

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 25 С ПОСЛЕ ПОЛНОЙ ОСТАНОВКИ ДВИГАТЕЛЯ. В ТЕЧЕНИЕ ЭТОГО ВРЕМЕНИ ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПРОВОДИТ ДИАГНОСТИКУ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭСУД И СОХРАНЯЕТ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В ПАМЯТИ

Электронная система управления двигателем (ЭСУД или EDC – Electronic Diesel Control) позволяет точно и дифференцированно регулировать параметры процесса впрыскивания топлива, что обеспечивает выполнение многочисленных требований, которые ставятся перед современными двигателями.

Снижение расхода топлива и содержания вредных веществ (NO_x - оксиды азота, CO - окись углерода, CH - углеводороды, «твердые» частицы) в отработавших газах являются главными задачами, стоящими перед разработчиками двигателей. Кроме того, большое влияние на развитие современных двигателей оказывают возросшие требования к уровню комфорта современных транспортных средств (ТС). В связи с этим постоянно ужесточаются ограничения по уровню шума работы двигателя.

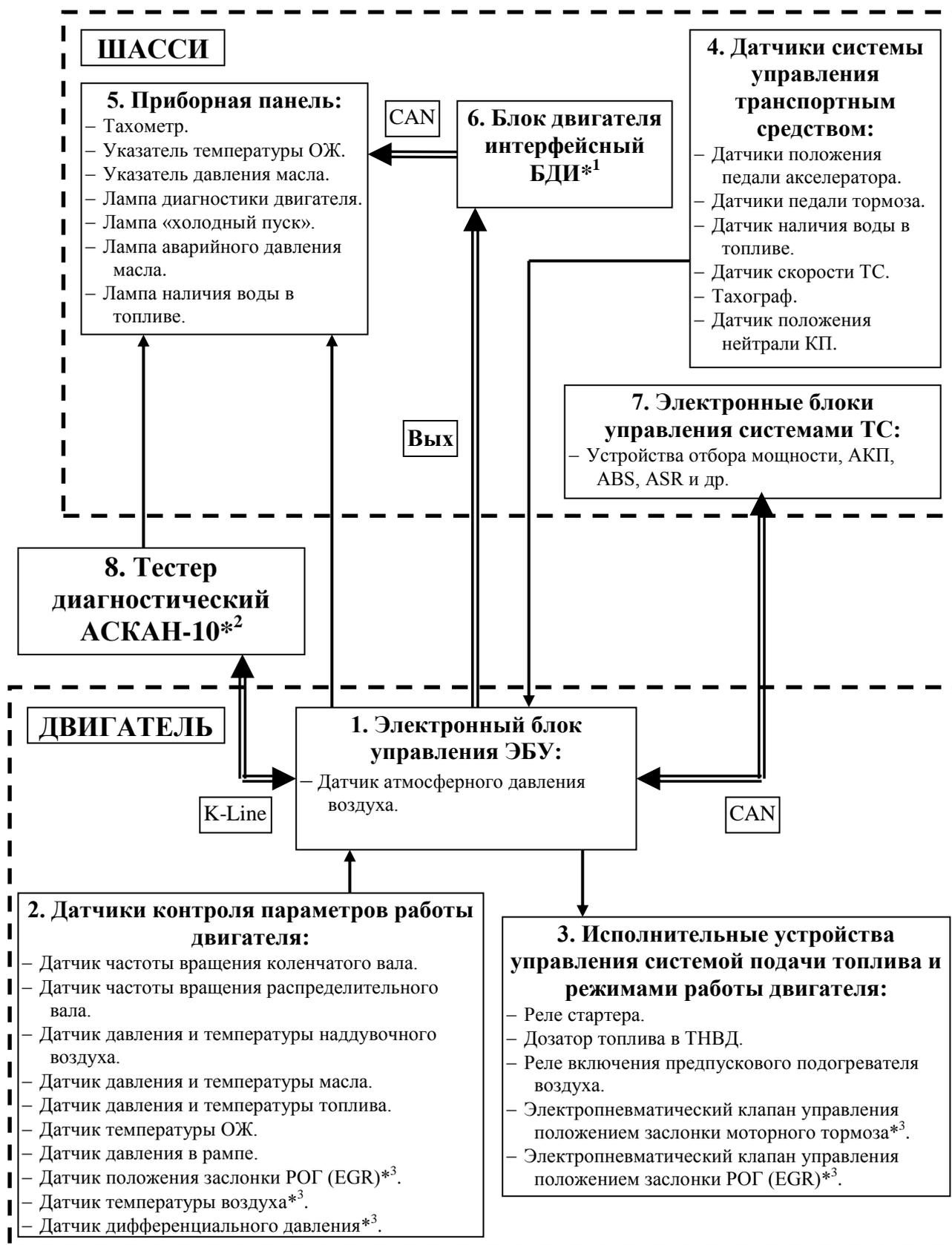
В результате, возросли требования к системам управления двигателем и впрыска топлива в области:

- высоких давлений впрыскивания;
- формирования процесса впрыскивания;
- многофазного впрыскивания (основного, предварительного и дополнительного);
- регулирования количества впрыскиваемого топлива, давления наддувочного воздуха и момента начала впрыска в зависимости от условий работы двигателя;
- подачи дополнительного количества топлива при пуске двигателя в зависимости от температуры окружающего воздуха;
- регулирования частоты вращения коленчатого вала при работе двигателя на холостом ходу независимо от нагрузки;
- регулирования рециркуляции отработавших газов;
- регулирования скорости движения ТС;
- высокой точности регулирования момента начала впрыскивания и количества впрыскиваемого топлива на протяжении всего срока службы двигателя.

