

Заволжский филиал ООО «УАЗ»

**ДВИГАТЕЛЬ ЗМЗ-5245.10  
со сцеплением**

Руководство по ремонту  
(издание четвертое)

г.Заволжье  
2019 г.

## **К сведению читателей**

В настоящем Руководстве указаны технические характеристики двигателей ЗМЗ-5245.10, дано описание конструкции и принцип работы основных систем и узлов двигателей, описаны приспособления, применяемые при ремонте и проверке работоспособности отдельных узлов, а также даны указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации двигателей и оценки их технического состояния.

Руководство рассчитано на инженерно-технических работников станций технического обслуживания и автотранспортных предприятий, а также может быть полезно студентам и лицам, изучающим конструкцию бензиновых двигателей.

Конструкция двигателя постоянно совершенствуется, поэтому отдельные узлы и детали вашего двигателя могут отличаться от описанных в настоящем Руководстве.

Имеющиеся вопросы и пожелания по информации, изложенной в настоящем Руководстве, можно направлять по электронному адресу: sv.panasenko@sollers-auto.com.

Руководство по ремонту двигателей ЗМЗ-5245.10 подготовлено  
Управлением Главного Конструктора ЗФ ООО «УАЗ»

Ответственный редактор:  
Главный конструктор ЗФ ООО «УАЗ» В.Л.Жбанников

## **ВВЕДЕНИЕ**

Двигатель ЗМЗ-5245.10 и его исполнения предназначены для установки на автобусы ПАЗ-3203, ПАЗ-3205, ПАЗ-3206 и их модификации, производства «Павловского автобусного завода». Двигатели отвечают требованиям экологического класса 4 при эксплуатации на бензине и экологического класса 5 при эксплуатации на сжиженном нефтяном газе или компримированном природном газе.

Двигатель ЗМЗ-5245.10 и его исполнения восьмицилиндровые, V – образные, оборудованы комплексной микропроцессорной системой управления подачи топлива и зажиганием.

Двигатели ЗМЗ-5245.10 могут выпускаться в исполнении, предназначенном для работы только на бензине, и для работы на двух видах топлива - на бензине и сжиженном нефтяном газе или компримированном природном газе.

Двигатель ЗМЗ-5245.10 и его исполнения выпускаются в климатическом исполнении «У2» (по ГОСТ 15150) для эксплуатации в умеренном климате при значениях температуры окружающего воздуха от минус 45 °С до плюс 40 °С и относительной влажности воздуха до 98 % при температуре плюс 25 °С.

Общий вид двигателя показан на рис.1, вид двигателя спереди, справа, слева и сверху - на рис.2-7. Внешняя скоростная характеристика двигателей приведена на рис.8.

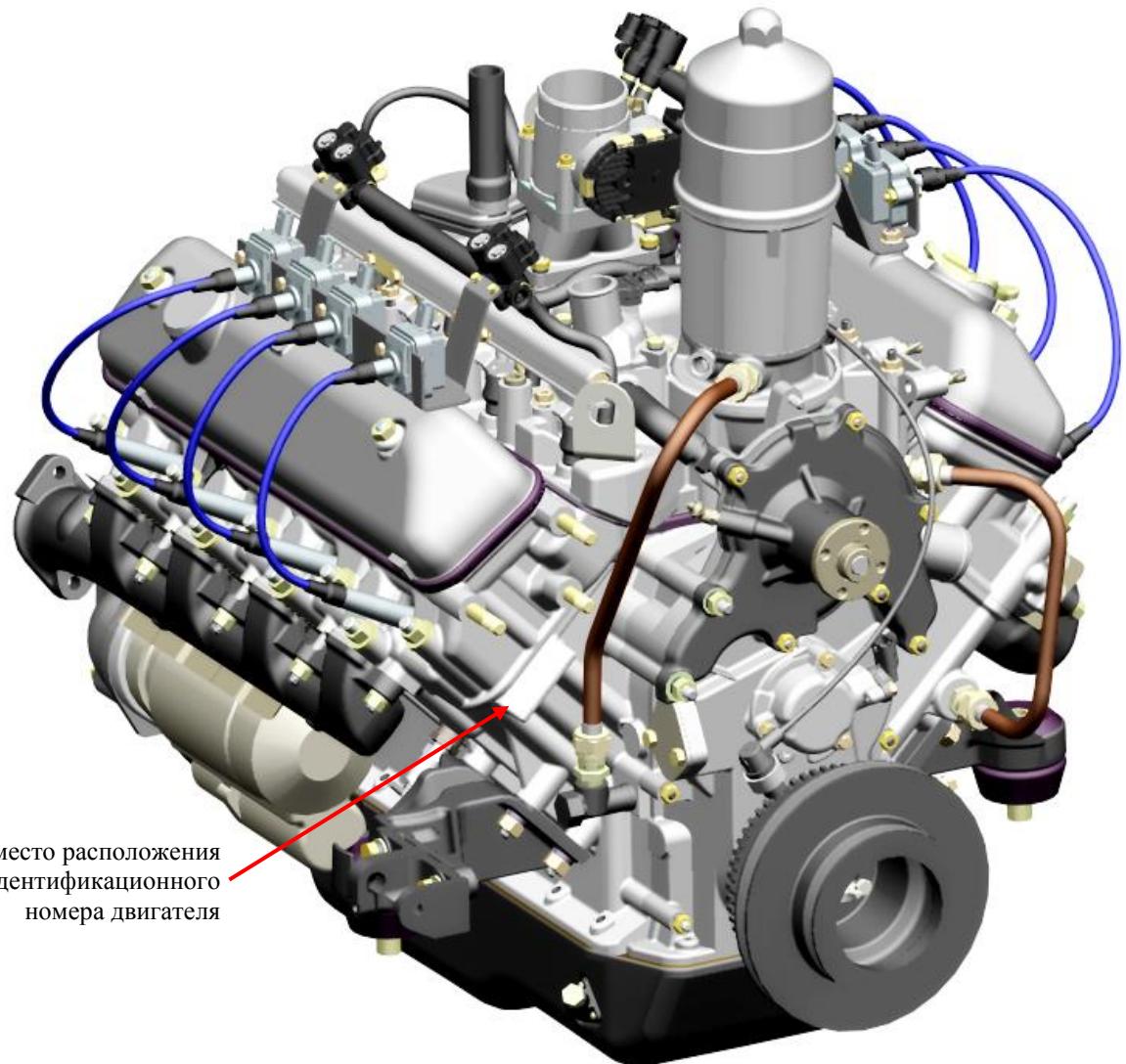


Рис.1. Общий вид двигателя  
(комплектация с газовым оборудованием)

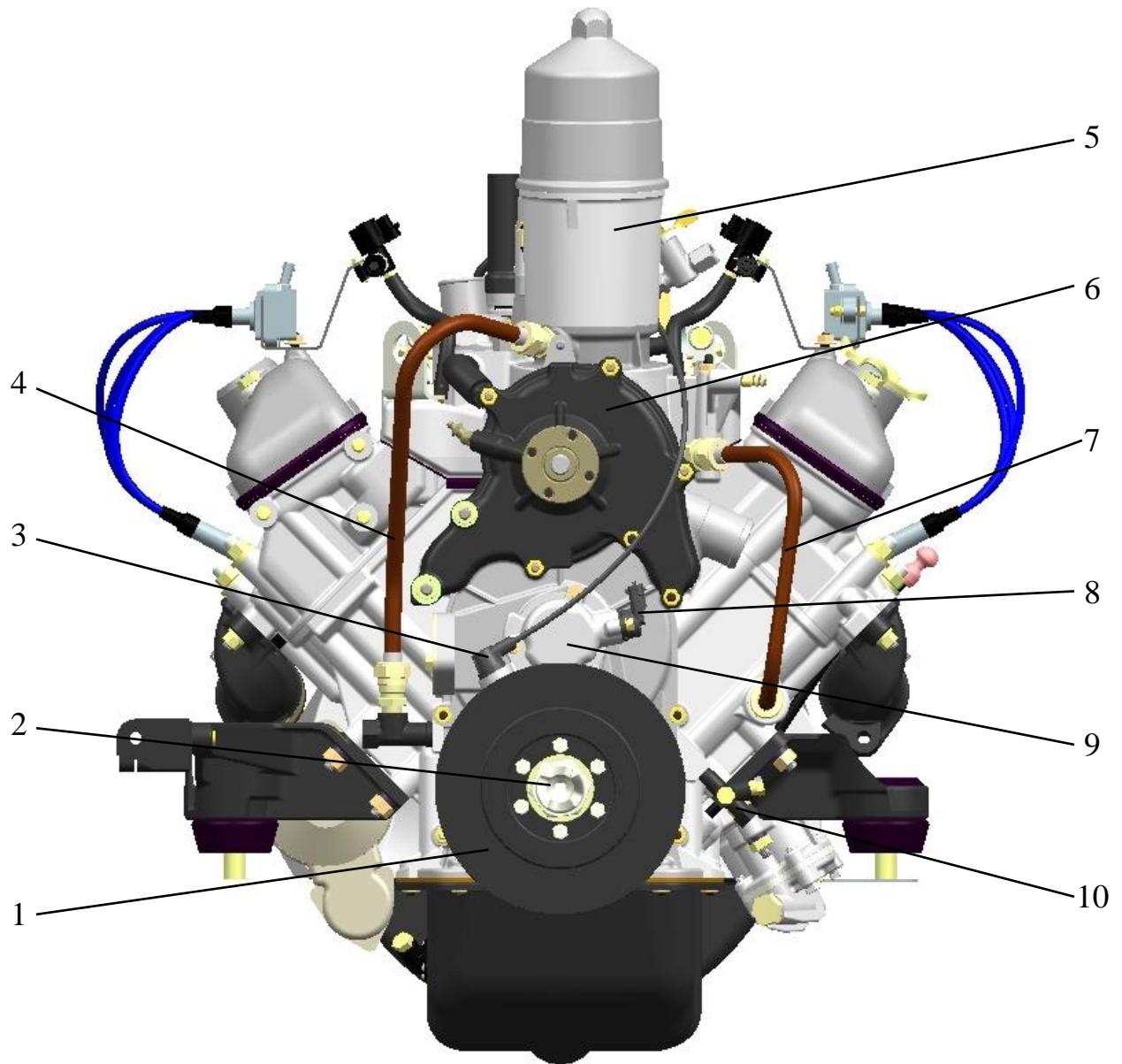


Рис.2 Вид двигателя спереди  
(комплектация с газовым оборудованием):

1 – шкив коленчатого вала; 2 – храповик; 3 – датчик положения коленчатого вала; 4 – трубка выпускная масляного фильтра; 5 – масляный фильтр; 6 – водяной насос; 7 – трубка впускная масляного фильтра; 8 – датчик фазы; 9 – держатель датчиков; 10 – штуцер датчиков давления масла

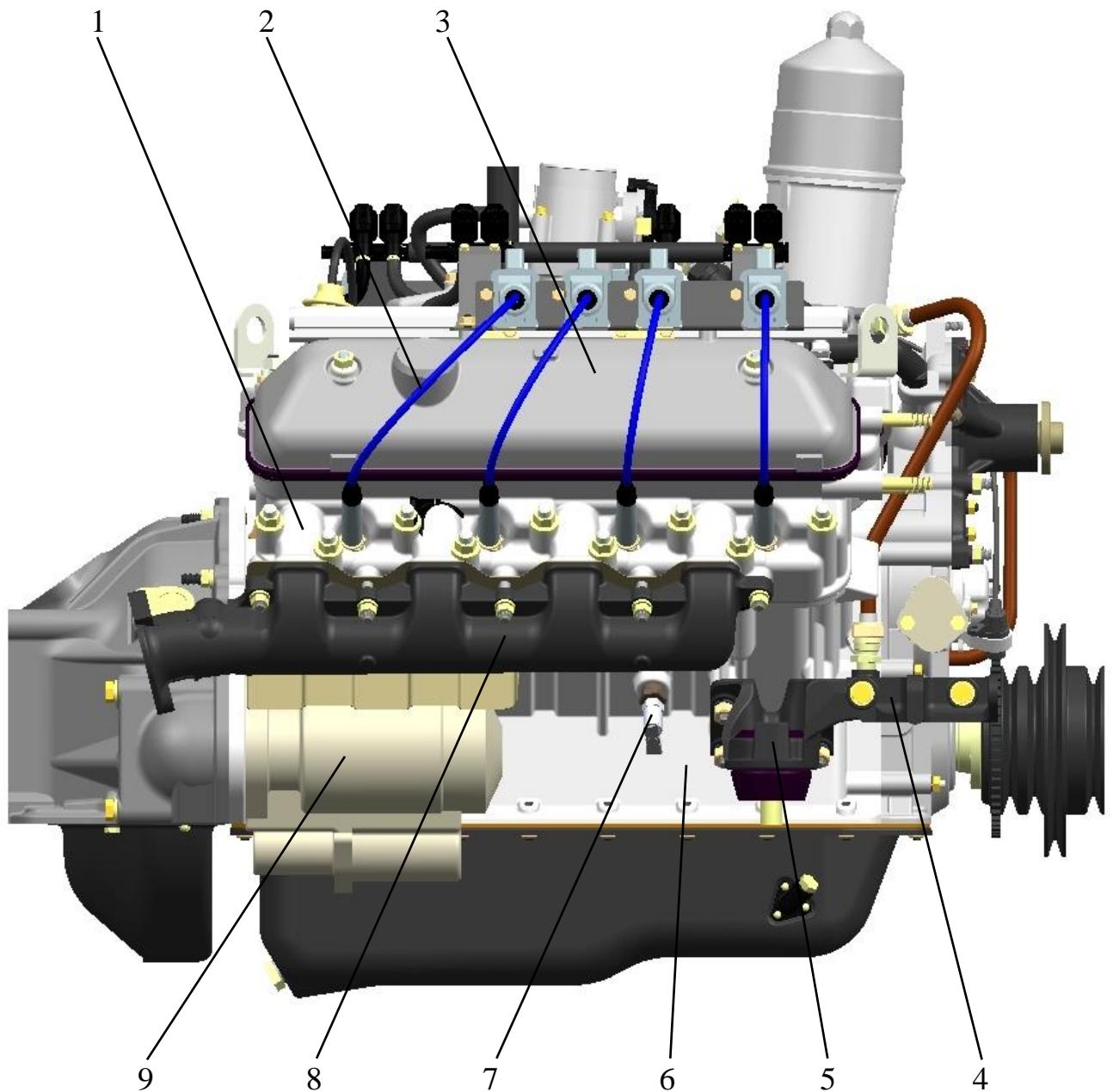


Рис.3. Вид двигателя справа  
(комплектация с газовым оборудованием):

1 – головка цилиндров; 2 – провод высокого напряжения; 3 – правая крышка коромысел;  
4 – кронштейн генератора; 5 – правый кронштейн опоры двигателя; 6 – блок цилиндров;  
7 – кранник слива охлаждающей жидкости; 8 – правый выпускной коллектор; 9 – стартер

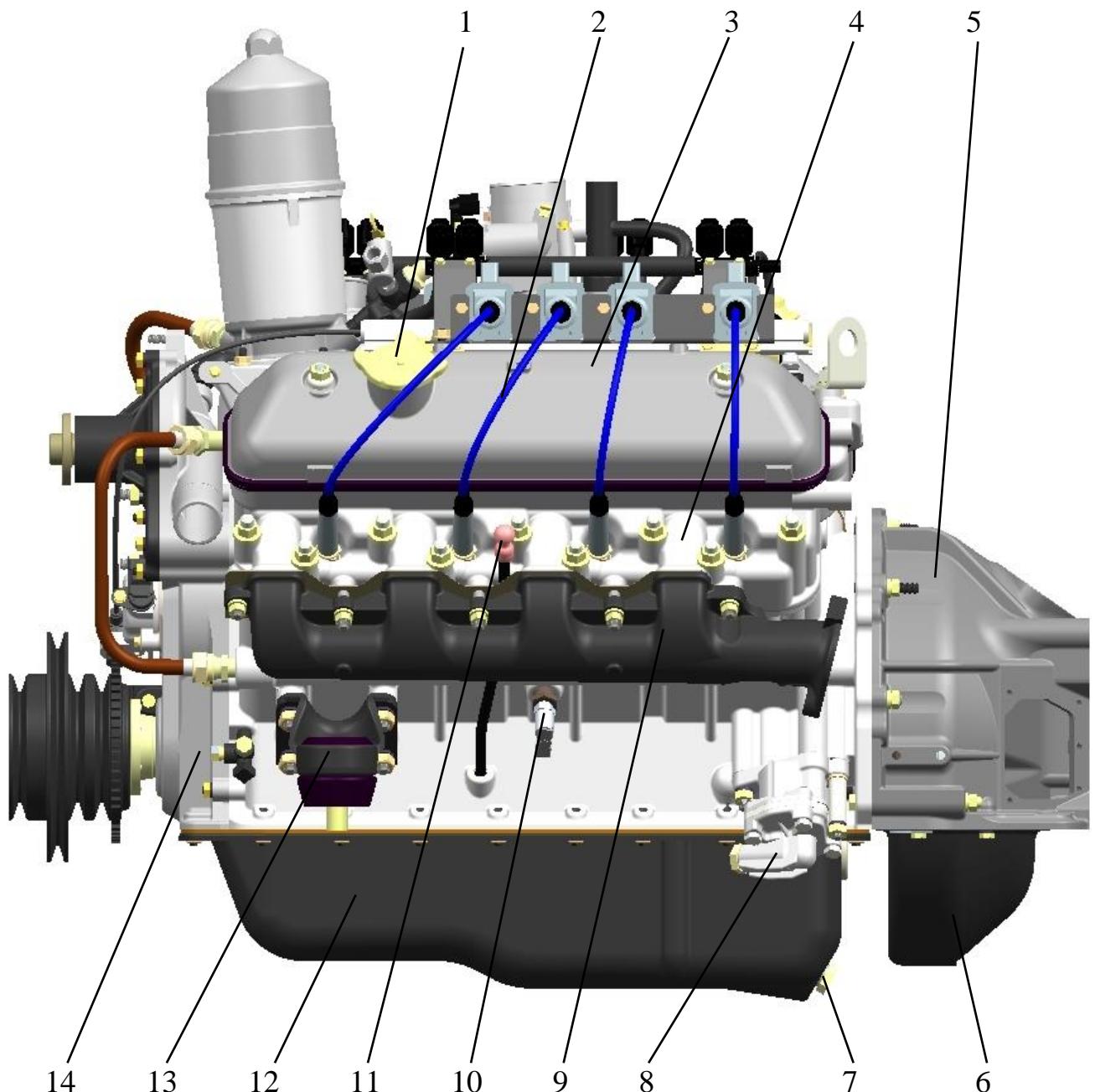


Рис.4. Вид двигателя слева  
(комплектация с газовым оборудованием):

