроссельной заслонкой. - Check if the output driver pin115,117 short to ground	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5375	5	6-2-4	Размыкание цепи привода дроссельной заслонки (ETB driver open circuit fault)	Нет нагрузки на выходе микросхемы контроллера привода дроссельной заслонки в ЭБУ (Open circuit on one or both sides of H-Bridge)	Проверить обрыв в цепи контактов 115, 117 дроссельной заслонки. - Check if the output driver pin115,117 open circuit	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5375	6	6-2-5	Сбой по перегрузке или перегреву привода дроссельной заслонки (ETB driver overload fault OR ETB driver over temperature fault)	Выводы микросхемы контроллера привода дроссельной заслонки закорочены между собой. Контроллер отключился из-за перегрева. (The two sides of the H-bridge are shorted together. Will eventually result in the H-bridge driver shutting down due to thermal limit)		Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5375	7	6-2-6	Ошибка реакции дроссельной заслонки – Невозможно уменьшить поток воздуха (поток воздуха больше требуемого) (ETB response fault - Unable to reduce airflow (airflow greater than demand))	Дроссельная заслонка не устанавливается в заданное положение. Возможная причина: отказ механики дроссельной заслонки, ТКР, клапана перепуска турбины "вест-гейт" и т.п. (Throtle position controller is not achiving desired setpoint. Potentially due to a mechanical failure of the ETB / Turbo / Wastegate etc)	Проверить заклинивание дроссельной заслонки. Проверить заклинивание перепускного клапана турбины. - Check ETB stuck. - Check waste gate stuck	Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5375	31	6-2-7	Перегрев привода дроссельной заслонки (ETB driver over temperature fault)	Цепь управления приводом дроссельной заслонки в ЭБУ отключилась из-за перегрева (H-Bridge driver shut down by thermal limit)		Принудительный холостой ход (Forced Idle)	0%	0	0	OFF	OFF	OFF	ON
5543	3	6-3-1	Цепь управления клапаном моторного тормоза: короткое замыкание на плюс (Exhaust Brake driver short high (short to supply) fault)	Короткое замыкание на плюс питания или обрыв цепи управления клапаном моторного тормоза (Short to power or open circuit on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 1 в цепи управления клапаном моторного тормоза. - Check if the output driver pin1 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Продолжение таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Derate)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
5543	5	6-3-2	Цепь управления клапаном моторного тормоза: обрыв цепи (Exhaust Brake driver open circuit)	Обрыв цепи управления клапаном моторного тормоза (Open circuit on output driver pin)	Проверить обрыв в цепи контакта 1 управления клапаном моторного тормоза. - Check if the output driver pin1 open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5543	6	6-3-3	Цепь управления клапаном моторного тормоза: короткое замыкание на массу (Exhaust Brake driver short low fault)	Короткое замыкание цепи управления клапаном моторного тормоза на массу (Short to ground on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на массу контакта 1 в цепи управления клапаном моторного тормоза. - Check if the output driver pin1 short to ground	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5763	2	6-4-1	Заслонка EGR не устанавливается в заданное положение (EGR valve actuator response fault)	Исполнительный механизм заслонки EGR не может достичь заданного положения (EGR valve actuator is unable to achieve required set point position)	Проверить деталь на соответствие. Проверить заклинивание клапана EGR. Проверить давление воздуха, подаваемого к актуатору заслонки ПОГ. - Check the part number. - Check the EGR valve stuck. - Check the supply pressure to EGR actuator	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5763	3	6-4-2	Нехватка верхней величины напряжения на привод клапана EGR (EGR valve actuator supply voltage high fault)	Напряжение питания превышает заданное предельно допустимое значение (Voltage supply to EGR actuator is above supplier specification)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контактов в цепи управления клапана ПОГ. - Check if the output driver pins short to battery	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5763	4	6-4-3	Нехватка нижней величины напряжения на привод клапана EGR (EGR valve actuator supply voltage low fault)	Напряжение питания ниже заданного минимального значения (Voltage supply to EGR actuator is below supplier specification)	Проверить короткое замыкание на массу контактов в цепи управления клапана ПОГ. - Check if the output driver pins short to ground	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5763	5	6-4-4	Обрыв цепи управления привода заслонки EGR (EGR valve acuator driver open circuit fault)	Исполнительный механизм не подключен (Actuator not connected)	Проверить обрыв в цепи контактов привода заслонки ПОГ. - Check if the output driver pins open circuit	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