ЭСУД способна обеспечить выполнение всех вышеупомянутых требований благодаря применению микропроцессоров.

В отличие от механических систем регулирования, где водитель, нажимая педаль акселератора, непосредственно задает цикловую подачу, в ЭСУД задается величина крутящего момента, при этом в ЭБУ передается положение педали акселератора. Запрошенная водителем величина крутящего момента корректируется, исходя из текущего режима работы двигателя и показаний датчиков системы. В калибровочных таблицах программного обеспечения ЭБУ заложены характеристики впрыска, такие как начало подачи топлива, ее величина, давление и различные корректирующие факторы (температурный режим и текущие ограничения) для каждой порции топлива (пилотная или предварительное впрыскивание, основная и поствпрыск или дополнительное впрыскивание).

Электронная система двигателя может интегрироваться в единую бортовую сеть управления автомобилем, что позволяет, например, снижать крутящий момент двигателя при

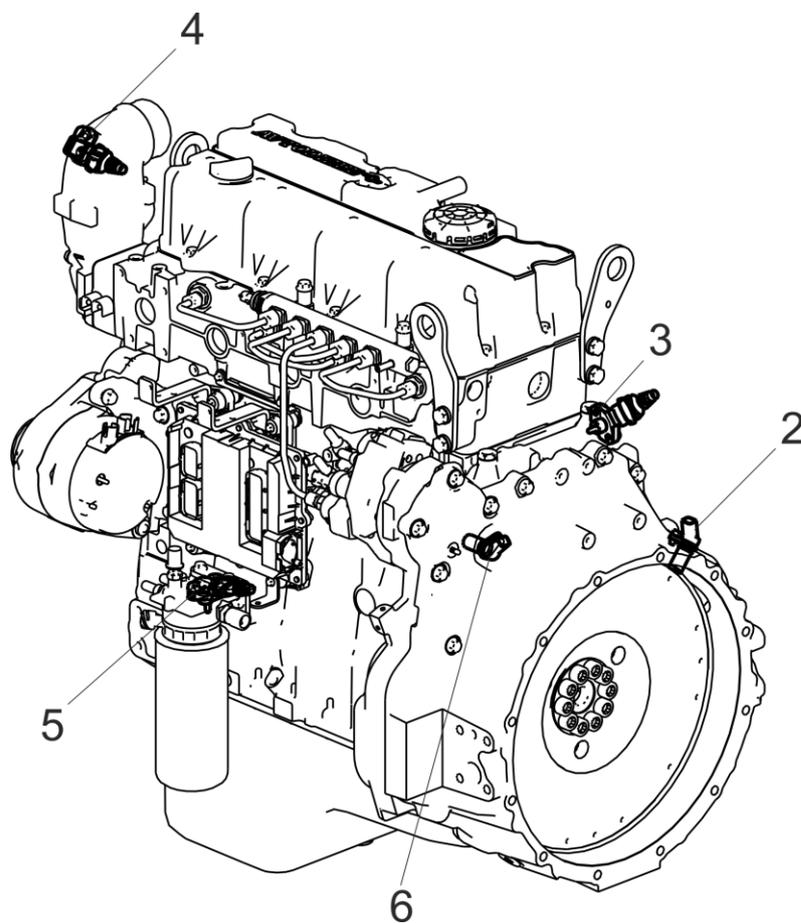


*¹ - Для некоторых моделей транспортных средств и изделий.