1 – крышка маслоналивного патрубка; 2 – провод высокого напряжения; 3 – левая крышка коромысел; 4 – головка цилиндров; 5 – картер сцепления; 6 – нижняя часть картера сцепления; 7 – сливная пробка масляного картера; 8 – масляный насос; 9 – левый выпускной коллектор; 10 – кранник слива охлаждающей жидкости; 11 – стержневой указатель уровня масла; 12 – масляный картер; 13 – левый кронштейн опоры двигателя; 14 – крышка распределительных шестерен

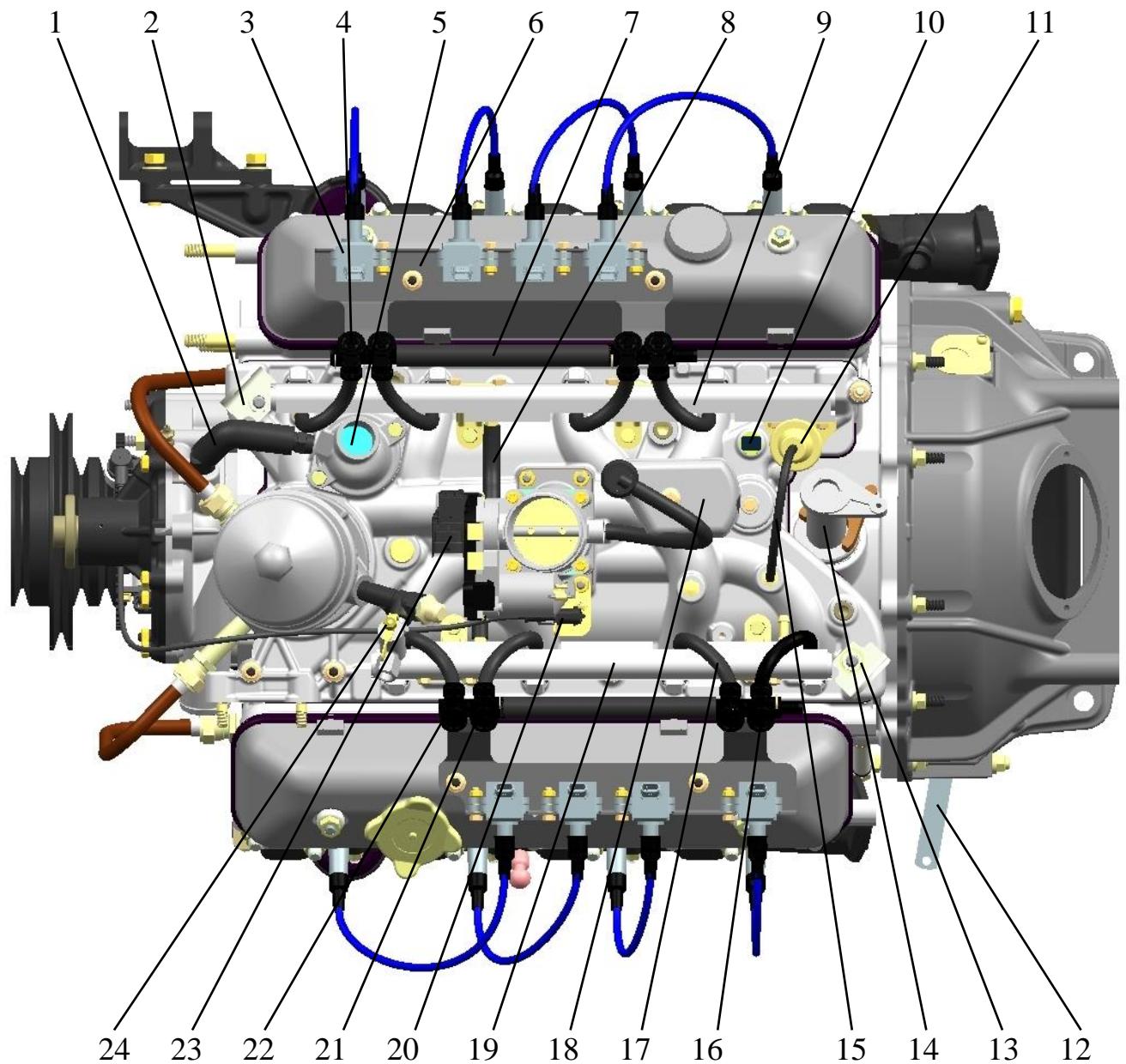


Рис.5. Вид сверху  
(комплектация с газовым оборудованием):

1 – перепускной шланг; 2 – скоба подъема двигателя; 3 – катушка зажигания; 4 – правый блок электромагнитных клапанов подачи газа; 5 – крышка корпуса термостата; 6 – кронштейн катушек зажигания; 7 – соединительный шланг топливопровода подачи газа; 8 – соединительный шланг топливопровода подачи бензина; 9 – правый бензиновый топливопровод с форсунками; 10 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 11 – регулятор давления топлива (бензина); 12 – скоба оттяжной пружины вилки выключения сцепления; 13 – скоба подъема двигателя; 14 – привод масляного насоса; 15 – шланг отбора разрежения; 16 – блок электромагнитных клапанов подачи газа; 17 – шланг топливопровода подачи газа; 18 – маслоотделитель; 19 – левый бензиновый топливопровод с форсунками; 20 – колодка датчика положения коленчатого вала; 21 – дроссельный модуль; 22 – левый блок электромагнитных клапанов подачи газа; 23 – датчик абсолютного давления и температуры; 24 – краник масляного радиатора

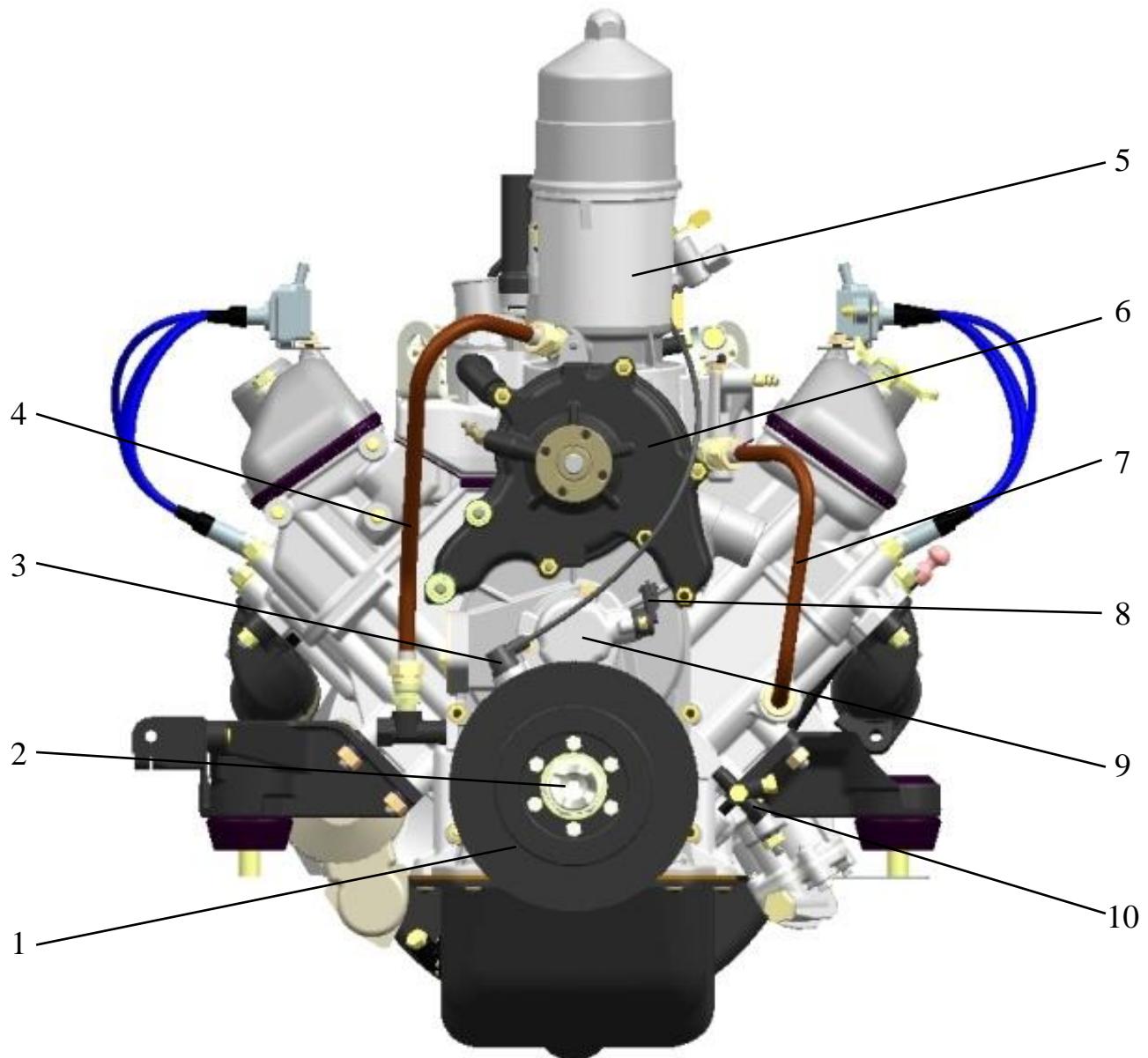


Рис.6. Вид двигателя спереди (бензиновая комплектация):

- 1 – шкив коленчатого вала; 2 – храповик; 3 – датчик положения коленчатого вала;  
4 – трубка выпускная масляного фильтра; 5 – масляный фильтр; 6 – водяной насос;  
7 – трубка впускная масляного фильтра; 8 – датчик фазы; 9 – держатель датчиков;  
10 – штуцер датчиков давления масла

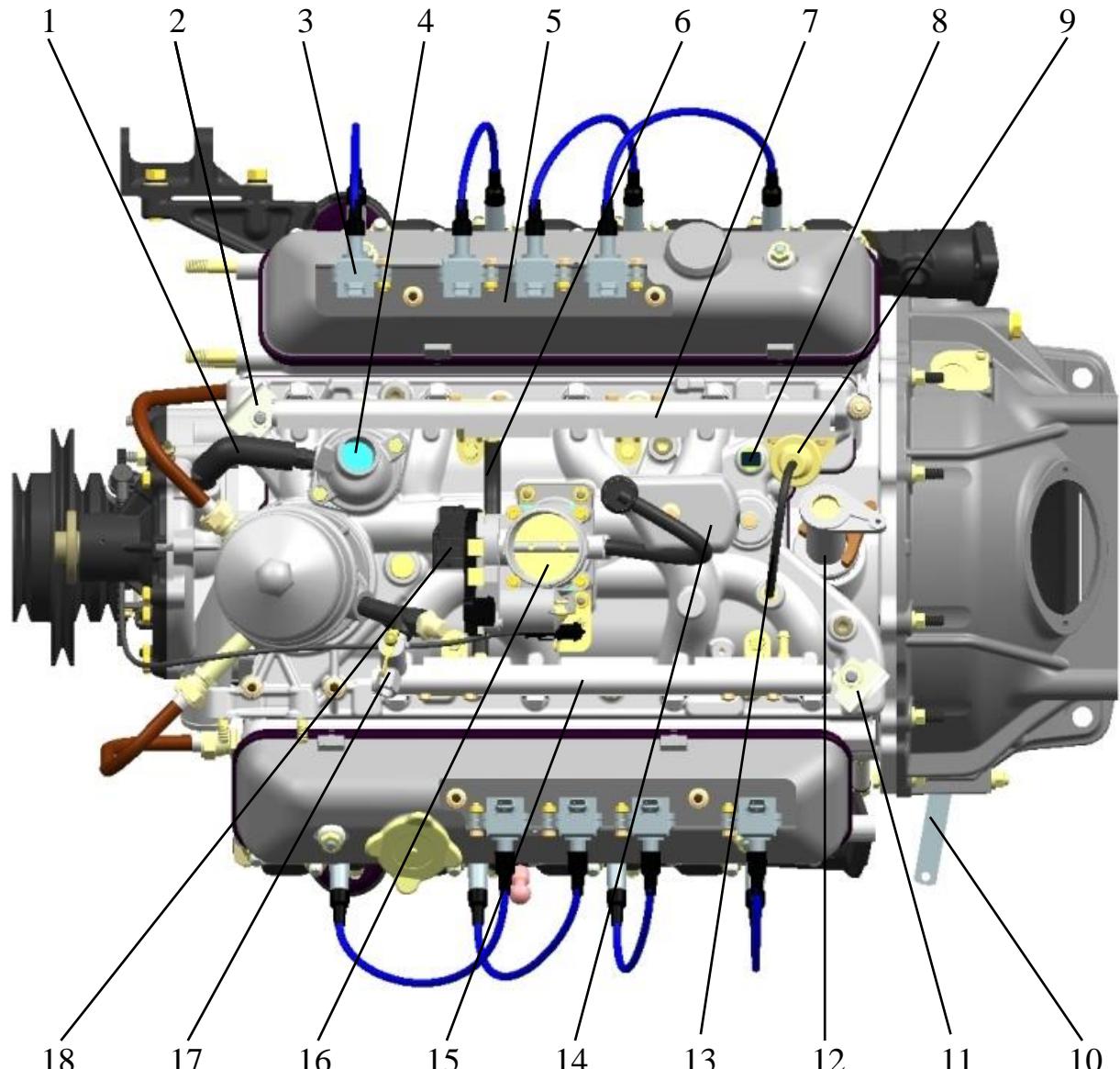


Рис.7. Вид двигателя сверху (бензиновая комплектация):

1 – перепускной шланг; 2 – скоба подъема двигателя; 3 – катушка зажигания; 4 – крышка корпуса термостата; 5 – кронштейн катушек зажигания; 6 – соединительный шланг топливопровода подачи бензина; 7 – правый бензиновый топливопровод с форсунками; 8 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 9 – регулятор давления топлива (бензина); 10 – скоба оттяжной пружины вилки выключения сцепления; 11 – скоба подъема двигателя; 12 – привод масляного насоса; 13 – шланг отбора разрежения; 14 – маслоотделитель; 15 – левый бензиновый топливопровод с форсунками; 16 – дроссельный модуль; 17 – краник масляного радиатора; 18 – датчик абсолютного давления и температуры

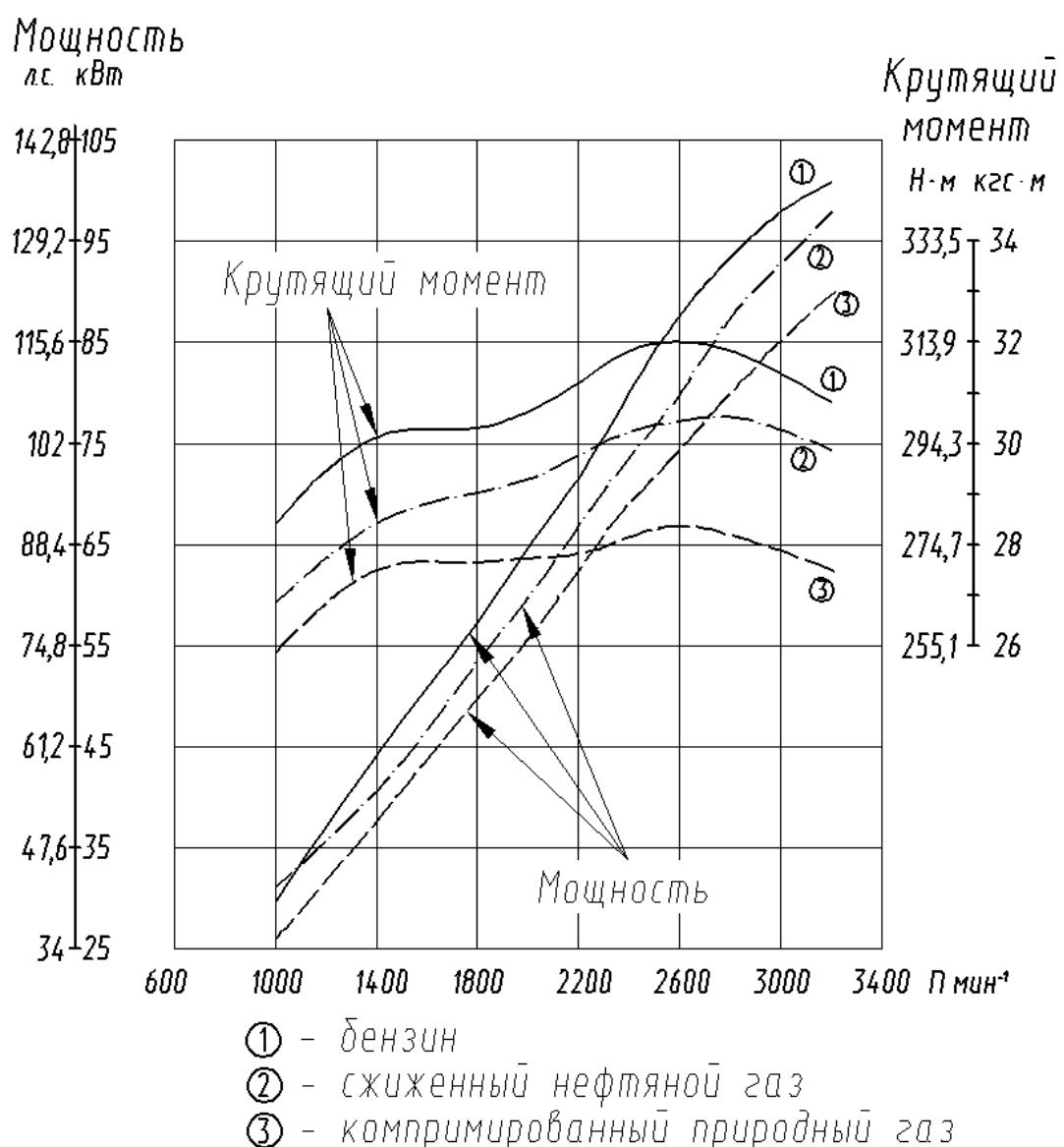


Рис.8. Внешняя скоростная характеристика двигателя брутто

## МАРКИРОВКА ДВИГАТЕЛЯ

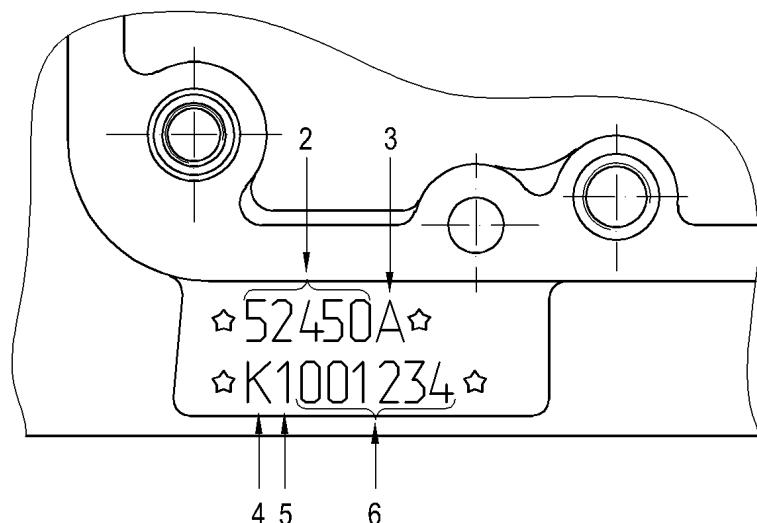
Предприятие-изготовитель маркирует двигатель двумя способами:

**1.** На крышке коромысел размещается самоклеящаяся этикетка, на которой указаны:

- обозначение комплектации двигателя;
- штрих-код обозначения комплектации двигателя (EAN-13) по ГОСТ ISO/IEC 15420;
- штрих-код указательной части идентификационного номера двигателя (Code 39) по ГОСТ 30742;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
- товарный знак ПАО «ЗМЗ».