5763	6	6-4-5	Превышен максимальный ток привода клапана EGR (EGR valve acuator driver over current fault)	Короткое замыкание на плюс (Short to power on output driver pin)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контактов в цепи управления клапана ПОГ. - Check if the output driver pins short to battery	Уровень защиты двигателя 2 (Engine Protect Level 2)	50%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
6650	0	6-5-1	Показание датчика положения дроссельной заслонки вне диапазона (превышен верхний предел) – вторичный датчик (Throttle position sensor sample out of range high fault - secondary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие. - Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

Окончание таблицы Д

SPN	FMI	Блик код (Blink Code)	Описание (Description)	Условие возникновения ошибки (Error Condition)	Способ и метод устранения неисправности (The process and method to eliminate Malfunction)	Тип ограничения мощности (DerateClass)	Выдаваемая мощность при ограничении (Load Limit)	Время до включения ограничения мощности (Time Until Dera)	Кол-во ездовых циклов с активной ошибкой перед вкл. лампы MIL (Pending Cycles)	Состояние лампы MIL (MIL Setting)	Состояние лампы PL (PL Setting)	Состояние лампы AWL (AWL Setting)	Состояние лампы RSL (RSL Setting)
6650	1	6-5-2	Показание датчика положения дроссельной заслонки вне диапазона (нарушен нижний предел) – вторичный датчик (Throttle position sensor sample out of range low fault - secondary sensor)	Датчик неисправен или неправильно отрегулирован (Incorrect sensor or sensor adjustment)	Проверить датчик на соответствие. - Check the sensor part number	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
6650	3	6-5-3	Неправильное значение датчика положения дроссельной заслонки (завышено) – вторичный датчик (Invalid throttle position sensor sample high fault - secondary sensor)	Короткое замыкание на плюс питания датчика (Short to battery)	Проверить короткое замыкание на плюс АКБ контакта 57. - check if the connector pin57 short to battery	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
6650	4	6-5-4	Неправильное значение датчика положения дроссельной заслонки (занижено) – вторичный датчик (Invalid throttle position sensor sample low fault - secondary sensor)	Короткое замыкание на массу или обрыв цепи (Short to ground / Open circuit)	Проверить короткое замыкание на массу или обрыв цепи контакта 57. - check if the connector pin57 short to ground or open circuit	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
6650	7	6-5-5	Сбой концевого выключателя положения дроссельной заслонки – вторичный датчик (Throttle position end stop adaptation fault - secondary sensor)	Недопустимое положение дроссельной заслонки в полностью открытом состоянии (End stop adaptation outside of acceptable range)	Проверить деталь на соответствие. Сбросить адаптацию положения дроссельной заслонки, выключить зажигание и включить снова. - Check the part number. - Reset the position adaptation in service routine, then Key-off and learn again	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF
6651	4	6-6-1	Неправдоподобный выходной сигнал датчика детонации 2 (Knock sensor 2 rationality fault)	Значение напряжения на выходе датчика ниже ожидаемого. Ошибка установки датчика (Measured voltage is below minimum expected value. Sensor potentially disconnected)	Проверить установку датчика. Проверить разъем датчика. - Check the sensor installation. - Check the sensor connector	Уровень защиты двигателя 1 (Engine Protect Level 1)	85%	0	0	OFF	OFF	ON	OFF

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ</b> .....	<b>4</b>
<b>1 УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ (ЭСУД)</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1.1</b> Общее устройство и принцип работы ЭСУД .....	<b>6</b>
<b>1.1.2</b> Принцип работы ЭСУД.....	<b>7</b>
<b>1.2 ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ (ЭБУ)</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.1</b> Устройство и характеристика.....	<b>10</b>
<b>1.3 ИНТЕРФЕЙСЫ СВЯЗИ</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3.1</b> Диагностический разъем.....	<b>11</b>