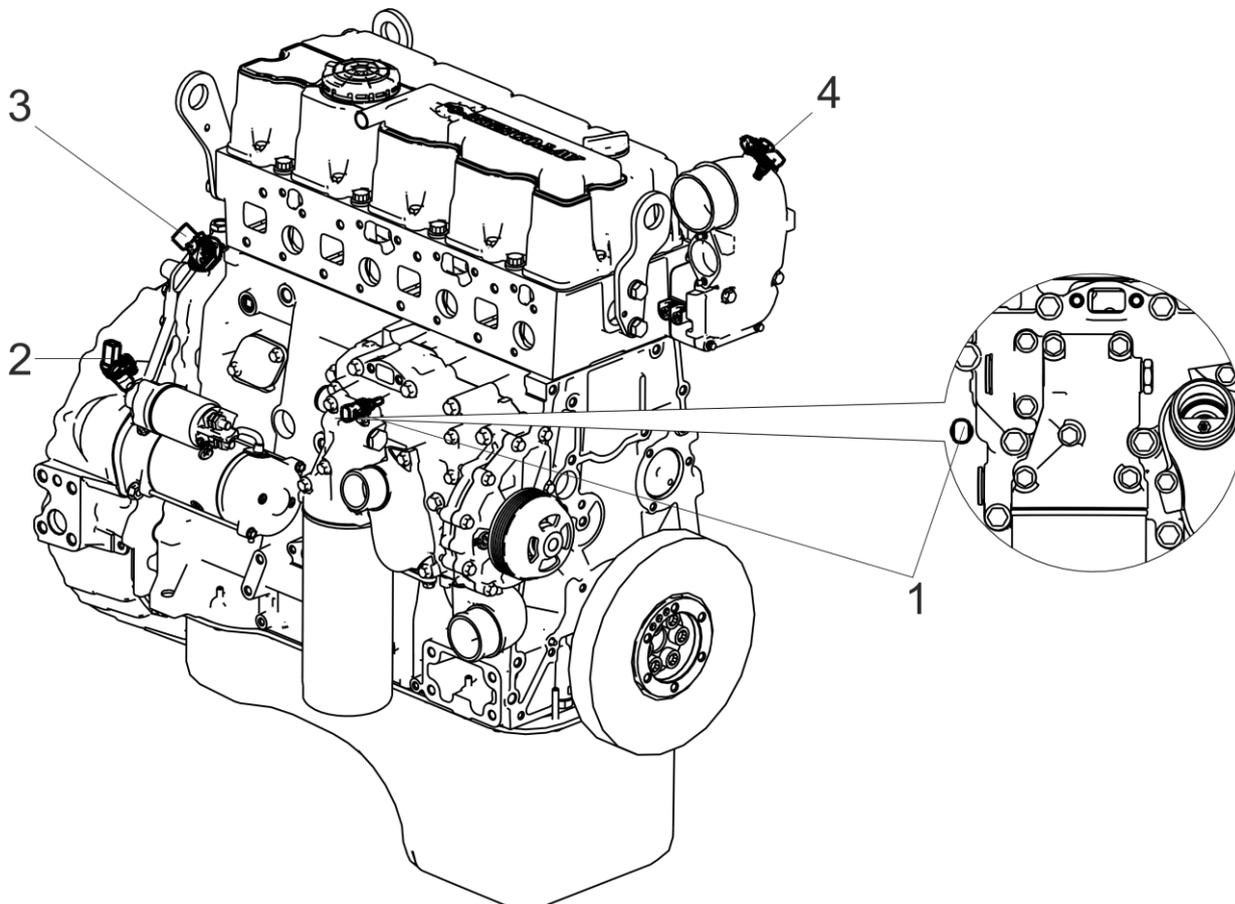
*² - Подключается при диагностике ЭСУД.

*³ - Для некоторых моделей двигателей.

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



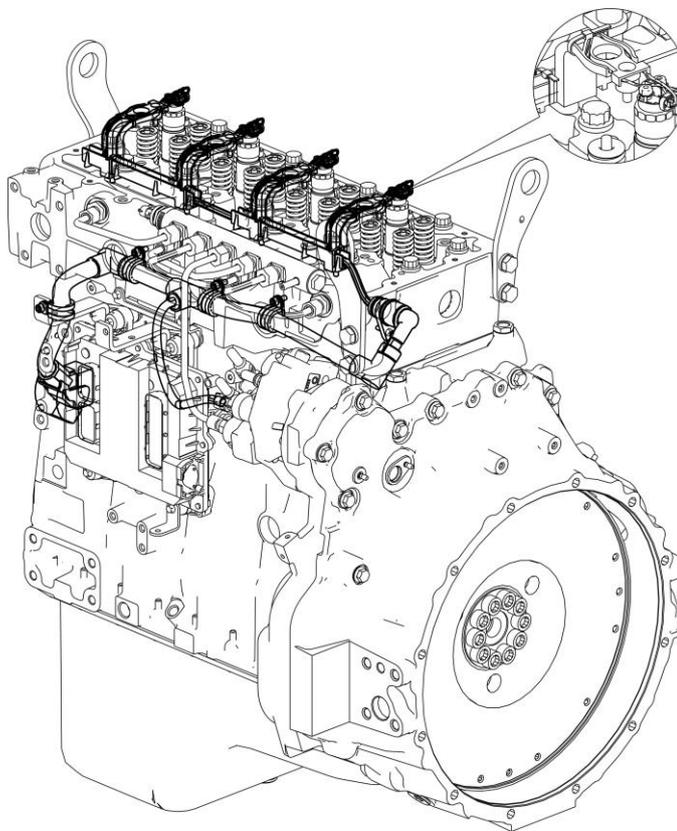
а) – Расположение датчиков на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340. Вид слева



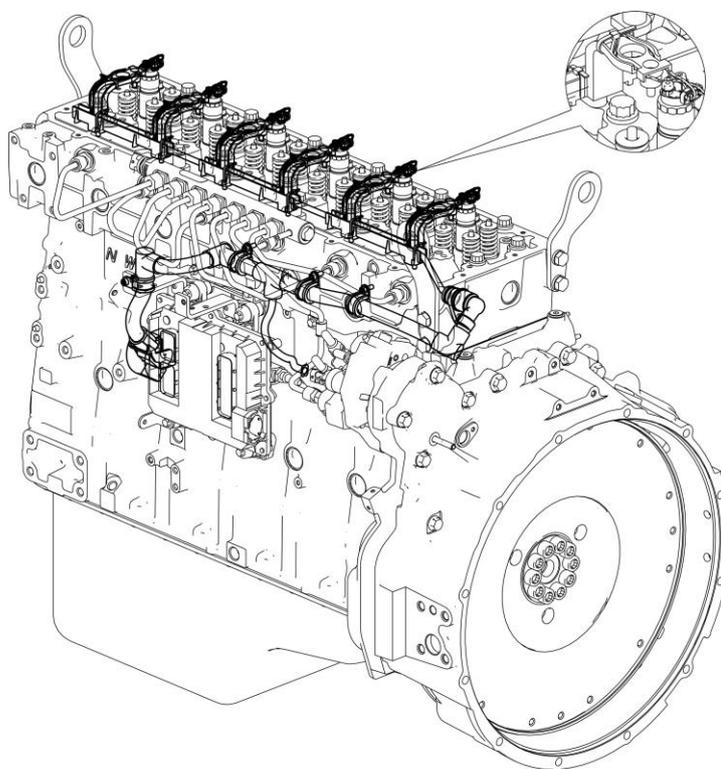
б) - Расположение датчиков на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340. Вид справа