**2.** На блоке цилиндров ударным способом наносится идентификационный номер двигателя согласно рис.9. Идентификационный номер двигателя выбит в две строчки на необработанной поверхности площадки, расположенной с правой стороны блока цилиндров в верхней его части у переднего торца (рис.1).

а) двигатели выпуска до 3 июня 2019 года:



б) двигатели выпуска, начиная с 3 июня 2019 года:

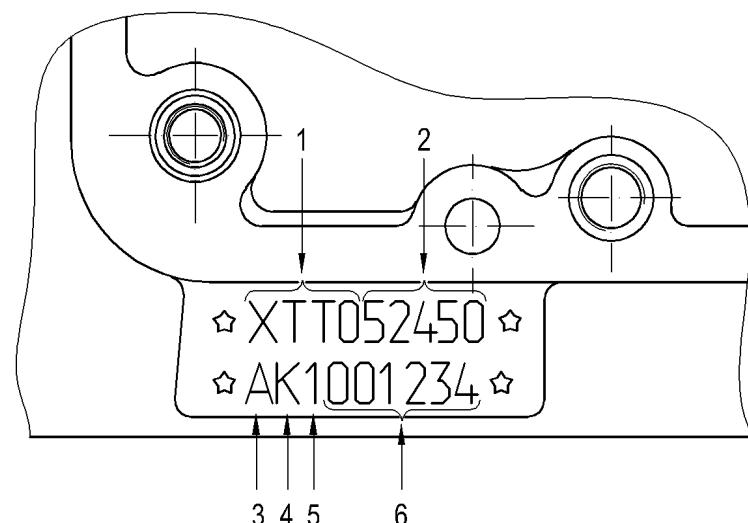


Рис.9. Идентификационный номер двигателя:

1 – международный идентификационный код изготовителя.

*Описательная часть (VDS маркировка идентификационного номера двигателя, состоит из шести знаков):*

2 – обозначение модели двигателя (состоит из пяти цифр). Если модель двигателя состоит из менее пяти цифр, то в обозначении модели на неиспользуемые места справа указываются нули. Т.е. модель двигателя «5245», а не «52450»;

3 – код обозначения комплектации двигателя (ноль или буква латинского алфавита).

*Указательная часть (VIS маркировка идентификационного номера двигателя, состоит из восьми знаков):*

4 – код года изготовления («F» – 2015, «G» – 2016, «H» – 2017, «J» – 2018, «K» – 2019, «L» – 2020, «M» – 2021, «N» – 2022, «P» – 2023, «R» – 2024, «S» – 2025, «T» – 2026, «V» – 2027, «W» – 2028, «X» – 2029, «Y» – 2030, «1» – 2031...«9» – 2039);

5 – цифровой код сборочного подразделения завода-изготовителя двигателя;

6 – порядковый номер двигателя с начала года.

**Номер блока цилиндров** двигателя расположен с переднего торца блока цилиндров на верхней горизонтальной поверхности, образованной приливом под фланец крепления крышки распределительных шестерен.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ СО СЦЕПЛЕНИЕМ

Модель	ЗМ3-5245.10		
Тип	С распределенным впрыском топлива и искровым зажиганием, работающий на бензине	С распределенным впрыском топлива и искровым зажиганием, работающий на бензине или СНГ	С распределенным впрыском топлива и искровым зажиганием, работающий на бензине или КПГ
Число и расположение цилиндров	8, V-образное, под углом 90°		
Число тактов	4		
Порядок работы цилиндров	1-5-4-2-6-3-7-8		
Диаметр цилиндра × ход поршня, мм	92×88		
Рабочий объем двигателя, л	4,67		
Степень сжатия	8,3		
Номинальная мощность при частоте вращения коленчатого вала $3200\pm100$ мин <sup>-1</sup> , кВт (л.с.)			
– брутто по ГОСТ 14846	101,8 (138,4) <sup>1)</sup>	98,1 (133,4) <sup>2)</sup>	90,5 (123,1) <sup>3)</sup>
– по ГОСТ Р 41.85 (Правила 85 ЕЭК ООН), кВт (л.с.)	98,7 (134,2) <sup>1)</sup>	95,1 (129,3) <sup>2)</sup>	78,6 (106,9) <sup>3)</sup>
Максимальный крутящий момент при частоте вращения коленчатого вала $2600\pm200$ мин <sup>-1</sup> , Н·м (кгс·м)			
– брутто по ГОСТ 14846	314 (32) <sup>1)</sup>	299,6 (30,5) <sup>2)</sup>	277,4 (28,3) <sup>3)</sup>
– по ГОСТ Р 41.85 (Правила 85 ЕЭК ООН)	308 (31,4) <sup>1)</sup>	293,9 (29,96) <sup>2)</sup>	252,9 (25,8) <sup>3)</sup>
Минимальная частота вращения коленчатого вала холостого хода, мин <sup>-1</sup>	$650 \pm 50$		

<sup>1)</sup> Работа двигателя на бензине

<sup>2)</sup> Работа двигателя на сжиженном нефтяном газе

<sup>3)</sup> Работа двигателя на компримированном природном газе

Повышенная частота вращения коленчатого вала холостого хода, мин <sup>-1</sup>	2000...2100
Максимальная частота вращения коленчатого вала холостого хода, мин <sup>-1</sup>	3600 ± 50
<b>Система подачи бензина</b>	Распределённый впрыск бензина электромагнитными форсунками
<b>Система подачи газа</b>	В каналы впускной трубы отдельным электромагнитным клапаном для каждого цилиндра
Воздушный фильтр	Сухого типа с бумажным сменным фильтрующим элементом (устанавливается на автобусе)
<b>Система смазки</b>	Комбинированная, с масляным радиатором
Масляный насос	Шестеренчатого типа, односекционный
Масляный фильтр	Бумажный, полнопоточный, со сменным бумажным фильтрующим элементом 3307-1017.140 (ООО «Костромское предприятие «Автофильтр»)
<b>Система охлаждения двигателя</b>	Жидкостная, закрытого типа, с принудительной циркуляцией
Термостат	Одноклапанный, с температурой открытия 80 ± 2 °C
<b>Система вентиляции картера</b>	Закрытая, с принудительным отсосом картерных газов
<b>Комплексная микропроцессорная система управления двигателем</b>	Управляет подачей воздуха, топлива и зажиганием
Свечи зажигания	типа NR17YC-F ф.«Brisk», искровая, с помехоподавительным резистором, зазор между электродами свечи 0,80...0,95 мм
<b>Сцепление</b>	Однодисковое, фрикционное

## **Эксплуатационные материалы, применяемые в двигателе**

### **Моторное масло**

Для заливки в двигатель применять моторные масла классов вязкости по классификации SAE J 300 и групп эксплуатационных свойств по классификации API и ААИ в соответствии с табл.1.

Таблица 1

API	ААИ	SAE	Температурный диапазон применения
SG и выше <sup>1)</sup>	Б4 <sup>2)</sup>	5W-30 5W-40	всесезонно, в северных районах
		10W-30 10W-40 15W-30 15W-40 20W-30	всесезонно, в средней полосе
		20W-40 20W-50	всесезонно, в южных районах
		30	лето, в средней полосе
		40	лето, в южных районах
		50	

Заправочный объём - 10 л по верхнюю метку «П» указателя уровня масла без учета заправочного объема радиатора и соединительных шлангов.

### **Топливо**

1. Двигатель ЗМЗ-5245.10, предназначенный для работы только на бензине:

Основное топливо - неэтилированный бензин с октановым числом 92 по ГОСТ 32513-2013, ГОСТ Р 51105-97 следующих марок:

- АИ-92-К5 ГОСТ 32513-2013;
- Регуляр-92 (АИ-92-5) ГОСТ Р 51105-97.

Допускается применение неэтилированного бензина с октановым числом 95 по ГОСТ 32513-2013, ГОСТ Р 51866-2002 следующих марок:

- АИ-95-К5 ГОСТ 32513-2013;
- Премиум Евро-95 вид III (АИ-95-5) ГОСТ Р 51866-2002.

<sup>1)</sup> SH, SJ, SL, SM, SN и т.д.

<sup>2)</sup> Б5, Б6 и т.д.

2. Двигатель ЗМЗ-5245.10 двухтопливный, предназначенный для работы на бензине и сжиженном нефтяном газе:

2.1 Бензин – аналогично п.1.

2.2 Основное газовое топливо – пропан-бутан автомобильный (ПБА) ГОСТ Р 52087. Допускается применение пропана автомобильного (ПА) ГОСТ Р 52087.

3. Двигатель ЗМЗ-5245.10 двухтопливный, предназначенный для работы на бензине и компримированном природном газе:

3.1 Бензин – аналогично п.1.

3.2 Газовое топливо – компримированный природный газ (КПГ) ГОСТ 27577.

### **Охлаждающие жидкости**

Для заливки в двигатель использовать следующие низкозамерзающие охлаждающие жидкости (табл.2):

Таблица 2

Основные	Дублирующие	Температура применения
ОЖ-40 «Лена» ТУ 113-07-02 «Cool Stream Standard-40» ТУ 2422-002-13331543	Тосол-А40М ТУ 6-57-95-96 «Тосол-ТС FELIX-40 СТАНДАРТ» ТУ 2422-006-36732629-99	Не ниже -40 °C
ОЖ-65 «Лена» ТУ 113-07-02	Тосол-А65М ТУ 6-57-95	Не ниже -65 °C

Также допускаются другие охлаждающие жидкости, соответствующие ГОСТ 28084.

Допускается применение мягкой воды в качестве охлаждающей жидкости - для летней эксплуатации при условии содержания растворенных солей не более 6 мг-экв на 1 л и промывкой системы охлаждения перед зимним сезоном.

Заправочный объём - 10,5 л без учета заправочного объема радиатора, отопителя салона, расширительного бачка и соединительных шлангов.

# УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЯ

## Кривошипно-шатунный механизм

**Блок цилиндров** отлит из алюминиевого сплава. Цилиндры двигателя состоят из восьми легкосъемных мокрых гильз, которые расположены в блоке цилиндров по четыре в ряд под углом 90° между рядами. Гильзы цилиндров изготавливаются из износостойкого чугуна.

Внизу гильза уплотняется, тонкой кольцевой прокладкой из меди.

Крышки коренных подшипников и держатель сальника окончательно обрабатываются в сборе с блоком цилиндров, поэтому крышки и держатель сальника нельзя применять с других блоков цилиндров, а крышки также и менять местами. На второй, третьей и четвертой крышках нанесены порядковые номера 2, 3 и 4.

Порядок нумерации цилиндров двигателя показан на рис.10.

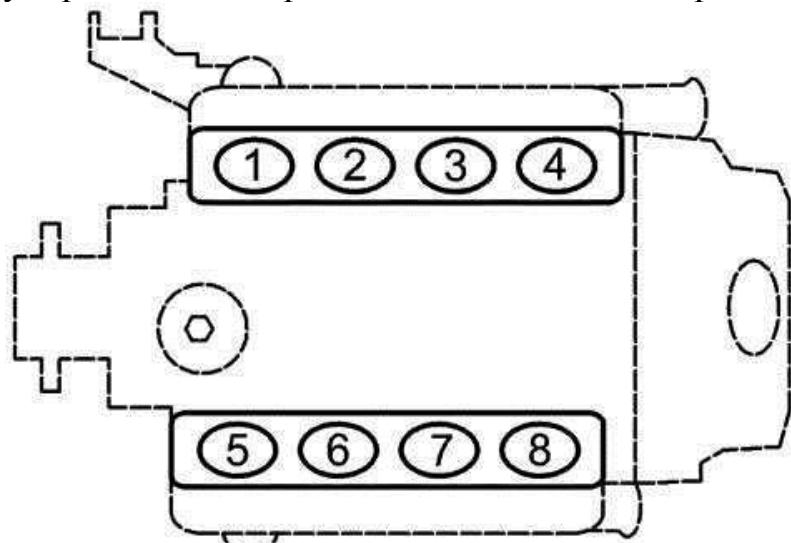


Рис.10. Порядок номеров цилиндров

**Головки цилиндров** отлиты из алюминиевого сплава, общие для четырех цилиндров одного ряда. Имеют винтовые впускные каналы. Седла всех клапанов вставные.

Каждая из головок крепится к блоку цилиндров при помощи 18 шпилек. Под гайки шпилек ставятся плоские упрочненные стальные шайбы.

Между головками цилиндров и блоком цилиндров устанавливаются прокладки из асболатексной бумаги, армированные каркасом из перфорированной листовой стали и покрыты графитом.

**Поршни** отлиты из алюминиевого сплава. Головка поршня цилиндрическая с плоским днищем. На головке поршня имеются три канавки: две верхние для размещения компрессионных колец, а нижняя - для размещения маслосъемного кольца.

В средней части поршня имеются бобышки с отверстиями под поршневой палец, в отверстиях проточены канавки для стопорных колец. Под бобышками имеются приливы для подгонки поршней по весу.

**Поршневые кольца** установлены по три на каждом поршне: два компрессионных и одно маслосъемное.

Верхнее компрессионное кольцо 1 (рис.11) изготовлено из высокопрочного чугуна, имеет бочкообразную рабочую поверхность, для улучшения приработки покрытую слоем хрома.

Нижнее компрессионное кольцо 2 изготавливается из серого чугуна, может быть «минутного» (вариант I) или «скребкового» (вариант II) типов с конической рабочей поверхностью.

Нижние компрессионные кольца на поршень следует устанавливать так, чтобы надпись «TOP» («верх») на торце колец была обращена в сторону днища поршня. Нарушение этого условия вызывает резкое возрастание расхода масла и дымление двигателя.

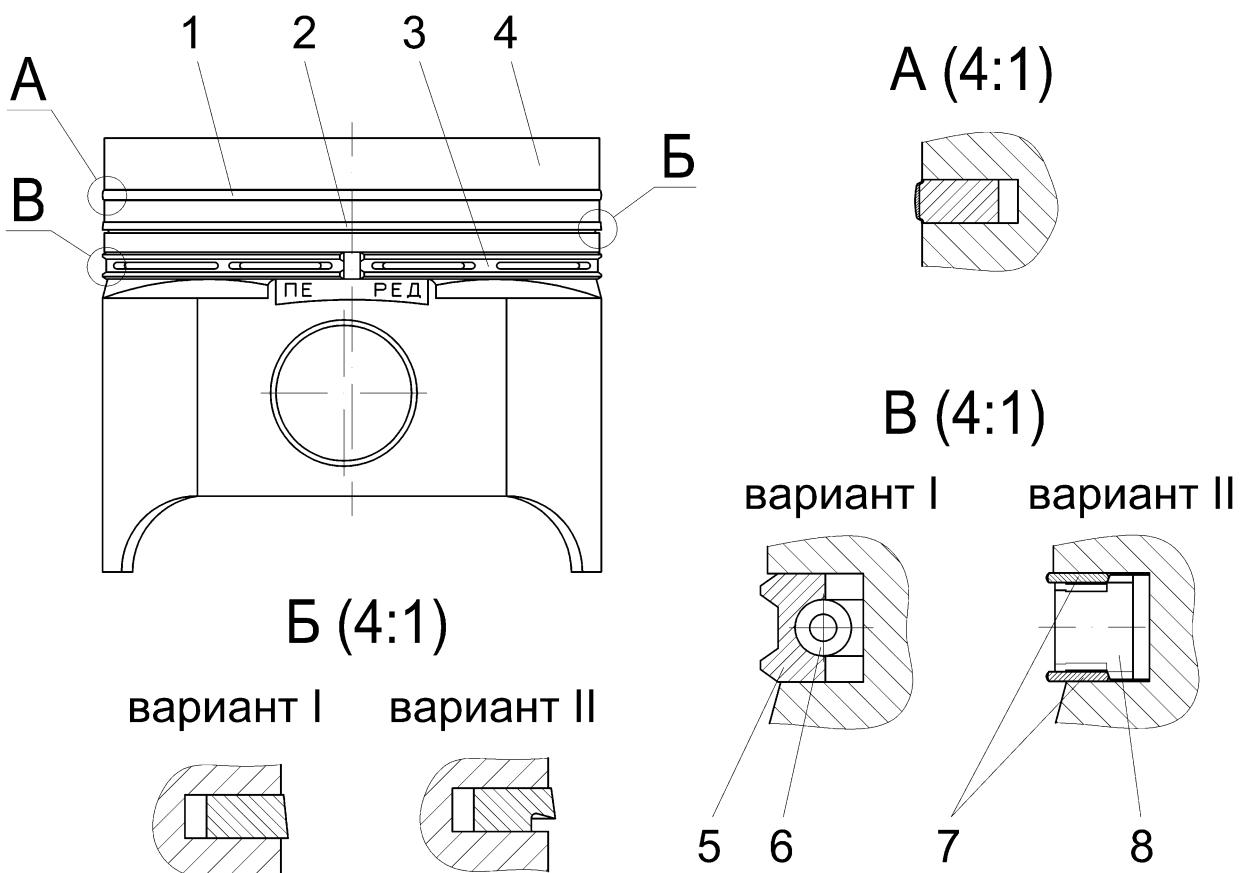


Рис.11. Поршневые кольца:

1 – верхнее компрессионное кольцо; 2 – нижнее компрессионное кольцо; 3 – маслосъемное кольцо; 4 – поршень; 5 – маслосъемное кольцо коробчатого сечения; 6 – пружинный расширитель; 7 – кольцевой диск; 8 – двухфункциональный пружинный расширитель

На поршень может устанавливаться двухэлементное маслосъемное кольцо 3, состоящее из чугунного кольца 5 коробчатого поперечного сечения, внутри которого установлен пружинный расширитель 6 (вариант I), и трехэлементное маслосъемное кольцо, состоящее из двух стальных плоских кольцевых дисков 7 и двухфункционального пружинного расширителя 8 (вариант II).

При замене колец следует удалить на гильзе (шабером или иным способом) неизношенный выступающий поясок в ее верхней части.

**Поршневые пальцы** – стальные, закаленные, трубчатого сечения. Для увеличения износостойкости наружная поверхность пальца подвергнута химико-термическому упрочнению и полирована.