<b>1.4 ДАТЧИКИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ</b> .....	<b>12</b>
<b>1.4.1</b> Место установки датчиков .....	<b>12</b>
<b>1.4.2</b> Отказы датчиков .....	<b>20</b>
<b>1.4.3</b> Схема подключения датчиков .....	<b>20</b>
<b>1.4.4</b> Датчики частоты вращения двигателя <b>DG6</b> .....	<b>20</b>
1.4.4.1  Устройство и принцип работы датчика частоты вращения двигателя.....	<b>20</b>
1.4.4.2  Датчик частоты вращения коленчатого вала .....	<b>21</b>
1.4.4.2.1  Характеристика датчика.....	<b>22</b>
1.4.4.2.2  Конфигурация разъёма.....	<b>22</b>
1.4.4.3  Датчик частоты вращения распределительного вала.....	<b>22</b>
1.4.4.3.1  Конфигурация разъёма.....	<b>23</b>
1.4.4.4  Отказ датчиков частоты вращения двигателя.....	<b>23</b>
<b>1.4.5</b> Датчик давления и температуры наддувочного воздуха .....	<b>23</b>
1.4.5.1  Характеристика датчика .....	<b>24</b>
1.4.5.2  Конфигурация разъёма .....	<b>25</b>
<b>1.4.6</b> Датчик давления и температуры масла.....	<b>26</b>
1.4.6.1  Характеристика датчика .....	<b>26</b>
1.4.6.2  Конфигурация разъёма .....	<b>28</b>
<b>1.4.7</b> Датчик температуры охлаждающей жидкости.....	<b>28</b>
1.4.7.1  Характеристика датчика .....	<b>29</b>
1.4.7.2  Конфигурация разъёма .....	<b>29</b>
<b>1.4.8</b> Регулятор давления.....	<b>30</b>
1.4.8.1  Характеристика регулятора давления .....	<b>30</b>
1.4.8.2  Конфигурация разъёма .....	<b>30</b>
<b>1.4.9</b> Датчик температуры и давления газа в рампе .....	<b>31</b>
1.4.9.1  Характеристика датчика .....	<b>31</b>
1.4.9.2  Конфигурация разъёма .....	<b>31</b>
<b>1.4.10</b> Форсунка <b>CNG</b> с электромагнитным клапаном .....	<b>32</b>
1.4.10.1  Характеристика форсунки .....	<b>32</b>
1.4.10.2  Конфигурация разъёма .....	<b>33</b>
<b>1.4.11</b> Катушка зажигания .....	<b>33</b>
1.4.11.1  Характеристика катушки.....	<b>33</b>
1.4.11.2  Конфигурация разъёма .....	<b>33</b>
<b>1.4.12</b> Датчик детонации.....	<b>34</b>
1.4.12.1  Характеристика датчика детонации .....	<b>34</b>
1.4.12.2  Конфигурация разъёма .....	<b>35</b>
1.4.12.3  Отказ датчика детонации.....	<b>35</b>
<b>1.4.13</b> Система рециркуляции отработавших газов ( <b>РОГ</b> ) .....	<b>36</b>
1.4.13.1  Датчик положения заслонки системы <b>РОГ</b> .....	<b>36</b>
1.4.13.1.1  Характеристика датчика положения заслонки <b>РОГ</b> .....	<b>36</b>
1.4.13.1.2  Конфигурация разъёма.....	<b>37</b>
1.4.13.2  Клапан заслонки <b>РОГ</b> .....	<b>37</b>
1.4.13.2.1  Характеристика клапана заслонки <b>EGR</b> .....	<b>38</b>
1.4.13.2.2  Конфигурация разъёма.....	<b>38</b>
1.4.13.2.3  Отказ клапана заслонки <b>EGR</b> .....	<b>38</b>
<b>1.4.14</b> Датчик расхода газов системы <b>EGR</b> (Датчик дифференциального давления <b>ОГ</b> системы <b>РОГ</b> ).....	<b>38</b>
1.4.14.1  Характеристика датчика дифференциального давления <b>ОГ</b> системы <b>РОГ</b> .....	<b>39</b>
1.4.14.2  Конфигурация разъёма .....	<b>39</b>

1.4.15	Клапан управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР (EUV) .....	39
1.4.15.1	Характеристика Клапана управления перепуском отработавших газов на турбине ТКР .....	40
1.4.15.2	Конфигурация разъёма .....	40
1.4.16	Датчик температуры отработавших газов .....	40
1.4.16.1	Характеристика датчика температуры отработавших газов .....	41
1.4.16.2	Конфигурация разъёма .....	41
1.4.17	Датчик кислорода.....	41
1.4.17.1	Характеристика датчика кислорода.....	42
1.4.17.2	Конфигурация разъёма .....	42
1.4.17.3	Отказ датчика кислорода.....	43
1.4.18	Датчик температуры воздуха.....	44
1.4.18.1	Характеристика датчика температуры воздуха .....	44
1.4.18.2	Конфигурация разъёма .....	45
1.4.19	Датчик температуры окружающего воздуха.....	45
1.4.19.1	Конфигурация разъёма .....	45
1.4.20	Датчик давления воздуха.....	46
1.4.20.1	Характеристика датчика давления воздуха .....	46
1.4.20.2	Конфигурация разъёма .....	46
1.4.21	Клапан перепуска воздуха на компрессоре ТКР .....	46
1.4.21.1	Характеристика Клапана перепуска воздуха на компрессоре ТКР .....	47
1.4.21.2	Конфигурация разъёма .....	47
1.4.22	Дроссельная заслонка с датчиком положения.....	47
1.4.22.1	Конфигурация разъёма .....	48
1.4.23	Датчик положения педали акселератора (электронная педаль) .....	48
1.4.23.1	Устройство и принцип действия.....	48
1.4.23.2	Характеристика электронной педали .....	49
1.4.23.3	Конфигурация разъёма .....	49
1.5	ДАТЧИКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТС .....	49
1.5.1	Датчик положения педали тормоза.....	50
1.5.1.1	Отказ датчика положения педали тормоза.....	50
1.5.2	Датчик положения педали сцепления (для механической КП).....	50
1.5.2.1	Отказ датчика положения педали сцепления .....	50