1.4.3 СХЕМА ПРОКЛАДКИ ЖГУТОВ

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

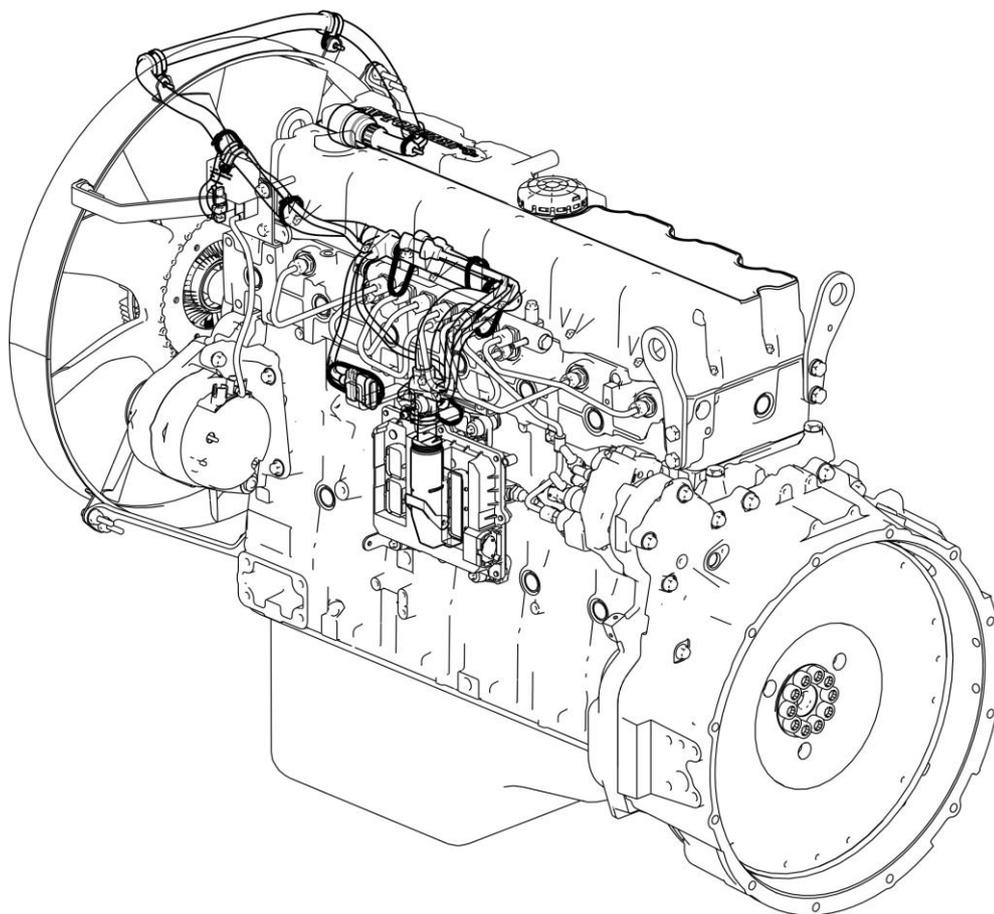


а) – Прокладка жгута форсунок на четырехцилиндровых двигателях типа ЯМЗ-5340

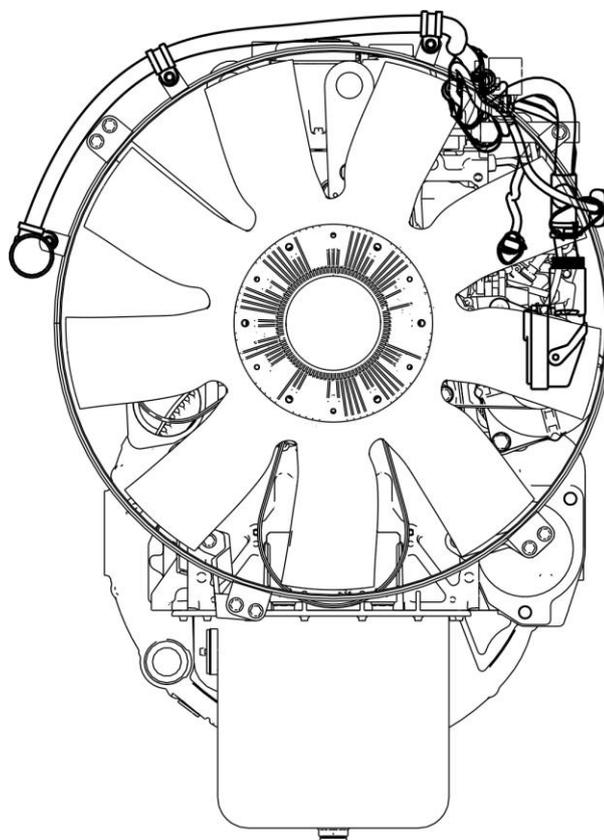


б) - Прокладка жгута форсунок на шестицилиндровых двигателях типа ЯМЗ-536

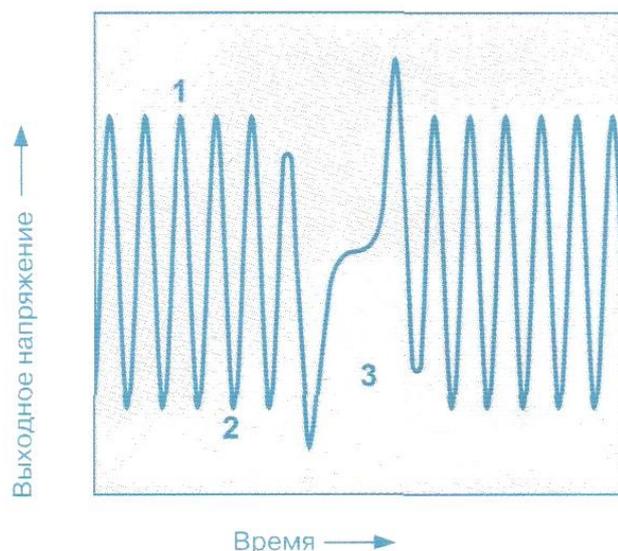
Рисунок 5 – Схема прокладки жгута форсунок



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



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



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

Рисунок 9 - График сигнала индуктивного датчика частоты вращения коленчатого вала

1.4.4.2 ДАТЧИК ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

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

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

Частота вращения рассчитывается по времени периода импульсов датчика.

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



Рисунок 10 - Датчик частоты вращения коленчатого вала DG6

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

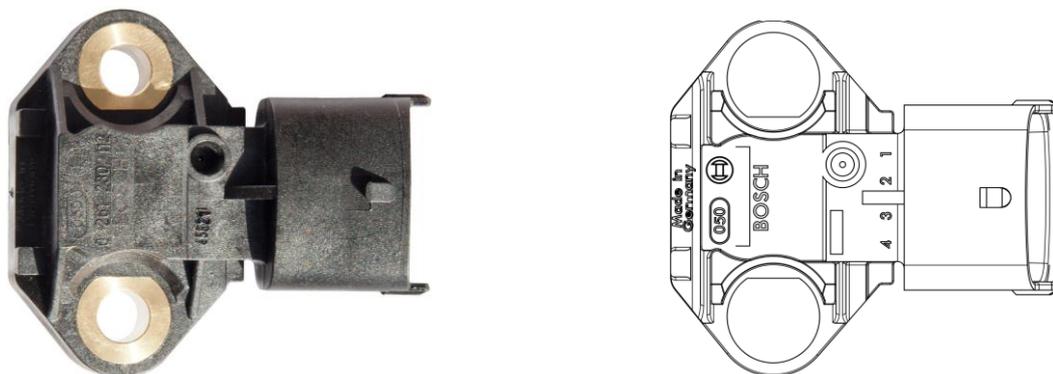


Рисунок 20 - Датчик давления и температуры масла (внешний вид и нумерация контактов)

1.4.6.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДАТЧИКА

Рабочие характеристики датчика давления представлены в таблице 5.

Таблица 5

Параметр	Значение		
	мин.	ном.	макс.
Диапазон давлений p_{abs} , кПа	50		1000
Диапазон температур t , °C	минус 40		плюс 125
Напряжение питания U_S , В	4,75	5,0	5,25
Ток питания I_S при $U_S = 5$ В, мА	6,0	9,0	12,5
Ток выходной нагрузки I_L , мА	-1,0		0,5
Сопротивление, кОм: нагрузки для U_S $R_{pull-up}$ или для заземления $R_{pull-down}$	5,0 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 ¹⁾ на землю, U_S отключено R_{lo} , кОм	2,4	4,7	8,2
Выходное сопротивление ¹⁾ на U_S , без заземления R_{hi} , кОм	3,4	5,3	8,2

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

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

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

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

U_S - напряжение питания в В;

p_{abs} - абсолютное давление в кПа;

c_0 - 55 / 950;

c_1 - 0,8 / 950 кПа⁻¹;

p_n - номинальное давление.

Зависимость выходного напряжения от давления приведена на рисунке 21.