Пальцы плавающего типа – имеют при работе двигателя сопряжения с поршнем и шатуном с зазором. Осевое перемещение пальца ограничивается стопорными кольцами, установленными в канавках бобышек поршня. Для удобства установки стопорные кольца имеют отогнутый в сторону усик. Кольца устанавливаются в поршень так, чтобы отгиб усика был обращен наружу.

**Шатуны** – стальные, кованые. В верхнюю головку шатуна запрессовывается втулка. Нижняя головка шатуна – разъемная. Крышка крепится к шатуну двумя болтами с гайками. Крышка с шатуном обрабатывается в сборе, поэтому при сборке крышка должна устанавливаться на тот шатун, с которым она обрабатывалась. На крышке и шатуне (на одной из бобышек под шатунный болт) выбивается номер цилиндра, в который этот шатун с крышкой должен быть установлен.

Стопорение гайки шатунного болта осуществляется с помощью анаэробного герметика «Стопор-9» или аналогичного, несколько капель которого наносится на резьбу шатунного болта при наворачивании гайки.

Для смазки поршневого пальца в верхней головке шатуна и во втулке имеются совпадающие отверстия. В месте перехода нижней головки шатуна в стержень имеется отверстие, через которое осуществляется смазка стенок цилиндра.

Разница в массе комплектов, состоящих из шатуна, поршня, поршневого пальца, устанавливаемых в один двигатель, не должна превышать 12 г.

**Коленчатый вал** – отлит из высокопрочного чугуна, динамически сбалансирован. Также коленчатый вал в сборе с маховиком и сцеплением подвергается динамической балансировке на заводе-изготовителе.

Шатунные шейки полые. Полости шатунных шеек герметически закрыты резьбовыми пробками, которые завернуты с крутящим моментом 37...51 Н·м (3,8...5,2 кгс·м). Масло от коренных шеек к шатунным подается через сверления в коленчатом вале.

Уплотнение переднего конца коленчатого вала осуществляется самоподжимным сальником с пружиной 4 (рис.12), запрессованным в крышку распределительных шестерен.

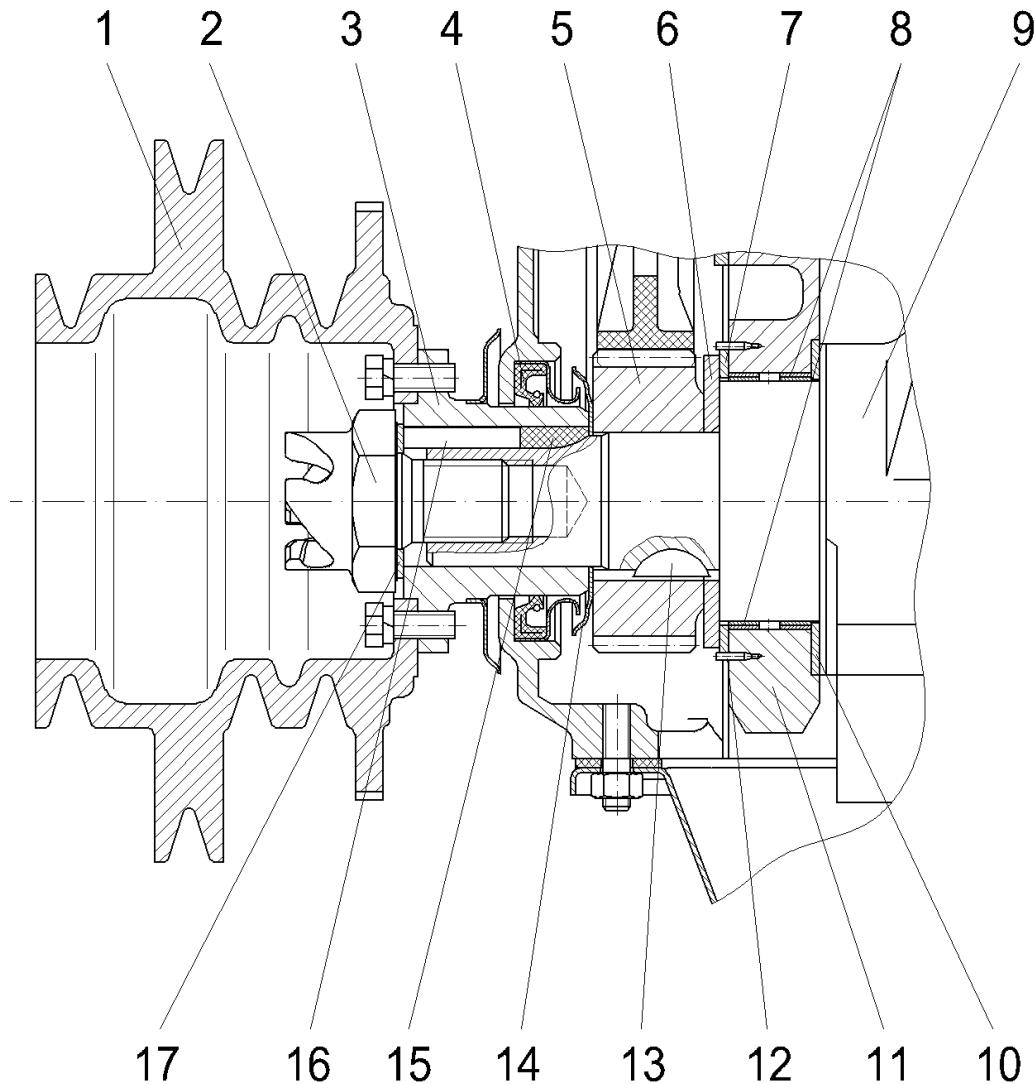


Рис.12. Передний конец коленчатого вала:

1 – шкив коленчатого вала; 2 – храповик; 3 – ступица шкива коленчатого вала; 4 – сальник; 5 – шестерня привода распределительного вала; 6 – упорная шайба; 7 – передняя шайба упорного подшипника коленчатого вала; 8 – вкладыши коренного подшипника коленчатого вала; 9 – коленчатый вал; 10 – задняя шайба упорного подшипника коленчатого вала; 11 – крышка коренного подшипника; 12 – штифт; 13 – шпонка шестерни; 14 – маслоотражатель; 15 – пробка шпоночного паза; 16 – шпонка ступицы; 17 – зубчатая стопорная шайба

Уплотнение заднего конца коленчатого вала осуществляется сальником 4 (рис.13) из асбестового шнура. Отрезки асбестового шнура, пропитанного маслографитовой смесью, укладываются в специальные канавки блока цилиндров 3 и держателя сальника 5, обжимаются, а затем обрезаются заподлицо с поверхностью прилегания держателя сальника.

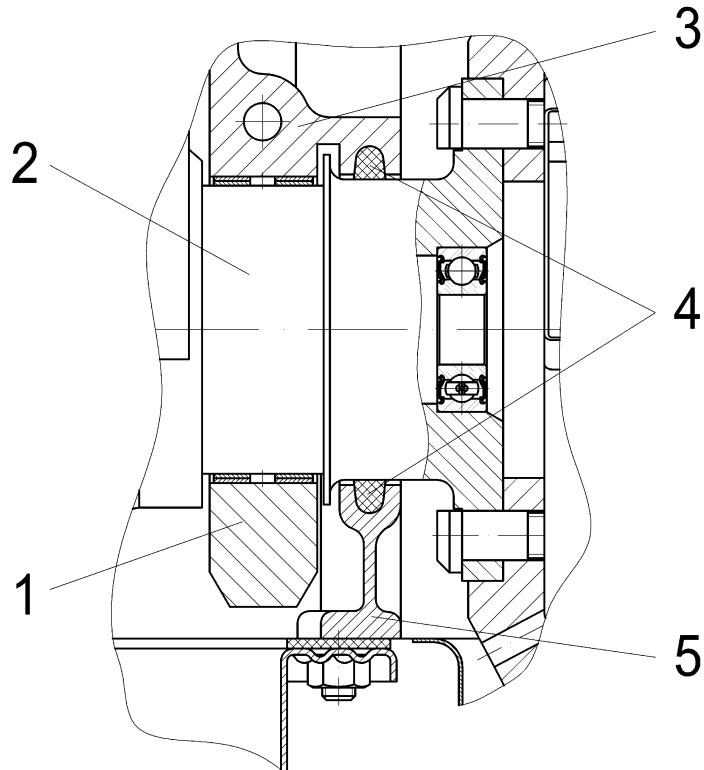


Рис.13. Задний конец коленчатого вала:

1 – крышка последнего коренного подшипника; 2 – коленчатый вал; 3 – блок цилиндров; 4 – сальник; 5 – держатель сальника

Боковые поверхности держателя сальника уплотняются специальными резиновыми прокладками, установленными в прорези держателя сальника.

**Маховик** – изготовлен из серого чугуна, крепится к коленчатому валу при помощи четырех болтов, которые плотно входят в отверстия фланца коленчатого вала и маховика. Гайки болтов крепления маховика стопорятся путем загибы на грани гаек усиков стопорных пластин, которые устанавливаются под гайками.

#### **Вкладыши коренных и шатунных подшипников коленчатого вала.**

Коренные и шатунные подшипники коленчатого вала выполнены в виде тонкостенных сталеалюминевых вкладышей.

Вкладыши коренных подшипников имеют кольцевую канавку и отверстие для подвода масла.

В запасных частях применяется комплект вкладышей коренных подшипников, состоящий из вкладышей как с кольцевой канавкой и отверстием, так и без них. В этом случае вкладыши с кольцевой канавкой и отверстием необходимо устанавливать в постели блока цилиндров, а без канавки и отверстия - в крышки коренных подшипников.

Шатунные вкладыши имеют отверстие для отвода масла.

## Шайбы упорного подшипника коленчатого вала.

Оевые перемещения коленчатого вала воспринимаются сталеалюминевыми шайбами упорного подшипника, расположенными с обеих сторон первой коренной опоры. Задняя шайба 10 (рис.12) обращена антифрикционным слоем (поверхностью с канавками) к щеке коленчатого вала и удерживается от вращения специальным выступом, входящим в паз крышки первого коренного подшипника.

Передняя шайба 7 обращена антифрикционным слоем (поверхностью с канавками) в сторону переднего конца коленчатого вала и контактирует с упорной стальной закаленной шайбой, вращающейся заодно с коленчатым валом. Передняя шайба удерживается от вращения двумя штифтами 12, запрессованными в блок цилиндров и в крышку первого коренного подшипника.

## Обслуживание кривошипно-шатунного механизма

### Подтяжка гаек крепления головок цилиндров и впускной трубы

Периодически необходимо производить подтяжку гаек крепления головок цилиндров к блоку цилиндров. Подтяжку производить на холодном двигателе моментом 75,5...80,4 Н·м (7,7...8,2 кгс·м) в порядке, указанном на рис.14. Перед подтяжкой отвернуть гайки стоек оси коромысел, и, приподняв стойки вместе с осью, обеспечить доступ к гайкам крепления головки цилиндров.

После подтяжки гаек крепления головок цилиндров вновь затянуть отвернутые гайки крепления стоек оси коромысел и произвести подтяжку гаек крепления впускной трубы.

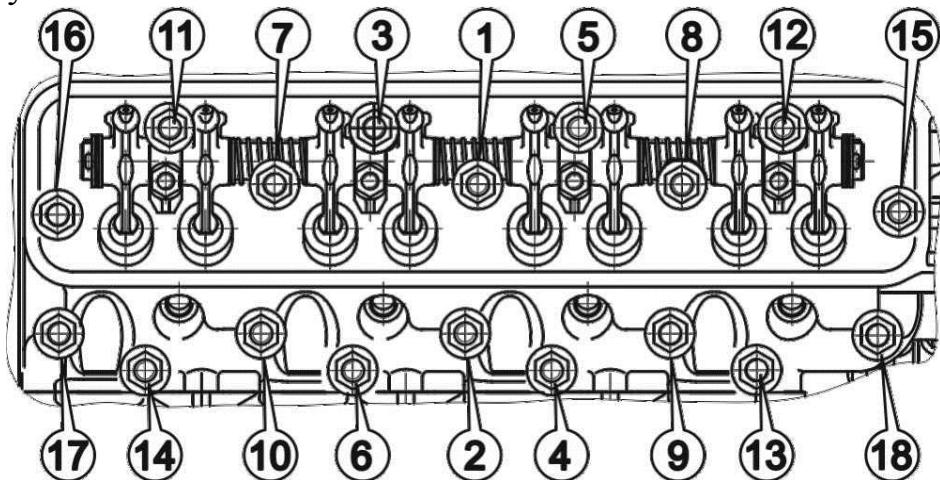


Рис.14. Порядок подтяжки гаек крепления головок цилиндров

Подтяжка гаек крепления впускной трубы должна производиться со всей внимательностью во избежание попадания охлаждающей жидкости в масло. Подтяжку гаек крепления впускной трубы производить в последовательности, указанной на рис.15.

Момент затяжки гаек:

- 19,6...24,5 Н·м (2,0...2,5 кгс·м) гаек поз.1-2, 5-12;
- 24,5...34,3 Н·м (2,5...3,5 кгс·м) гаек поз.3, 4.

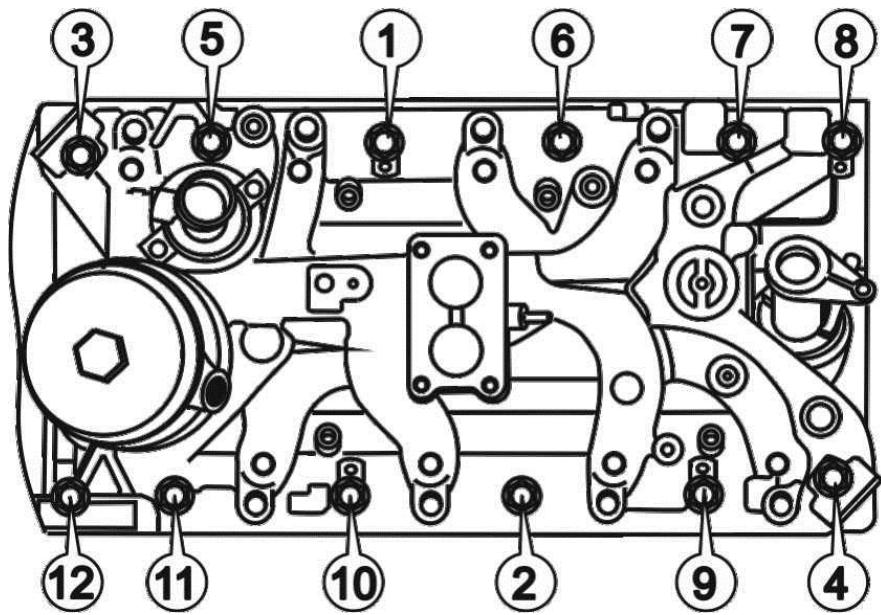


Рис.15. Порядок подтяжки гаек крепления впускной трубы

## Газораспределительный механизм

Механизм газораспределения – верхнеклапанный с нижним расположением распределительного вала в блоке цилиндров и приводом клапанов (рис.16) через толкатели 2, штанги 5, гидрокомпенсаторы 8 и коромысла 9. Количество клапанов на цилиндр – два.

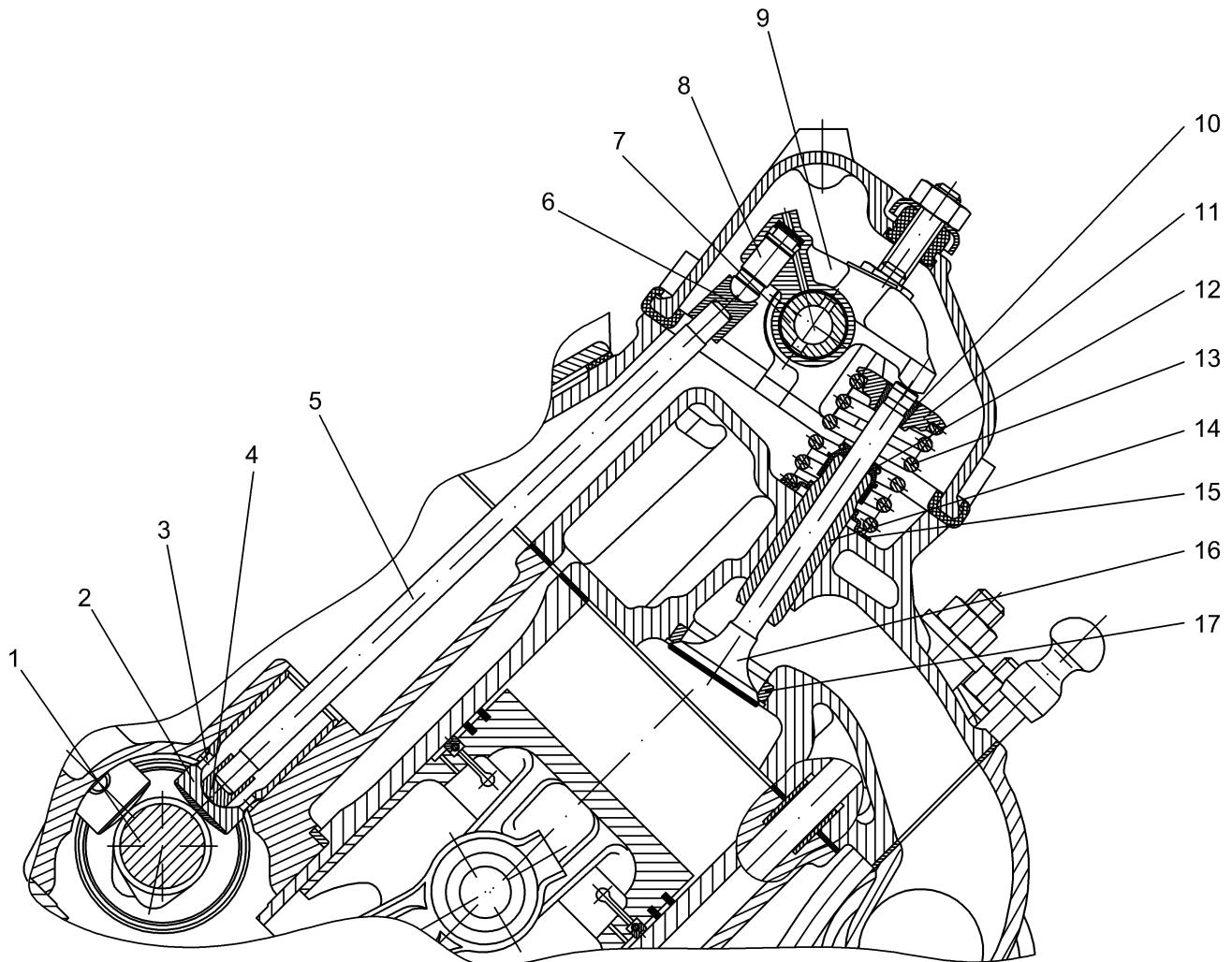


Рис.16. Привод клапанов:

1 – распределительный вал; 2 – толкатель; 3 – отверстие толкателя для выхода масла; 4,6 – нижний и верхний наконечники штанги; 5 – штанга; 7 – ось коромысел; 8 – гидрокомпенсатор; 9 – коромысло; 10 – сухарь; 11 – тарелка пружины; 12 – маслоотражательный колпачек; 13 – пружина клапана; 14 – направляющая втулка; 15 – опорная шайба пружины клапана; 16 – выпускной клапан; 17 – седло

**Распределительный вал** стальной. Вал имеет пять опорных шеек, профильные кулачки привода клапанов. На заднем конце вала расположена выполненная заодно с валом шестерня привода масляного насоса. Распределительный вал вращается в стальном алюминиевом втулках (подшипниках скольжения), запрессованных в отверстия блока цилиндров.