1.5.3	Кнопка моторного тормоза .....	50
1.5.3.1	Отказ кнопки моторного тормоза .....	51
2	БОРТОВАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (БД СИСТЕМА) .....	52
2.1	НАЗНАЧЕНИЕ БД СИСТЕМЫ.....	52
2.2	ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ БД СИСТЕМЫ .....	53
2.3	ПЕРЕЧЕНЬ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, КОНТРОЛИРУЕМЫХ БД СИСТЕМОЙ .....	54
2.3.1	Системы и компоненты двигателя .....	54
2.3.2	Топливная система.....	55
2.3.3	Система ограничения оксидов азота .....	55
2.3.4	Система ограничения выбросов «твердых» частиц .....	55
2.4	ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ БД СИСТЕМЫ .....	55
2.4.1	Контроль системы ограничения оксидов азота.....	55
2.4.2	Контроль системы ограничения вредных частиц.....	56
2.4.3	Контроль системы топливоподачи .....	56
2.4.4	Алгоритм для определения выбросов оксидов азота.....	56
2.5	ОГРАНИЧИТЕЛЬ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА .....	56
2.5.1	Порядок приведения в действие ограничителя крутящего момента .....	56
2.5.2	Описание ограничений по внешней скоростной характеристике .....	56
2.6	ЛАМПА ИНДИКАТОРА СБОЯ (ИС) В БД СИСТЕМЕ.....	57
2.7	МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НАРУШЕНИЙ В РАБОТЕ ИЛИ ПЕРЕПРОГРАММИРОВАНИЮ ЭБУ ДВИГАТЕЛЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЮ ЛЮБЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ .....	57
3	ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ .....	58
3.1	САМОКОНТРОЛЬ ЭСУД ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТС .....	58
3.1.1	Самодиагностика ЭСУД.....	58
3.1.1.1	Контроль входных сигналов.....	58
3.1.1.2	Контроль выходных сигналов .....	58
3.1.1.3	Контроль внутренних функций электронного блока управления .....	59
3.1.1.4	Контроль связи между электронными блоками управления ТС.....	59

3.2	УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЯВЛЕНИИ НЕИСПРАВНОСТИ .....	59
3.2.1	Лампы индикации неисправностей .....	59
3.3	РЕГИСТРАЦИЯ КОДОВ НЕИСПРАВНОСТЕЙ .....	60
3.3.1	Обнаружение и устранение ошибок и неисправностей .....	61
3.3.1.1	Обнаружение ошибок и неисправностей .....	61
3.3.1.2	Сохранение информации о неисправностях .....	61
3.3.1.3	Функции в аварийном режиме (LIMP HOME) .....	61
3.3.1.4	Считывание и удаление ошибок .....	61
3.3.2	Работа двигателя при наличии активных диагностических кодов .....	61
3.3.3	Работа двигателя с периодически возникающими диагностическими кодами .....	62
3.4	КОМПЬЮТЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ .....	62
3.4.1	Оборудование для диагностики двигателя.....	62
3.4.2	Требования безопасности.....	64
3.4.3	Порядок проведения компьютерной диагностики.....	64
3.4.4	Коды неисправностей .....	65
3.5	ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ .....	65
3.5.1	Диагностика исполнительных механизмов.....	65
	Приложение А.....	66
	Рисунок А1 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Общий вид .....	66
	Рисунок А2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 1.....	67
	Рисунок А3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 2.....	68
	Рисунок А4 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 3.....	69
	Рисунок А5 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 4.....	70
	Рисунок А6 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53414 CNG (ПАЗ). Лист 5.....	71
	Приложение Б .....	72
	Рисунок Б1 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ). Общий вид ..	72
	Рисунок Б2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ). Лист 3 .....	73
	Рисунок Б3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ). Лист 4 .....	74
	Рисунок Б4 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53444-20 CNG (ГАЗ). Лист 5 .....	75
	Приложение В .....	76
	Рисунок В1 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Общий вид ....	76
	Рисунок В2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 2.....	77
	Рисунок В3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 3.....	78
	Рисунок В4 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 4.....	79
	Рисунок В5 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53624 CNG (ЛиАЗ). Лист 5.....	80
	Приложение Г .....	81
	Рисунок Г1 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиАЗ). Общий вид ....	81
	Рисунок Г2 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиАЗ). Лист 3 .....	82
	Рисунок Г3 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиАЗ). Лист 4.....	83
	Рисунок Г4 - Схема электрическая принципиальная двигателя ЯМЗ-53644 CNG (ЛиАЗ). Лист 5.....	84
	Приложение Д.....	85
	Таблица Д - Перечень кодов неисправностей.....	85
	СОДЕРЖАНИЕ .....	110