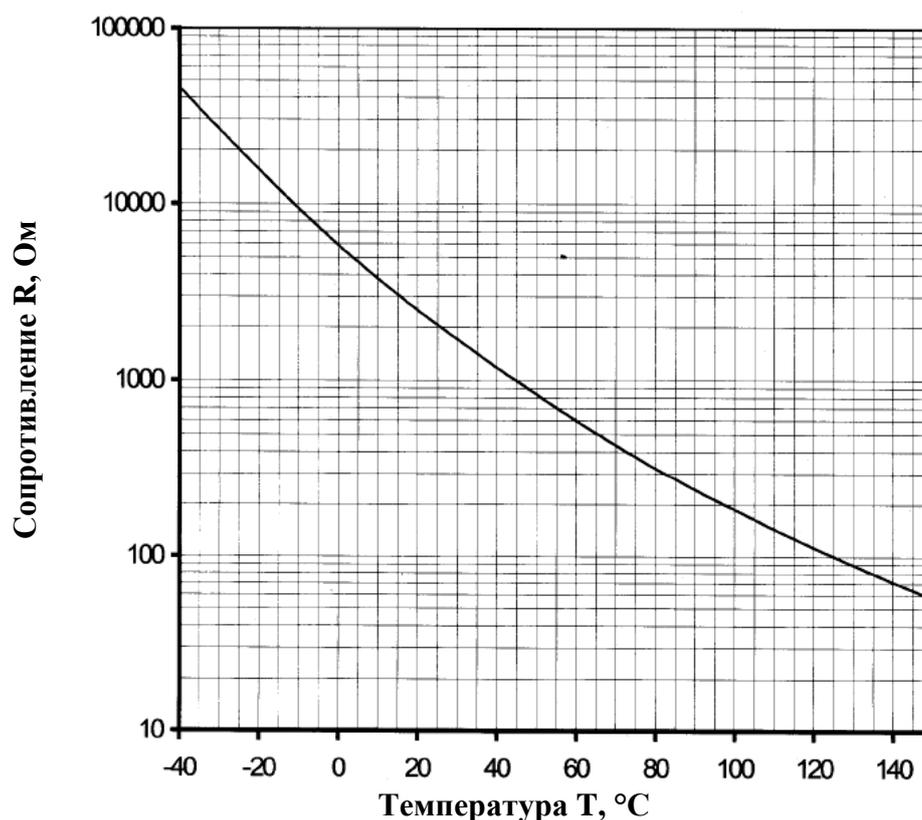


Рисунок 26 - Характеристика датчика с отрицательным температурным коэффициентом
Зависимости сопротивления от температуры $R(t)$ приведены в таблице 8.

Таблица 8

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

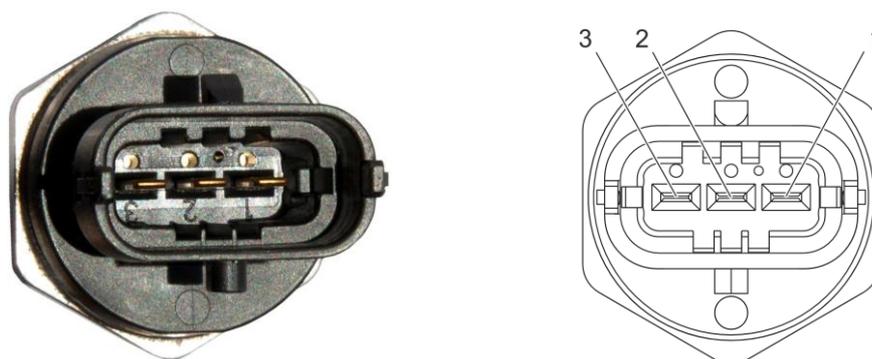
Для проверки показаний датчика измерение сопротивления проводится измерительным током ≤ 1 мА при температуре **минус 10, плюс 20 и 80°C**. Внутреннее сопротивление измерительного прибора $R_i > 10$ МОм. При измерении характеристики датчик должен быть погружен в испытательную жидкость до шестигранника.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

1.4.8.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

Конфигурация разъёма датчика температуры охлаждающей жидкости приведена на рисунке 27.

1.4.9.2 КОНФИГУРАЦИЯ РАЗЪЁМА

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



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

Рисунок 31 - Конфигурация разъёма

1.4.9.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ В РАМПЕ

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

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

При отказе датчика давления топлива он меняется вместе с рампой.

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

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

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

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

1.4.10 ДОЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ КЛАПАНОМ

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

Количество топлива, подаваемого в насос высокого давления, регулируется электромагнитным клапаном дозирующего устройства. Таким образом, клапан регулирует расход топлива, подаваемого насосом высокого давления в топливную рампу, в соответствии с потребностями системы. Управление электромагнитным клапаном осуществляет ЭБУ посредством сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), которые изменяют

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ КНОПКИ

Для проверки работоспособности кнопки моторного тормоза необходимо увеличить частоту вращения до 1500 мин^{-1} 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.

1.6 ДАТЧИК ВОДЫ В ТОПЛИВЕ

Датчик воды в топливе (код Mann-Hummel 5902070772 для фильтров PreLine 270/420) – это двухконтактный датчик, рисунок 41, измеряющий сопротивление. При появлении воды контакты датчика замыкаются (вода является проводником), датчик подает сигнал в ЭБУ, который воспринимается как наличие воды в топливе. Датчик воды устанавливается в водосборнике фильтра предварительной очистки топлива.



Рисунок 41 – Датчик воды в топливе

1.6.1 ОТКАЗ ДАТЧИКА ВОДЫ В ТОПЛИВЕ

При отказе датчика воды в топливе ЭБУ сигнализирует об ошибке посредством диагностической лампы. При отказе датчика воды работа двигателя не ограничивается.

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТИ ДАТЧИКА

1 Проверить отсутствие воды в водосборнике фильтра предварительной очистки топлива. При необходимости, слить отстой из топливного фильтра и прокачать контур низкого давления системы питания.