Распределительный вал обеспечивает открытие впускного клапана за  $22^\circ$  до верхней мертвой точки (ВМТ) и закрытие через  $50^\circ$  после нижней мертвой точки (НМТ). Выпускной клапан открывается за  $50^\circ$  до НМТ и закрывается через  $22^\circ$  после ВМТ.

Кулачки по ширине шлифуются на конус. Угол наклона образующей кулачка и сферическая поверхность толкателя сообщают толкателю вращательное движение, снижая износ стержня и торца толкателя.

Кулачки, опорные шейки и шестерня привода масляного насоса подвергнуты поверхностной закалке токами высокой частоты.

Распределительный вал приводится от коленчатого вала через пару шестерен: чугунную на коленчатом валу и полиамидную 2 (рис.17) на распределительном вале. Для правильной установки распределительного вала на шестернях имеются метки.

Осьное перемещение распределительного вала ограничивается стальным упорным фланцем 4. На переднюю шейку распределительного вала устанавливаются пластина датчика фазы 10 и балансиры 9. Все детали на переднем конце распределительного вала закреплены болтом 1 с шайбами.

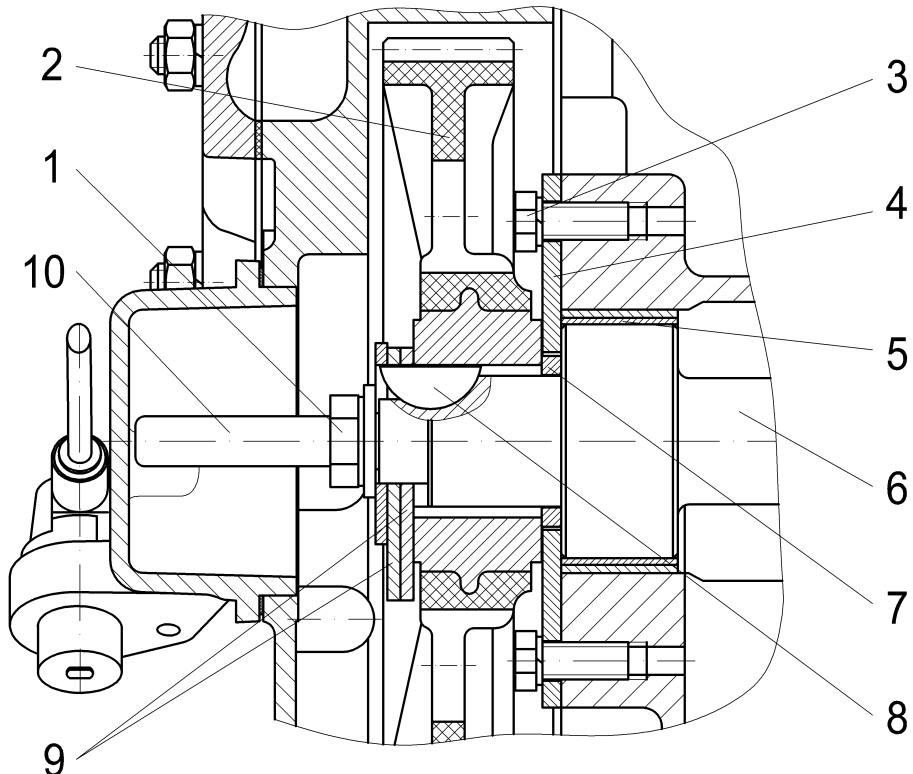


Рис.17. Передний конец распределительного вала:

1 - болт; 2 - шестерня; 3 – болт крепления фланца; 4 - фланец; 5 - втулка; 6 - распределительный вал; 7 – распорное кольцо; 8 - шпонка; 9 - балансиры; 10 – пластина датчика фазы

**Толкатели 2** (рис.16) - плунжерного типа. Внутри толкатель имеет сферическое углубление для нижнего наконечника штанги. На цилиндрической поверхности толкателя у нижнего торца имеются два отверстия для слива излишков масла из внутренней полости толкателя.

**Штанги толкателей 5** выполнены в виде стержня из алюминиевого сплава с напрессованными на верхний и нижний концы стальными, термически обработанными наконечниками 4 и 6.

**Коромысла 9.** В отверстие ступицы коромысла запрессована бронзовая втулка. На внутренней поверхности втулки имеются канавки для равномерного распределения смазки и подачи её к сверлению в коротком плече коромысла.

В коротком плече коромысла имеется цилиндрическое гнездо для установки гидрокомпенсатора. Длинное плечо коромысла имеет на конце термически обработанную цилиндрическую поверхность, которой коромысло нажимает на торец стержня клапана.

**Ось коромысел** 7 полая, с герметично закрытыми отверстиями в торцах. Внутренняя полость служит для подвода масла к коромыслам через радиальные сверления в оси. Поверхность оси, где работают коромысла, подвергнута закалке.

**Стойки оси коромысел** чугунные, литые. Предназначены для крепления оси коромысел на головке цилиндров. Также стойки совместно с пружинами фиксируют положение коромысел на оси. От осевых перемещений на оси коромысла удерживаются распорными пружинами, прижимающими их к стойкам. Крайние коромысла прижимаются к стойкам плоскими пружинами, которые закрепляются на оси при помощи шайб и шплинтов.

**Впускные и выпускные клапаны** изготовлены из жаропрочной стали. Выпускные клапаны 16, кроме того, имеют наплавленную рабочую фаску из жаростойкого сплава. Оба клапана имеют угол рабочей фаски  $45^{\circ}30'$ .

На направляющие втулки 15 всех клапанов устанавливаются маслоотражательные колпачки 12, ограничивающие излишнее попадание масла в зазор между стержнем клапана и направляющей втулкой, что уменьшает общий расход масла двигателем на «утгар».

**Пружины клапанов** 13 имеют постоянный шаг витков. Пружина опирается на поверхность головки цилиндров через опорную шайбу 15, которая служит для центрирования пружины. Тарелка 11 пружины опирается на торец пружины и плотно охватывает сухари 10 клапана.

Клапаны работают в металлокерамических направляющих втулках. Втулки окончательно обрабатываются после запрессовки в головку цилиндров.

**Гидрокомпенсаторы** 8 стальные, установлены в гнезда коромысел, сферической головкой входят в отверстие верхнего наконечника штанги толкателя клапана.

Гидрокомпенсаторы обеспечивают беззазорный контакт в приводе клапанов, компенсируя температурное изменение длины и износ деталей привода. Применение гидрокомпенсаторов исключает необходимость регулировки зазора в приводе клапанов.

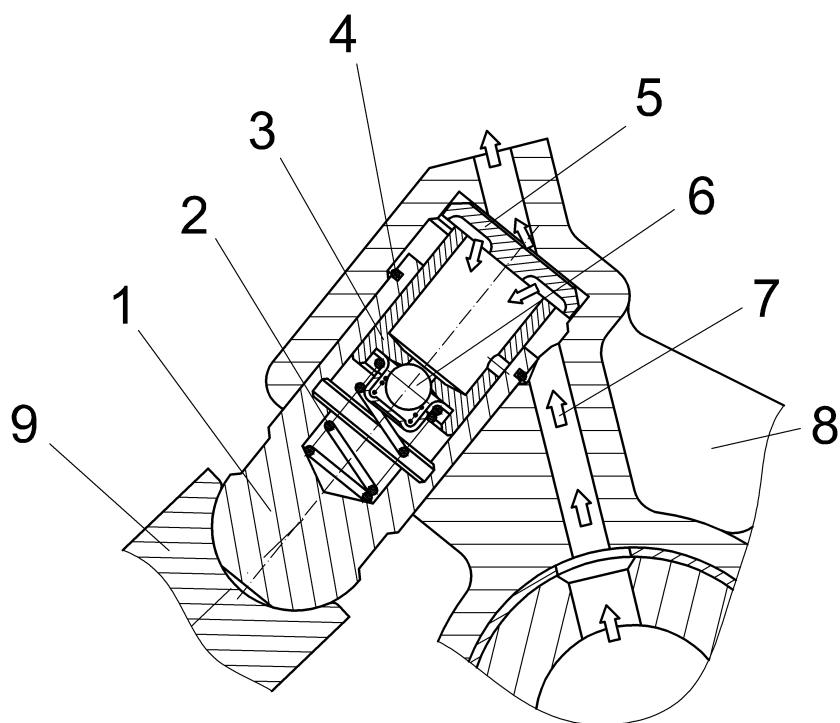


Рис.18. Гидрокомпенсатор:

1 – корпус гидрокомпенсатора; 2 – пружина; 3 – плунжер; 4 – пружинное кольцо; 5 – опорная шайба; 6 – обратный шариковый клапан; 7 – масло; 8 – коромысло; 9 – верхний наконечник штанги

Гидрокомпенсатор удерживается в гнезде коромысла с помощью пружинного кольца 4 (рис.18), находящегося в канавке на наружной поверхности гидрокомпенсатора.

Установка гидрокомпенсатора в гнездо коромысла производится усилием руки, до разжатия фиксирующего кольца. Выемку гидрокомпенсатора производить за его сферическую головку.

Для обеспечения поступления масла во внутреннюю полость гидрокомпенсатора и выхода из нее воздуха служит стальная опорная шайба 5. При установке в гнездо коромысла шайба должна ориентироваться плоской поверхностью с тремя радиальными канавками в сторону гидрокомпенсатора.

Направление течения потока масла из системы смазки двигателя в гидрокомпенсатор показано на рисунке стрелками.

Работает гидрокомпенсатор следующим образом:

1. Когда кулачек распределительного вала надавливает через толкатель и штангу на корпус 1 гидрокомпенсатора, давление в полости между корпусом и плунжером 3 гидрокомпенсатора резко повышается, обратный шариковый клапан 6 закрывается, запирая находящееся в полости масло, которое становится рабочим телом, через которое передается усилие и движение от кулачка к клапану.

Небольшая часть масла, при этом, выдавливается через зазор между корпусом и плунжером, гидрокомпенсатор при этом сжимается на величину 0,01...0,05 мм.

2. После закрытия клапана, когда снимается усилие с корпуса гидрокомпенсатора, пружина 2 гидрокомпенсатора прижимает корпус гидрокомпенсатора к наконечнику штанги, выбирая образовавшийся при сжатии зазор. Обратный ш-

риковый клапан открывается, впуская в полость между корпусом и плунжером масло, после чего цикл повторяется.

---

**Внимание!**

**После запуска холодного двигателя возможно появление стуков гидрокомпенсаторов вследствие того, что холодное масло не успевает полностью заполнить полость гидрокомпенсаторов. По мере прогрева двигателя стуки должны исчезнуть.**

**Если стуки не исчезнут через 30 минут и более после прогрева двигателя до температуры охлаждающей жидкости 80...90 °C, то необходимо проверить подачу масла к гидрокомпенсаторам или заменить неисправные гидрокомпенсаторы.**

---

## Система смазки

Система смазки (рис.19) – комбинированная: под давлением, разбрызгиванием и самотеком.

Под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, подшипники распределительного вала, втулки коромысел, верхние наконечники штанг толкателей и привод масляного насоса. Масло через канал в коромысле поступает под давлением к гидрокомпенсаторам и, сливаясь из канала коромысле, поступает к верхним наконечникам штанг толкателей. Для смазки втулок коромысел и подачи масла к гидрокомпенсаторам масло по кольцевому зазору между стойкой оси коромысел и шпилькой подается из каналов в блоке цилиндров и головке цилиндров во внутреннюю полость оси коромысел. Нижний наконечник штанги работает в масляной ванне во внутренней полости толкателя. Излишки масла из толкателя, сливаясь через два отверстия, смазывают направляющую толкателя, рабочий торец толкателя и кулачок распределительного вала.

Стенки цилиндров смазываются брызгами масла, выбрасываемыми из сверлений в нижних головках шатунов при совпадении их с масляными каналами в шатунных шейках коленчатого вала.

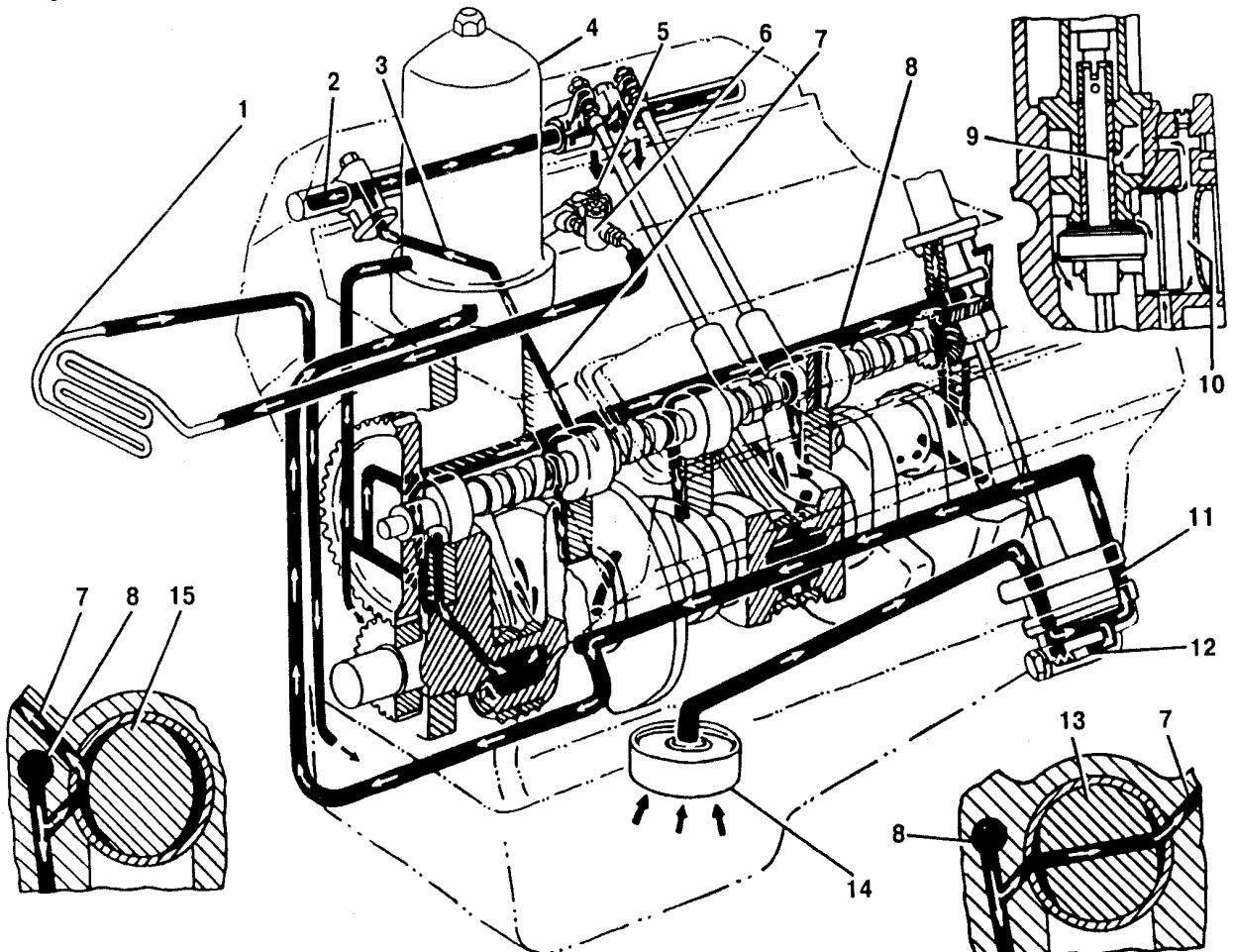


Рис.19. Схема смазки двигателя:

1 - масляный радиатор; 2 - полость оси коромысел; 3 - канал в головке цилиндров; 4 - масляный фильтр; 5 - предохранительный клапан; 6 – кран масляного радиатора; 7 - канал в блоке цилиндров; 8 - главная масляная магистраль; 9 - отверстие в корпусе привода масляного насоса; 10 - полость; 11 - масляный насос; 12 - редукционный клапан масляного насоса; 13 - четвертая шейка распределительного вала; 14 - маслоприемник; 15 - вторая шейка распределительного вала

Привод масляного насоса смазывается маслом, подаваемым через лыску на пятой шейке распределительного вала в полость между задним торцом распределительного вала и заглушкой блока цилиндров. Из полости масло подается через отверстие в корпусе привода на трещищиеся поверхности. Шестерни привода масляного насоса смазываются маслом, вытекающим через отверстия в корпусе привода.

Шестерни привода распределительного вала смазываются масляным туманом.

Моторное масло в двигатель заливается через маслоналивной патрубок, расположенный на левой крышке коромысел, который закрывается крышкой с герметизирующей прокладкой.

Уровень масла контролируется по меткам «П» и «0» на стержневом указателе, который установлен с левой стороны блока цилиндров.

Контроль за давлением масла в системе смазки осуществляется с помощью датчика указателя давления масла и датчика сигнализатора аварийного давления масла, установленных в штуцере, ввернутом в масляный канал на левой стороне блока цилиндров спереди.

Сигнализатор аварийного падения давления масла загорается в комбинации приборов автобуса по сигналу датчика аварийного давления масла при падении давления ниже 40...80 кПа ( $0,4...0,8 \text{ кгс/см}^2$ ).

Допускается загорание сигнализатора на минимальной частоте вращения холостого хода. В случае исправности системы смазки двигателя при повышении частоты вращения коленчатого вала лампа сигнализатора должна погаснуть. В случае загорания сигнализатора на средней или большой частотах вращения коленчатого вала двигателя необходимо немедленно заглушить двигатель и до устранения неисправности двигатель не заводить.

**Масляный картер** штампованый из листовой стали. В масляном картере установлен козырек, предотвращающий расплескивание масла при торможении автомобиля. Масляный картер может крепиться к нижней плоскости блока цилиндров шпильками или болтами. Соединение масляного картера и блока цилиндров уплотняется резинопробковой прокладкой. В нижней части масляного картера имеется сливная пробка, уплотняемая алюминиевой прокладкой.

**Масляный насос** (рис.20) шестеренчатый, односекционный. Насос приводится от распределительного вала через шестерню с валом и шестигранный валик, входящий в отверстие валика 6 масляного насоса, на котором закреплена штифтами ведущая шестерня 7. Ведущая шестерня находится в зацеплении с ведомой шестерней 4, вращающейся на оси 5, запрессованной в корпус 3 масляного насоса.

В крышке 1 насоса находится редукционный клапан. Между крышкой и корпусом установлена перегородка 2. Крышка с перегородкой крепятся к корпусу насоса четырьмя болтами 10. Стыки между корпусом, перегородкой и крышкой уплотняются прокладками 8 и 9.

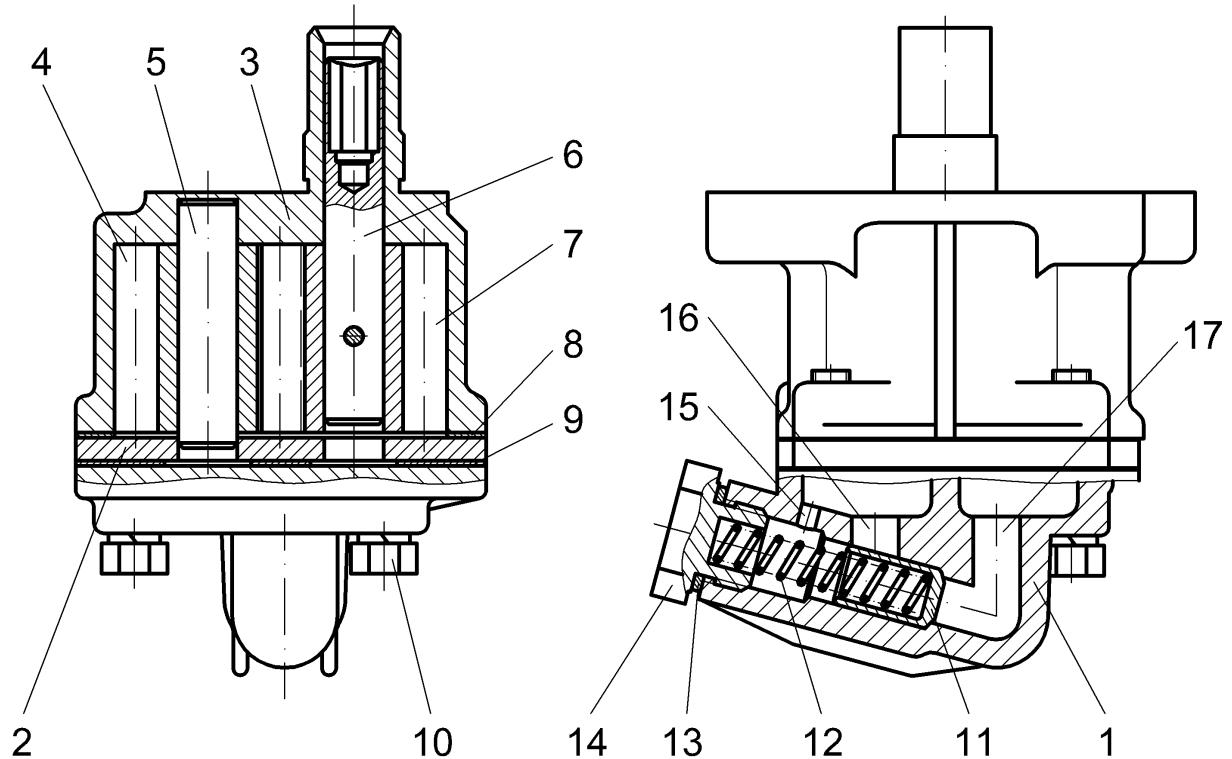


Рис.20. Масляный насос:

1 - крышка; 2 – перегородка; 3 - корпус; 4 – ведомая шестерня; 5 – ось ведомой шестерни; 6 - валик; 7 – ведущая шестерня; 8,9 – прокладки; 10 – болт; 11 – плунжер редукционного клапана; 12 – пружина редукционного клапана; 13 – уплотнительная прокладка; 14 – пробка; 15 – разгрузочное отверстие; 16 – перепускное отверстие; 17 – отверстие соединения с подающей полостью насоса

**Редукционный клапан масляного насоса** служит для поддержания определенного давления масла в системе. На торец плунжера 11 действует давление масла из подающей полости насоса и плунжер, преодолевая усилие пружины 12, перемещается. Когда плунжер откроет перепускное отверстие 16, часть масла перепускается из подающей полости через отверстия 17 и 16 во всасывающую полость масляного насоса. При дальнейшем увеличении количества масла, подаваемого насосом, что происходит при увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя, плунжер еще больше сжимает пружину, больше открывая перепускное отверстие. По мере износа двигателя расход масла через подшипники увеличивается, давление в системе поддерживается примерно на том же уровне, но количество масла, перепускаемого через редукционный клапан, уменьшается.

Чтобы масло, находящееся за плунжером, не препятствовало перемещению плунжера, в клапане выполнено разгрузочное отверстие 15.

### **Внимание!**

**Редукционный клапан регулировке не подлежит. Детали клапана подобраны и клапан проверен на заводе-изготовителе на давление открытия, поэтому разукомплектация деталей редукционного клапана не допускается.**

Внезапное падение или увеличение давления масла в системе смазки может произойти вследствие засорения редукционного клапана масляного насоса. В этом случае редукционный клапан можно разобрать без снятия насоса, отвернув пробку 14, и тщательно промыть его детали в керосине.

**Привод масляного насоса** состоит из корпуса 1 (рис.21), в который запрессованы две втулки 3 и 5 из листовой бронзы. Во втулках вращается валик 4, на нижнем конце которого закреплена штифтом 10 ведомая шестерня 8. Ведущая шестерня находится на распределительном валу.

Между торцом корпуса привода и ведомой шестерней устанавливаются две упорные шайбы: стальная 6 и из алюминиевого сплава 7.

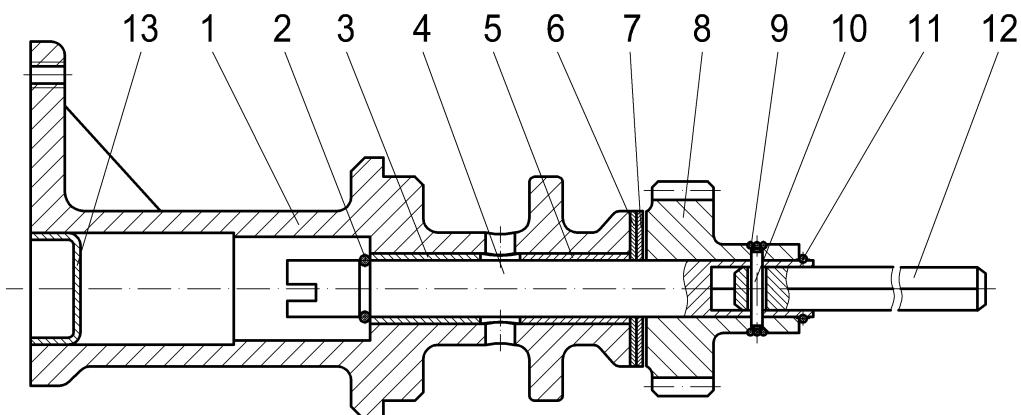


Рис.21. Привод масляного насоса:

1 – корпус привода; 2,11 – стопорное кольцо; 3,5 – втулка; 4 – валик; 6,7 – упорная шайба; 8 – ведомая шестерня привода; 9 – пружинное кольцо; 10 – штифт; 12 – валик привода масляного насоса; 13 – заглушка

В нижнем торце валика 4 имеется шестиугольное отверстие, в которое входит шестиугольный валик 12 привода масляного насоса. Нижний конец шестиугольного валика свободно входит в шестиугольное отверстие в верхнем конце валика масляного насоса.

Корпус привода устанавливается на блоке цилиндров через паронитовую прокладку и крепится специальной вилкой. Отверстие в верхней части корпуса герметично закрыто запрессованной заглушкой 13.

При заклинивании масляного насоса срезается штифт 10. Двигатель при этом не останавливается, но загорается контрольная лампа падения давления масла в двигателе в комбинации приборов автобуса.

### **Внимание!**

**Дальнейшая работа двигателя не допускается, двигатель необходимо немедленно заглушить! Невыполнение данного действия приведет к выходу двигателя из строя.**

Далее необходимо устранить неисправность, приведшую к заклиниванию масляного насоса, после чего установить новый штифт (диаметр - 3,5 мм, длина - 22 мм, материал - сталь 20). Для этого нужно снять привод масляного насоса с двигателя и, сняв пружинное кольцо 9, заменить штифт 10.

**Масляный фильтр** (рис.22) - полнопоточный, со сменным бумажным фильтрующим элементом 3307-1017.140 (ООО «Костромское предприятие «Автофильтр»), смонтирован на проставке, расположенной на передней части впускной трубы.

Масло к фильтру подается из масляного насоса по каналу в блоке цилиндров и специальной трубке. Фильтр состоит из корпуса, выполненного из двух частей 11 и 14, стержня 13, трубы 15 и фильтрующего элемента 10. В проставке 5 фильтра расположен перепускной клапан, который при засорении фильтрующего элемента пропускает масло помимо фильтра в масляную магистраль.

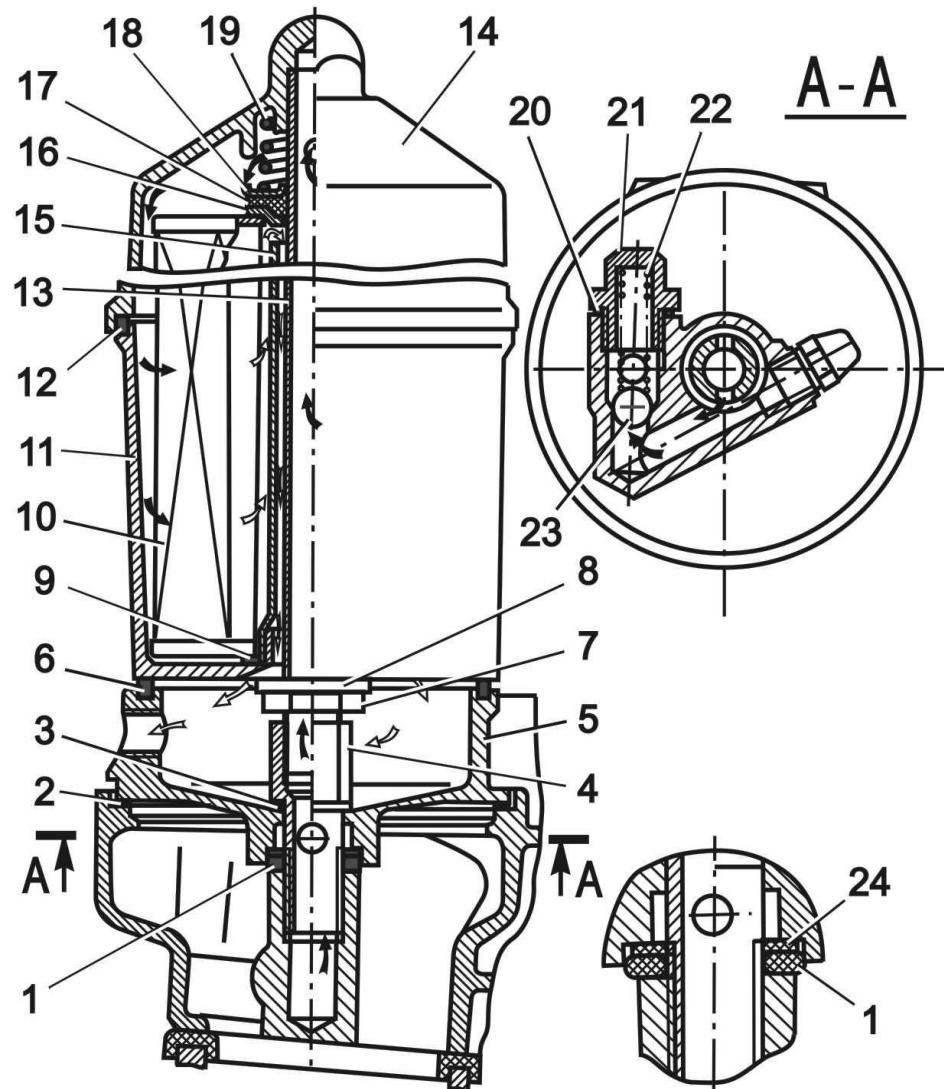


Рис.22. Масляный фильтр:

1, 3, 17 – кольцо уплотнительное; 2 – нижняя прокладка; 4 – штуцер соединительный; 5 – проставка фильтра; 6 – прокладка верхняя проставки; 7 – соединительная гайка; 8 – шайба; 9 – прокладка фильтрующего элемента; 10 – фильтрующий элемент; 11 – нижняя часть корпуса; 12 – прокладка корпуса; 13 - стержень фильтра; 14 – верхняя часть корпуса; 15 – трубка корпуса фильтра; 16 - кольцо жесткости уплотнения; 18 – шайба опорная; 19 – пружина; 20 – прокладка перепускного клапана; 21 – пробка перепускного клапана; 22 – пружина перепускного клапана; 23 – шарик; 24 – шайба фибровая

---

**Внимание!**

**1. Не допускается отвертывание или затяжка ниппельных гаек трубок масляного фильтра вместе с переходным штуцером. При этом необходима предварительная фиксация штуцера ключом.**

**2. Запрещается использовать фильтрующие элементы автомобилей КАМАЗ, так как из-за большей высоты (на 10 мм) они упираются в верхнюю часть корпуса фильтра и не пропускают масло.**

---

**Предохранительный клапан и краник включения масляного радиатора** (рис.23) установлены на впускной магистрали масляного радиатора.

Предохранительный клапан состоит из корпуса 5, шарика 6, пружины 4 и пробки 3. Предохранительный клапан при малых давлениях масла автоматически отключает циркуляцию масла через радиатор, и все масло направляется для смазки трущихся деталей двигателя. Клапан открывается при давлении 80...90 кПа ( $0,8\ldots0,9$  кгс/см $^2$ ). Если давление в масляной магистрали выше 100 кПа (1 кгс/см $^2$ ), клапан открывается полностью, и масло поступает в радиатор.

При движении в тяжелых условиях (грязь, бездорожье и т.п.), а также при температуре окружающего воздуха выше 20 °С необходимо открывать циркуляцию масла через масляный радиатор, при этом рукоятка запорного краника 1 должна быть направлена вдоль оси кранника.

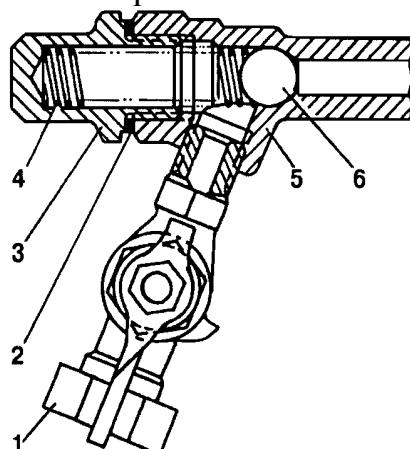


Рис.23. Предохранительный клапан и краник масляного радиатора:

1-запорный краник; 2 - прокладка пробки клапана; 3 - пробка клапана; 4 - пружина клапана; 5 - корпус клапана; 6 - шарик клапана

### **Внимание!**

**Следует применять только рекомендованные моторные масла. От этого зависит долговечность деталей двигателя.**

**Запрещается смешивание моторных масел различных марок и различных фирм производителей. При переходе на масло другой марки или другой фирмы обязательно промыть систему смазки двигателя промывочным маслом.**

Обслуживание системы смазки заключается в ежедневной проверке уровня масла, замене моторного масла одновременно с заменой фильтрующего элемента масляного фильтра.

#### 1. Проверка уровня масла

Расход моторного масла при эксплуатации двигателя является нормальным явлением и зависит от режимов эксплуатации (частота вращения коленчатого вала, нагрузка). В период обкатки расход моторного масла может быть увеличенным.

Проверять уровень масла необходимо ежедневно перед первым запуском двигателя. При этом автобус должен стоять на ровной горизонтальной площадке. Для проверки уровня масла после работы двигателя необходимо подождать не менее 15 минут, чтобы масло успело стечь в масляный картер.

Уровень масла необходимо поддерживать между метками «0» и «П» стержневого указателя уровня масла (рис.24), рекомендуется ближе к метке «П», не превышая её.

Для проверки уровня масла:

- вынуть указатель уровня масла;
- протереть конец указателя с метками чистой ветошью;
- вставить указатель в трубку до упора;
- снова вынуть указатель и проверить уровень масла на указателе по меткам. При необходимости долить масло.

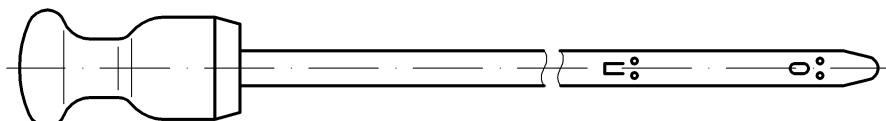


Рис.24. Указатель уровня масла

Количество масла, необходимое для доливки в масляный картер от метки «0» до метки «П», составляет примерно 2,5 литра.

### **Внимание!**

**Эксплуатация двигателя с уровнем масла ниже метки «0» указателя не допускается, так как приведет к поломке двигателя.**

**Заливка моторного масла уровня выше метки «П» приведёт к нарушению нормальной работы двигателя: повышенному угару масла, увеличению токсичности отработавших газов, загрязнению и выходу из строя свечей за-**

## **жигания, выходу из строя деталей системы нейтрализации отработавших газов автомобиля.**

---

### **2. Замена моторного масла и фильтрующего элемента масляного фильтра**

Заменять масло необходимо после работы прогретого двигателя, так как горячее масло полнее сливаются из масляного картера.

Замену моторного масла производить в следующей последовательности:

1. Открыть крышку маслоналивного патрубка левой крышки коромысел и отвернуть пробку сливного отверстия масляного картера.

2. Заменить фильтрующий элемент масляного фильтра как указано далее.

3. Завернуть сливную пробку масляного картера с уплотнительной прокладкой, предварительно проверив состояние прокладки.

4. Залить свежее моторное масло и закрыть маслоналивной патрубок.

5. Пустить двигатель. При наличии подтеканий масла при работе двигателя с повышенной частотой вращения в течение нескольких минут, довернуть фильтр руками. Затяжка ключом не допускается.

Для замены фильтрующего элемента необходимо:

1. Отвернуть фильтр руками за верхнюю часть фильтра, допускается при необходимости пользоваться гаечным ключом, для этого на верхней части корпуса предусмотрен шестигранный выступ. Во избежание попадания масла на двигатель, фильтр, не наклоняя, в вертикальном положении отнести в сторону.