Примечание: Когда уровень воды в водосборнике топливного фильтра ниже электродов датчика, то при некоторых условиях движения ТС (в повороте, на подъеме) датчик определяет наличие воды, и происходит кратковременное включение диагностической лампы.

2 Проверить попадание воды в разъем датчика и правильность его подключения.

3 Проверить отсутствие обрывов и короткого замыкания в цепи датчика.

Для этого необходимо снять разъем с датчика, подключить к контактам разъема омметр (тестер) и замерить сопротивление (должно показывать «бесконечность»). Пошевелить провода, идущие от датчика, особенно в разъемах и на изгибах. Изменение сопротивления указывает на наличие несоответствия.

4 После устранения неисправности удалить из памяти ЭБУ ошибку. Пустить двигатель, увеличить частоту вращения коленчатого вала более 750 мин^{-1} и выждать на холостом ходу 1 минуту для проверки результатов ремонта. Если неисправность не появляется, то диагностика на этом заканчивается.

5 При необходимости, заменить датчик воды в топливе.



- Контакт 1 (провод 1.28) – ЭБУ контакт 1.28 выходной сигнал;
- Контакт 2 (провод 1.27) – ЭБУ контакт 1.27 масса датчика

Рисунок 44 - Конфигурация разъёма

2.6.1.3 ОТКАЗ ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

При отказе датчика температуры воздуха в память ЭБУ заносится нестираемый код ошибки. Двигатель ограничивается по крутящему моменту во всем скоростном диапазоне. Величина ограничения составляет 75% крутящего момента для автобусов, 60% для грузовых автомобилей. Ограничение не наступает для специальной техники (МЧС, полиция и т.д.).

2.6.2 ДАТЧИК ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ (СИСТЕМА БД)

Датчик дифференциального давления **PE604-5019**, рисунок 45, служит для измерения перепада давления на сажевом фильтре. Потребитель подключает датчик к системе выпуска отработавших газов по схеме, согласованной с ОАО «Автодизель».

Верхнее давление (до сажевого фильтра) подключается к порту, помеченному «HI» на корпусе датчика. Нижнее давление (после сажевого фильтра) подключается к порту с меньшим диаметром, помеченному «REF».

Датчик может быть установлен на двигатель, либо на шасси ТС. В последнем случае датчик прикладывается к двигателю.



Рисунок 45- Датчик дифференциального давления

Диагностические приборы, рекомендуемые ОАО «Автодизель» для проведения диагностики, позволяют проводить следующие тесты: тест форсунок, тест компрессии, 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, определяемых диагностическими тестерами и другими способами, приведены в РЭ двигателей семейства ЯМЗ-530 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.

Продолжение таблицы Б1

№ п.п.	Описание неисправности в программном обеспечении	Способ и метод устранения неисправности	Тип	Тип неисправности в программном обеспечении	Описание кодов неисправности					Описание класса неисправности				
					Блик-код	SPN	FMI	KTS ESItronic код	АСКАН	Класс неис- прав- ности	Сохра- нение в памяти эл. блока	Включе- ние диаг- ностичес- кой лампы	Воз- мож- ность старта	Сниже- ние мощ- ности
149	Ошибка CAN сообщения DM1DCU	Обратиться в сервисный центр	Bit0	Таймаут сообщения шины CAN	4-6-6	523623	3	3513	203	1	Да	Нет	Да	Нет
150	Ошибка, зафиксирован пропуск вспышки в 1-м цилиндре	Проверить подключение форсунок и состояние жгута форсунок	Bit0	Пропуск зажигания	5-1-1	1323	3	23	31	1	Да	Нет	Да	Нет
151	Ошибка, зафиксирован пропуск вспышки во 2-м цилиндре	Проверить подключение форсунок и состояние жгута форсунок	Bit0	Пропуск зажигания	5-1-2	1324	3	25	32	1	Да	Нет	Да	Нет
152	Ошибка, зафиксирован пропуск вспышки в 3-м цилиндре	Проверить подключение форсунок и состояние жгута форсунок	Bit0	Пропуск зажигания	5-1-3	1325	3	26	33	1	Да	Нет	Да	Нет
153	Ошибка, зафиксирован пропуск вспышки в 7-м цилиндре	Проверить подключение форсунок и состояние жгута форсунок	Bit0	Пропуск зажигания	5-1-4	1329	3	2289	230	1	Да	Нет	Да	Нет
154	Ошибка, зафиксирован пропуск вспышки в нескольких цилиндрах	Проверить подключение форсунок и состояние жгута форсунок	Bit0	Пропуск зажигания	5-1-5	1322	3	30	37	1	Да	Нет	Да	Нет
155	Проведение компрессионного теста цилиндров двигателя		Bit0	Идет тест	5-2-1	520200	20	1216	39	0	Нет	Нет	Да	Нет
156	Проведение теста высокого давления		Bit0	Идет тест, отключен мониторинг высокого давления топлива	5-2-2	520223	20	1240	170	0	Нет	Нет	Да	Нет
157	Проведение теста производительности отдельных цилиндров двигателя		Bit3	Идет тест, отключен мониторинг пропусков зажигания	5-2-3	520232	20	1280	149	0	Нет	Нет	Да	Нет
158	Ошибка кодирования ТАП файла, файл поврежден	Обратиться в сервисный центр	Bit2	Сигнал неверный	5-2-4	520239	11	689	165	1	Да	Нет	Да	Нет
			Bit3	Ошибка достоверности			2	690						