2. Закрыть сверху чистой ветошью проставку фильтра во избежание возможного попадания загрязнений.

3. Слить масло из фильтра, поворачивая его над ёмкостью для сбора отработавшего масла.

4. Разъединить корпус, для чего отвернуть гайку 7 (рис.22) и заменить фильтрующий элемент. Перед заменой элемента промыть секции корпуса.

5. Проверить наличие и правильную установку деталей уплотнения 9, 17, 18, 19, 12 и шайбы 8. Соединить части корпуса и закрепить гайкой 7.

Необходимо следить за состоянием верхнего резинового уплотнительного кольца 17 и заменить его при потере упругости и деформации. В противном случае качество фильтрации масла резко ухудшится.

7. Смазать моторным маслом прокладку 6, установить фильтр на двигатель, завернув руками до начала сжатия прокладки 6, и довернуть на 0,5...1 оборот.

Для промывки системы смазки двигателя в случае замены моторного масла одной марки на другую необходимо:

1. Слить из масляного картера прогретого двигателя отработавшее масло.

2. Залить специальное промывочное или заменяющее масло.

3. Пустить двигатель и дать ему поработать на минимальной частоте вращения коленчатого вала в режиме холостого хода не менее 10 минут.

4. Слить специальное промывочное или заменяющее масло.

5. Заменить фильтрующий элемент масляного фильтра.

6. Залить свежее масло.

7. Пустить двигатель и проверить наличие подтеканий.

## Система вентиляции картера

Система вентиляции картера двигателя (рис.25) – закрытая, действующая за счет разрежения, создаваемого в системе впуска при работе двигателя.

При работе двигателя на холостом ходу с закрытой дроссельной заслонкой и частичных нагрузках (малых углах открытия дроссельной заслонки) отсос картерных газов осуществляется во впускную трубу 5 через шланг 6. При повышении нагрузки (увеличении открытия дроссельной заслонки) картерные газы отсасываются главным образом через шланг 7 на участок системы впуска между воздушным фильтром и дроссельным модулем.

**Внимание! Запрещается эксплуатация двигателя с негерметичной системой вентиляции картера и открытым маслоналивным патрубком. Это вызовет повышенный унос масла с картерными газами и загрязнение окружающей среды.**

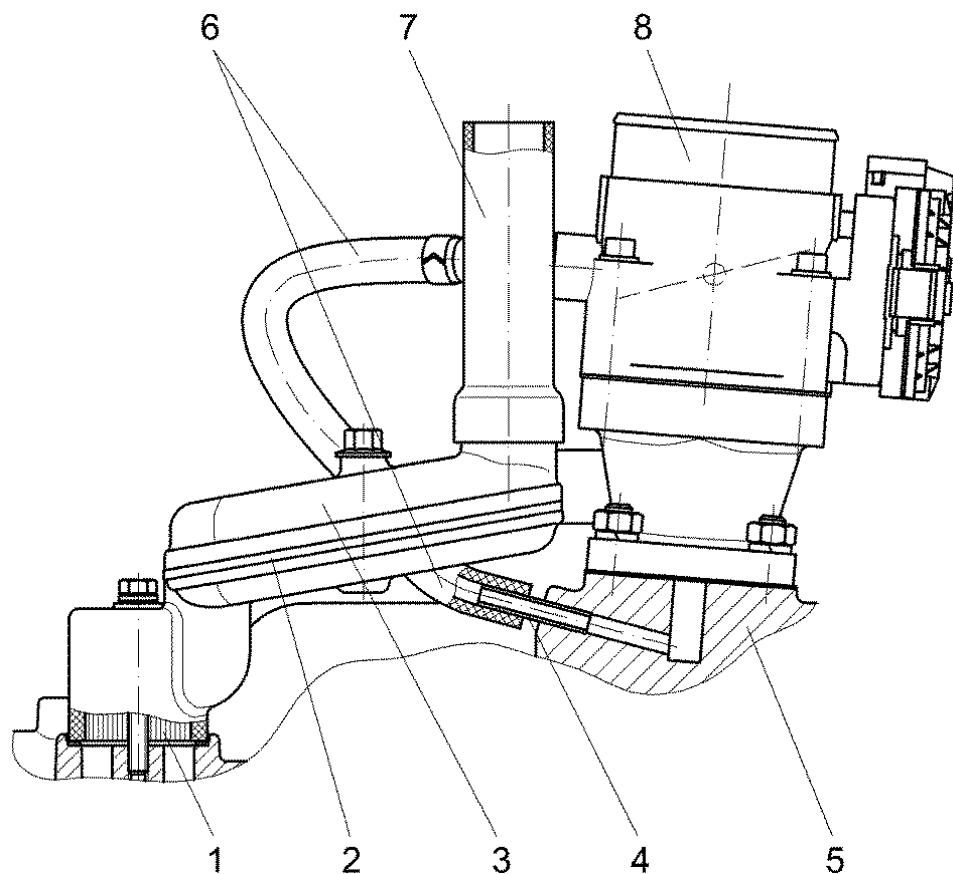


Рис.25. Схема системы вентиляции картера:

1 – пламегаситель; 2 – прокладка; 3 – маслоотделитель; 4 – патрубок; 5 – впускная труба;  
6,7 – шланг вентиляции; 8 – дроссельный патрубок

### Обслуживание системы вентиляции картера

Уход за системой вентиляции состоит в проверке герметичности и периодической промывке и очистке деталей системы вентиляции.

Для промывки снять шланги и трубы системы вентиляции, снять и разобрать маслоотделитель. Промыть детали системы вентиляции: пламегаситель 1, полость маслоотделителя 3, каналы вентиляции в шлангах и трубках. Прочистить отверстие патрубка вентиляции 4 и канал вентиляции во впускной трубе 5.

При сборке маслоотделителя нужно следить, чтобы резиновая прокладка 2 уплотняла стык. При неудовлетворительном уплотнении вентиляция картера теряет эффективность и возрастет унос масла в окружающую среду.

При сборке системы вентиляции обеспечить герметичность всех соединений. Прокладка крышки маслоналивного патрубка не должна иметь разрывы и повреждения и должна обеспечивать плотное закрытие патрубка.

## **Система охлаждения**

Система охлаждения двигателя – жидкостная, закрытая, с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости.

Для заполнения системы охлаждения двигателя необходимо применять только рекомендованные низкозамерзающие охлаждающие жидкости. Допускается применение чистой «мягкой» (например, дождевой или снеговой) воды. Применение доброкачественной воды является одним из основных условий технически правильной эксплуатации двигателей, предупреждающей образование накипи и коррозии в системе охлаждения, что может привести к серьезным неполадкам. Применение воды с высокой жесткостью - артезианской или ключевой, а тем более морской, недопустимо. Недопустимо также применение щелочи для смягчения воды, так как она разъедает алюминиевые детали двигателя.

Воду при сливе из системы охлаждения рекомендуется собирать в чистую ёмкость для повторного использования.

---

**Внимание! Частая замена воды усиливает коррозию и образование накипи. Применение воды вызывает образование коррозии, застарение (забивание шламом) проток в головке цилиндров и прокладке головки цилиндров, что приводит к систематическому перегреву и выходу двигателя из строя. Поэтому при использовании воды необходимо производить промывку системы охлаждения перед зимним сезоном.**

---

Слив охлаждающей жидкости из двигателя выполняется через два кранника: на правой и левой сторонах блока цилиндров двигателя. При сливе необходимо обратить внимание на чистоту отверстия кранников, так как накипь или грязь могут перекрыть сливные отверстия и жидкость не будет слита полностью.

Контроль за температурой охлаждающей жидкости осуществляется с помощью датчика температуры охлаждающей жидкости системы управления, установленного во впускной трубе.

## **Термостат**

Для поддержания оптимального рабочего теплового режима двигателя в пределах 80...95 °C и ускорения его прогрева в системе охлаждения имеется одноклапанный термостат, установленный во впускной трубе. Клапан термостата открывается при температуре охлаждающей жидкости (80±2) °C, перепускная часть охлаждающей жидкости в радиатор.

---

**Внимание! Не допускается эксплуатация двигателя без термостата, т.к. это приведёт к ускоренному износу деталей двигателя и повышенному расходу топлива.**

---

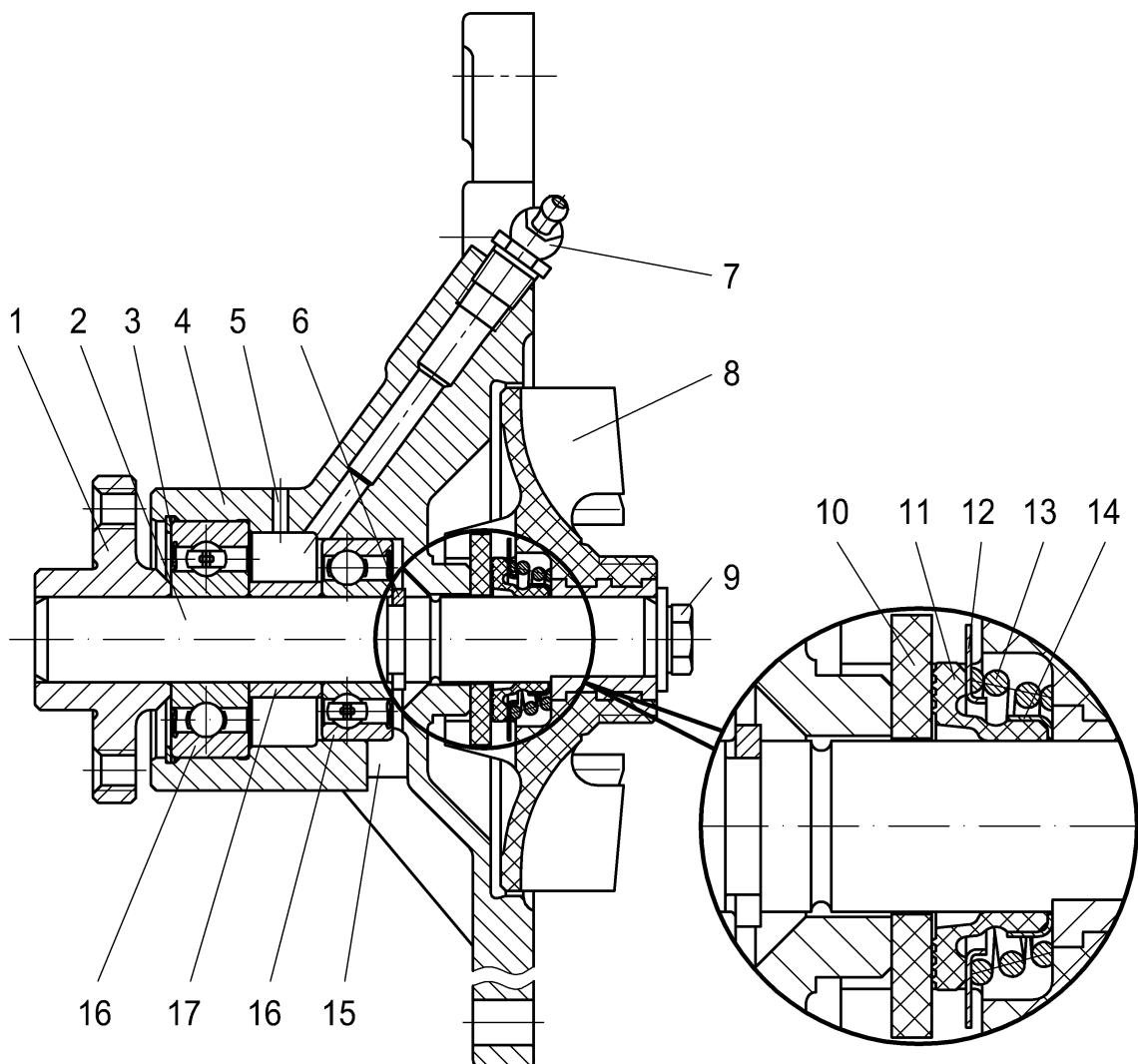
## **Водяной насос – центробежного типа.**

На двигателях выпуска до октября 2016 года применялись водяные насосы с наборным уплотнением старого образца (рис.26), состоящим из уплотняющей шайбы 14, манжеты 13, обоймы 12, кольца 10 и пружины 11.

На двигателях выпуска, начиная с октября 2016 года, применяются водяные насосы с самоподжимным уплотнением 9 (рис.27), запрессованным в корпус насоса и на валик подшипника насоса.

При неисправности уплотнения происходит вытекание охлаждающей жидкости через контрольное отверстие 15 (рис.26,27). В этом случае необходимо произвести замену уплотняющей шайбы, манжеты и подшипников водяного насоса с уплотнением старого образца или заменить водяной насос в сборе. Не допускается заглушать контрольное отверстие 15, так как при этом охлаждающая жидкость будет просачиваться из насоса и попадать в подшипники 16, что приведет к ускоренному выходу их из строя.

К ступице 1 крепится шкив привода водяного насоса.



**Рис.26. Водяной насос с уплотнением старого образца:**

1 – ступица шкива; 2 – валик; 3 – наружное стопорное кольцо; 4 – корпус; 5 – контрольное отверстие выхода смазки из корпуса; 6 – внутреннее стопорное кольцо; 7 – пресс-масленка; 8 – крыльчатка; 9 – болт крепления крыльчатки; 10 – уплотняющая шайба сальника; 11 – манжета; 12 – обойма сальника; 13 – пружина; 14 – кольцо манжеты; 15 – контрольное отверстие для выхода жидкости при течи сальника; 16 – подшипник; 17 – распорная втулка

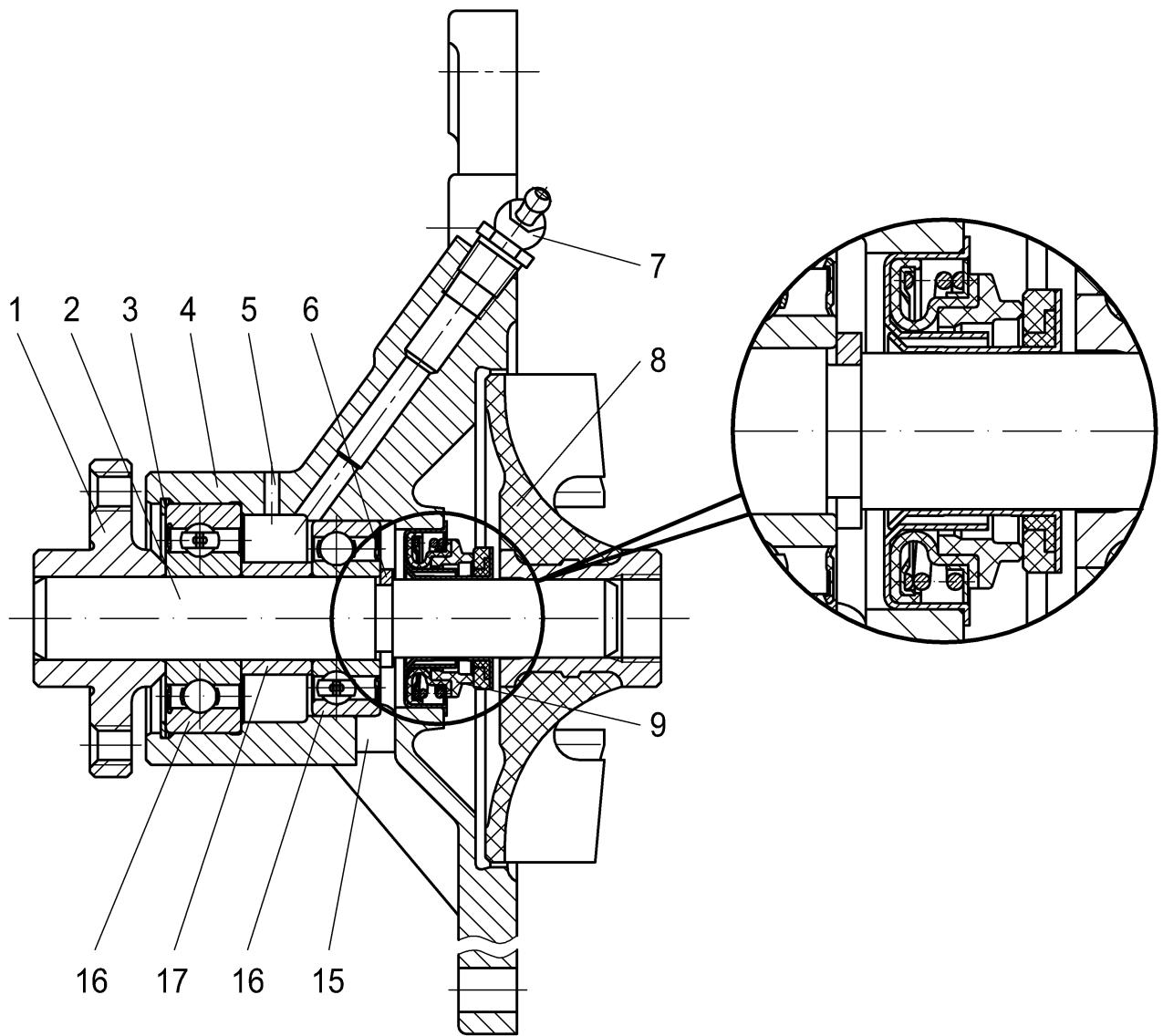


Рис.27. Водяной насос с уплотнением нового образца:

1 – ступица шкива; 2 – валик; 3 – наружное стопорное кольцо; 4 – корпус; 5 – контрольное отверстие выхода смазки из корпуса; 6 – внутреннее стопорное кольцо; 7 – пресс-масленка; 8 – крыльчатка; 9 – уплотнение; 15 – контрольное отверстие для выхода жидкости при течи сальника; 16 – подшипник; 17 – распорная втулка

#### Обслуживание системы охлаждения

##### 1. Проверка уровня охлаждающей жидкости

Ежедневно перед выездом следует проверять уровень жидкости в расширительном бачке на холодном двигателе, при необходимости долить. При частой доливке проверить герметичность системы и, при необходимости, устранить неисправность. Если система охлаждения герметична, то возможно уменьшение уровня охлаждающей жидкости, в том числе низкозамерзающей, за счёт испарения воды. В этом случае, с целью сохранения плотности охлаждающей жидкости следует доливать дистиллированную воду.

## 2. Смазка подшипников водяного насоса

Периодически необходимо смазывать подшипники водяного насоса и прочищать контрольное отверстие в корпусе насоса для выхода охлаждающей жидкости.

Для смазки использовать масло «Литол-24» ГОСТ 21150. Допускается применение смазок марок «Лита» ТУ 38.1011308 «Зимол» ТУ 38 УССР 201285.

Подшипники водяного насоса смазываются через пресс-масленку 7 (рис.26,27) до появления смазки в контрольном отверстии 5. Лишнюю смазку необходимо удалять, так как она разрушает ремень привода водяного насоса. Если после работы двигателя из отверстия 15 вышли излишки смазки, то её следует также удалить.