Продолжение таблицы Б1

№ п.п.	Описание неисправности в программном обеспечении	Способ и метод устранения неисправности	Тип	Тип неисправности в программном обеспечении	Описание кодов неисправности					Описание класса неисправности				
					Блик-код	SPN	FMI	KTS ESItronic код	АСКАН	Класс неис- прав- ности	Сохра- нение в памяти эл. блока	Включе- ние диаг- ностичес- кой лампы	Воз- мож- ность старта	Сниже- ние мощ- ности
174	Износ или заклинивание аварийного клапана на топливном аккумуляторе	Заменить топливный аккумулятор. Обратится в сервисный центр	Bit1	Превышено максимальное время открытия аварийного клапана	6-2-2	523470	2	2497	176	2	Да	Да	Да	Нет
			Bit2	Превышено максимальное число открытий и время открытия аварийного клапана			4	2498						
			Bit0	Превышено максимальное число открытий аварийного клапана			1	2496						
175	Ошибка положения заслонки рециркуляции отработавших газов	Проверить подключение и состояние заслонки рециркуляции отработавших газов	Bit0	Управляющий сигнал выше допустимого	6-6-1	27	3	3542	222	1	Да	Нет	Да	Нет
			Bit1	Управляющий сигнал ниже допустимого			4	3543						
176	Неисправность клапана управления заслонкой рециркуляции отработавших газов	Проверить состояние и подключение электропневматического клапана управления заслонкой рециркуляции отработавших газов	Bit0	Ошибка драйвера CJ230	6-6-2	2791	3	3531	166	1	Да	Нет	Да	Нет
			Bit1	Превышение управляющего тока на клапан			4	3532						
			Bit2	Ограничение тока вследствие перегрева			12	3534						
			Bit3	Перегрев			2	3533	49	1	Да	Нет	Да	Нет
			Bit3	Перегрев			2	3657						
			Bit0	Замыкание на "+" АКБ			3	3654						
			Bit1	Замыкание на Массу			4	3655	167	1	Да	Нет	Да	Нет
			Bit2	Разрыв цепи			12	3656						
			Bit2	Короткое замыкание			12	3537						
			Bit0	Замыкание на "+" АКБ, выход 1			3	3535	168	1	Да	Нет	Да	Нет
			Bit1	Замыкание на Массу, выход 1			4	3536						
			Bit0	Замыкание на "+" АКБ, выход 2			3	3538						
			Bit1	Замыкание на Массу, выход 2			4	3539	12	3540				
Bit2	Разрыв цепи													

Продолжение таблицы Б2

№ п.п.	Описание неисправности в программном обеспечении	Способ и метод устранения неисправности	Тип	Тип неисправности в программном обеспечении	Описание кодов неисправности					Описание класса неисправности									
					Блинк-код	SPN	FMI	KTS ESITronic код	АСКАН	Класс неисправности	Сохранение в памяти эл. блока	Включение диагностической лампы	Возможность старта	Снижение мощности					
24	Неисправность в цепи силового каскада управления форсункой 4-го цилиндра	Проверить состояние штекеров и кабеля подключения форсунок	Bit0	Замыкание минусового провода на АКБ	1-4-4	654	3	622	122	15	Да	Нет	Да	Нет					
			Bit1	Зависит от калибровок			11	623											
			Bit2	Замыкание минусового провода на плюсовой			8	308											
			Bit3	Неизвестная ошибка			11	624											
			Bit1	Зависит от калибровок			11	626	123						15	Да	Нет	Да	Нет
			Bit0	Зависит от калибровок			11	625											
			Bit3	Зависит от калибровок			11	628											
			Bit2	Разрыв цепи			12	627											
25	Неисправность в цепи силового каскада управления форсункой 5-го цилиндра	Проверить состояние штекеров и кабеля подключения форсунок	Bit0	Замыкание минусового провода на АКБ	1-4-5	655	3	629	124	2	Да	Да	Да	Нет					
			Bit1	Зависит от калибровок			11	630											
			Bit2	Замыкание минусового провода на плюсовой			8	310											
			Bit3	Неизвестная ошибка			11	631											
			Bit1	Зависит от калибровок			11	633	125						2	Да	Да	Да	Нет
			Bit2	Разрыв цепи			12	634											
			Bit0	Зависит от калибровок			11	632											
			Bit3	Зависит от калибровок			11	635											
26	Неисправность в цепи силового каскада управления форсункой 6-го цилиндра	Проверить состояние штекеров и кабеля подключения форсунок	Bit0	Замыкание минусового провода на АКБ	1-4-6	656	3	636	126	2	Да	Да	Да	Нет					
			Bit1	Зависит от калибровок			11	637											
			Bit2	Замыкание минусового провода на плюсовой			8	311											
			Bit3	Неизвестная ошибка			11	638											
			Bit1	Зависит от калибровок			11	640	127						2	Да	Да	Да	Нет
			Bit0	Зависит от калибровок			11	639											
			Bit3	Зависит от калибровок			11	642											
			Bit2	Разрыв цепи			12	641											