## 3. Проверка плотности низкозамерзающей охлаждающей жидкости

Проверку плотности охлаждающей жидкости производить перед зимним сезоном эксплуатации с помощью ареометра. Плотность охлаждающей жидкости при температуре охлаждающей жидкости ( $20\pm5$ ) °C должна быть:

Тосол-TC FELIX-40 СТАНДАРТ .....	1,065-1,085 г/см <sup>3</sup>
ОЖ-40 «Лена», Тосол-А40М .....	1,075-1,085 г/см <sup>3</sup>
ОЖ-65 «Лена», Тосол-А65М .....	1,085-1,100 г/см <sup>3</sup>
«Cool Stream Standard-40» .....	1,068-1,072 г/см <sup>3</sup>

При несоответствии плотности указанным величинам необходимо довести плотность до нормы.

## **Система подачи топлива**

### **Бензина**

Подача бензина осуществляется во впускные каналы впускной трубы посредством распределенного впрыска электромагнитными форсунками, работающими по сигналу микропроцессорного блока управления. Блок управления изменяет длительность открытия бензиновых форсунок в зависимости от режима работы двигателя.

Расположенный на правом бензиновом топливопроводе регулятор давления бензина обеспечивает постоянный перепад давления бензина 3,0 кгс/см<sup>2</sup> (300 кПа) в топливопроводах двигателя относительно воздуха во впускной трубе при работе двигателя.

### **Сжиженного нефтяного газа и компримированного природного газа**

Подача газа осуществляется во впускные каналы впускной трубы электромагнитными газовыми клапанами, управляемыми микропроцессорным блоком управления. Блок управления изменяет длительность открытия газовых клапанов в зависимости от режима работы двигателя, давления и температуры газа в подающем газовом топливопроводе. Газ в топливопроводе двигателя после газового редуктора может находиться в пределах от 100 кПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) до 385 кПа (3,85 кгс/см<sup>2</sup>).

## **Комплексная микропроцессорная система управления двигателем**

Система управления соответствующего исполнения, в комплектации (прил.7) предназначена для двигателя ЗМЗ-5245.10 в составе автобусов производства ООО «Павловский автобусный завод», использующих в качестве топлива только бензин, бензин и сжиженный нефтяной газ, бензин и компримированный природный газ. Исполнения блоков управления в зависимости от функционального назначения и состава системы управления, представлены в табл.3.

Система управления включает в себя микропроцессорный блок управления, датчики, электронный модуль MADIC (CAN-конвертер) преобразования сигналов с датчиков автобуса в электронный код для передачи в CAN-шину, исполнительные устройства, вспомогательные узлы и механизмы, диагностический разъём с коммуникациями, каналы связи с панелью приборов автобуса. В сочетании с соответствующей конструкцией двигателя и каталитическим трёхкомпонентным нейтрализатором отработавших газов автобуса обеспечивает:

- выполнение норм и требований законодательства по эмиссии вредных веществ в отработавших газах с предельными значениями выбросов для экологического класса 4 при эксплуатации двигателя на бензине и экологического класса 5 при эксплуатации двигателя на газе, в соответствии с требованиями бортовой диагностики (EOBD);
- работу двигателя на всех режимах с учетом топливной экономичности, пусковых и ездовых качеств автобуса;
- автоматизированное прогнозирование и слежение за техническим состоянием двигателя и элементов системы управления, отвечающих за выполнение норм по токсичности, а также проведения оперативного, технологического контроля и внешней диагностики в соответствии с требованиями европейской бортовой диагностики (EOBD);
- согласованное взаимодействие системы управления двигателем с системами управления автобуса с целью обеспечения оптимального и безопасного движения, включая требования к ограничению скорости автобуса для перевозки детей.

Диагностику системы управления можно производить с помощью диагностического сканера АСКАН-10.

Коды неисправностей комплексной микропроцессорной системы управления двигателем ЗМЗ-5245.10 приведены в прил.11.

Типичные параметры, отображаемые диагностическим сканером АСКАН-10 при работе двигателя ЗМЗ-5245.10 приведены в прил.12.

Параметры эксплуатации, отображаемые диагностическим сканером АСКАН-10 при работе двигателя ЗМЗ-5245.10 «Черный ящик» приведены в прил.13.

Электрическая схема соединений системы управления приведена в прил.14.

## **Блок управления**

Блок управления предназначен для работы в составе системы управления двигателя с искровым зажиганием и распределённым впрыском топлива (бензина и сжиженного нефтяного газа или компримированного природного газа) во впускной трубопровод двигателя.

Таблица 3

Таблица исполнений блоков управления  
Микас 12.48 для автобусов ПАЗ (Евро-5)

Исполнение БУ	Транспортное средство	Двигатель	Примечание
9891.3763001-01	ПАЗ	ЗМЗ-5245.1000400	Бензин, экологический класс 4, совместно с электронным модулем MADIC (3412.3765002-01)
9893.3763001-01	ПАЗ	ЗМЗ-5245.1000400-10	Бензин/СНГ, экологический класс 4/5, совместно с электронным модулем MADIC (3412.3765002-01)
9894.3763001-01	ПАЗ	ЗМЗ-5245.1000400-20	Бензин/КПГ, экологический класс 4/5, совместно с электронным модулем MADIC (3412.3765002-01)

СНГ – сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан)

КПГ – компримированный природный газ (метан)

Блок управления двигателем Микас 12.48 имеет входные, выходные и информационные каналы для связи с электронными и электрическими компонентами системы управления рабочим процессом двигателя с искровым зажиганием с учётом используемого топлива, условий и режимов его функционирования в составе автобуса. Функциональное назначение выводов микропроцессорного блока управления двигателем представлено в прил.8.

### **Электронный блок дискретных и аналоговых входных сигналов (CAN-конвертер MADIC)**

Блок имеет входные каналы для преобразования сигналов с первичных датчиков в информационный цифровой код, предназначенный для передачи по CAN-интерфейсу:

- сигнала с датчика-переключателя вида топлива (бензина или газа);
- сигнала с датчика (концевого выключателя на шину питания +12 В) открытой двери пассажира;
- сигнала с датчика (концевого выключателя на шину питания +12 В) запроса включения кондиционера климатической установки;
- сигнала с датчика (потенциометрического) уровня бензина в бензобаке;
- сигнала с датчика (тензометрического или потенциометрического) уровня/высокого давления газа в баллоне;
- сигнала с датчика (Холла) скорости автобуса;
- сигнал с датчика-переключателя (ступенчатый потенциометрический) оборотов холостого хода.

Список параметров, передаваемых в CAN-шину блоком управления двигателем и CAN-конвертером, представлен в прил.9. Функциональное назначение выводов электронного модуля MADIC представлено в прил.10.

### Датчики системы управления, подключаемые к блоку управления

#### Датчики, размещенные на двигателе

**1. Датчик синхронизации** (положения коленчатого вала) двигателя 0 261 210 302 ф.«Bosch» (40904.3847010\*), 0 261 210 331 ф.«Bosch» (40904.3847010-03\*), 40904.3847010-01 – индукционного типа, размещен на держателе датчиков крышки распределительных шестерен вблизи шкива коленчатого вала (поз.3, рис.2).

Датчик предназначен для определения блоком управления углового положения, частоты вращения и ускорения коленчатого вала двигателя, общей синхронизации системы с рабочим процессом двигателя.

Датчик формирует электрический сигнал при взаимодействии магнитного поля датчика с зубчатым диском специальной конструкции (60-2 зуба) шкива коленчатого вала. Взаимная ориентация зубчатого диска и датчика в момент прохождения осью датчика сбега двадцатого зуба диска соответствует нахождению поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке. Отсчет номера зуба – от пропуска в направлении, противоположном вращению коленчатого вала двигателя.

Диапазон функционирования датчика: диапазон скорости вращения диска – 20...7000 мин<sup>-1</sup>; воздушный зазор между контактным штифтом датчика и поверхностью зуба диска – 0,3...1,5 мм.



Рис.28. Датчик синхронизации

**2. Датчик фазы** (положения распределительного вала) 0 232 103 048 ф.«Bosch» (40904.3847000\*), 0 232 103 097 ф.«Bosch» (40904.3847000-01\*), – с использованием эффекта Холла, размещен на крышке распределительных шестерен вблизи датчика синхронизации (поз.8, рис.2).

Датчик предназначен для определения положения распределительного вала с целью идентификации блоком управления такта сжатия в первом цилиндре двигателя.

Датчик формирует сигнал по напряжению (напряжение Холла) при взаимодействии магнитного поля датчика с пластиной датчика фазы, установленной на

---

\* Обозначение на предприятии-изготовителе двигателя

распределительном вале, в момент прохождения пластины рядом с сенсорным элементом датчика. Момент начала формирования сигнала датчиком фазы при наличии совпадения сбега первого зуба зубчатого диска (60-2) с контактным штифтом датчика синхронизации свидетельствует о начале такта сжатия в первом цилиндре. Диапазон функционирования датчика: фазы -  $10\dots3500$  мин<sup>-1</sup>, воздушный зазор между сенсорным элементом датчика и поверхностью пластины – 0,2…1,8 мм.



Рис.29. Датчик фазы

**3. Датчик температуры охлаждающей жидкости TF-W 0 280 130 093 ф.«Bosch» (40904.3828000\*)** – терморезистивный, NTC-типа, размещен на впускной трубе двигателя (в месте прохождения канала с охлаждающей жидкостью) (поз.10, рис.5).

Датчик предназначен для измерения блоком управления температурного состояния двигателя для:

- коррекции управления топливоподачей и углом опережения зажигания в зависимости от температуры двигателя;
- управления работой подогревателя датчиков кислорода с целью исключения возможности их повреждения из-за выпадения конденсата;
- контроля технического состояния системы охлаждения (например, превышение предельно-допустимой температуры) двигателя.

Рабочий диапазон температур - от минус 40 °С до плюс 140 °С.

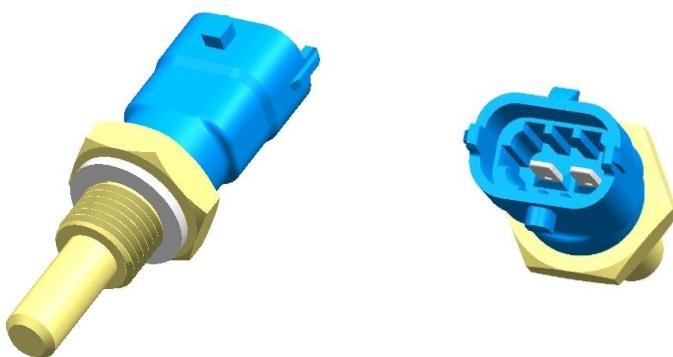


Рис.30. Датчик температуры охлаждающей жидкости

---

\* Обозначение на предприятии-изготовителе двигателя

**4. Датчик давления и температуры воздуха DS-S3-TF 0 261 230 217 ф.«Bosch» (40905.3829010\*)** – размещен на впускной трубе двигателя (поз.23, рис.5).

Датчик давления состоит из интегрированных на кристалл из кремния пьезорезистивного элемента и соответствующей электроники для усиления сигнала и компенсации температурных влияний. Элементом датчика температуры является терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом.

Датчик предназначен для измерения блоком управления абсолютного давления во впускном коллекторе двигателя и температуры всасываемого воздуха:

- для управления топливоподачей электромагнитных форсунок, формирования угла опережения зажигания и определения нагрузки двигателя;
- для температурной коррекции управления топливоподачей и углом опережения зажигания от температуры воздуха во впускной трубе на всех режимах работы двигателя.

Выходной сигнал датчика давления – аналоговый. Диапазон измеряемого давления от 10 кПа до 115 кПа. Потребление тока датчиком при стабилизированном напряжении питания 5 В составляет 9 мА.

Рабочий диапазон измеряемых температур датчика температуры - от минус 40 °С до плюс 130 °С.



Рис.31. Датчик абсолютного давления и температуры

## **5. Датчики положения дроссельной заслонки.**

Предназначены для определения величины открытия дроссельной заслонки. Интегрированы в конструкцию дроссельного патрубка с электроприводом. Датчики бесконтактные магниторезистивного типа (см. раздел Исполнительные устройства).

**6. Датчик аварийного давления масла** - 2602.3829 производства ОАО «Автоприбор» г. Владимир или 6012.3829 производства ЗАО «Электромеханизмение» г. Пенза, размещается на блоке цилиндров двигателя.

Датчик контактного типа. При снижении давления масла до величины срабатывания датчика происходит замыкание контактов внутри датчика и подача сигнала через блок управления на контрольную лампу.

## Датчики, размещенные на автобусе

**1. Датчик кислорода** (лямбда-зонд), циркониевый, с управляемым электроподогревом:

- основной лямбда-зонд в системе регулирования топливоподачи в области стехиометрического состава топливовоздушной смеси, размещение до катализатора, на приемной трубе выхлопной системы автобуса. Предназначен для определения блоком управления состава смеси перед катализатором; используется датчик кислорода типа OSP+, 25.368889 ф.Delphi или иного производителя, с аналогичными электротехническими показателями и ресурсом.

- дополнительный (диагностический) лямбда-зонд во втором контуре регулирования состава топливовоздушной смеси и выполнения требований бортовой диагностики, размещение - после катализатора. Предназначен для определения блоком управления состава смеси после нейтрализатора и оценки эффективности функционирования нейтрализатора.

Используется датчик кислорода типа OSP+, 25.368889 ф.Delphi или иного производителя, с аналогичными электротехническими показателями и ресурсом.

**2. Датчик положения педали акселератора** (двухканальный).

Предназначен для определения положения педали акселератора и управления мощностью двигателя автобуса. Двухканальный датчик входит в состав модуля педали акселератора. Датчики питаются стабилизированным напряжением 5 В.

Используется модуль педали акселератора 6РV 010.033-00 ф.Hella или модуль педали акселератора иного производителя, с аналогичными электротехническими показателями и ресурсом.

**3. Датчик торможения.**

Предназначен для обеспечения безопасности управления двигателем с электрически управляемой дроссельной заслонкой. Выключатель сигнала торможения имеет два концевых выключателя: один нормально замкнут, другой - нормально разомкнут.

Используются выключатель пневматический ВП 125-3710010 ТУ РБ 100093400.021-2004 - 2шт.

## Датчики, подключаемые к электронному модулю (MADIC) цифровых и аналоговых сигналов

**1. Сигнал открытого состояния двери.** Концевой выключатель, размещенный на пассажирской двери автобуса, при открытой двери вход блока управления соединён с шиной питания +12 В автобуса. Используется в составе системы управления двигателем автобуса, предназначенного для перевозки детей: при нулевой скорости автобуса и открытой пассажирской двери, работающий на холостом ходу двигатель не должен реагировать на изменение положения педали акселератора.

**2. Сигнал запроса на включение кондиционера** – логический уровень «1» (на шину +12 В бортовой сети автобуса), формируемый от клавиши включения кондиционера или датчика давления в системе управления кондиционером. Является

ется признаком для блока управления для увеличения мощности двигателя с целью компенсации отбора полезной мощности при включении кондиционера.

### **3. Датчик скорости автобуса, на эффекте Холла.**

Предназначен для измерения блоком управления и комбинаций приборов 72.3801 (12 В) производства ОАО НПК ЭЛАРА г.Чебоксары скорости автобуса. Количество импульсов на оборот – 8.

Датчик скорости 4202.3843 производства ОАО «Завод «Автоприбор» г.Владимир.

### **Исполнительные устройства (выходные каналы блока управления)**

**1. Форсунки электромагнитные EV14CL ф.«Bosch» (406.1132010\*)** – в количестве восьми штук входят в состав двух топливопроводов (поз.9,19, рис.5), размещенных на впускной трубе двигателя.

Форсунки предназначены для последовательного или попарно-параллельного фазированного впрыска топлива во впускные каналы двигателя. Форсунка с одноструйным распыливанием топлива при напряжении питания 14,0 В, сопротивлении обмотки форсунки 12 Ом и перепаде давления в 300 кПа.

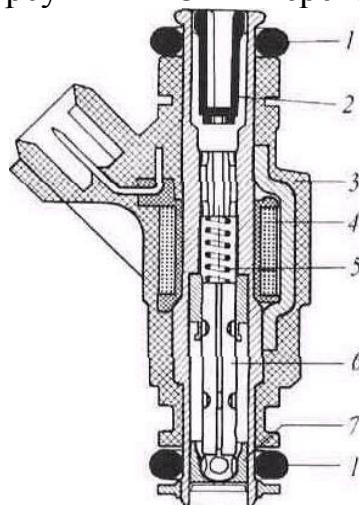


Рис.32. Электромагнитная форсунка:

1 – уплотнительное кольцо; 2 - фильтр; 3 - корпус; 4 – обмотка электромагнита; 5 - пружина; 6 – игла клапана; 7 – корпус клапана распылителя

**2. Катушки зажигания 407.3705000-10** – индивидуальные, трансформаторного типа размещены в количестве восьми штук на крышках коромысел (поз.3, рис.5).

Катушки зажигания предназначены для формирования высоковольтных импульсов напряжения (искрообразования) между электродами свечи зажигания в камере горения двигателя с целью воспламенения рабочей смеси.

Ток разрыва в первичной цепи катушки при напряжении питания 14 В должен быть 7 А. Суммарное сопротивление подводящих проводов и переходное сопротивление в цепи питания первичной обмотки составляет 200 мОм.

---

\* Обозначение на предприятии-изготовителе двигателя



Рис.33. Катушка зажигания

**3. В дроссельном модуле** в одном корпусе интегрированы силовой привод, дроссельная заслонка и датчик положения дроссельной заслонки DV-E-5, 0 280 750 151 ф.«Bosch» (40904.1148090\*). Силовой привод состоит из двигателя постоянного тока с двухступенчатым редуктором. Дроссельный модуль размещен на впускной трубе двигателя (поз.21, рис.5).

Модуль предназначен для дозирования воздуха, поступающего во впускную трубу, через изменение положения дроссельной заслонки электронным способом от блока управления. Диапазон рабочей температуры модуля – от минус 40 °С до плюс 140 °С. Диапазон напряжения привода 9...16 В, датчика положения – 5 В.

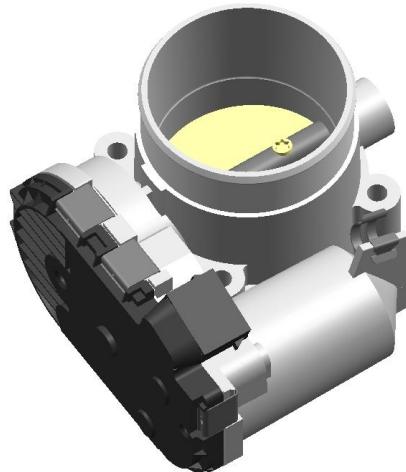


Рис.34. Дроссельный модуль

**4. Топливопровод сливной с редукционным клапаном и форсунками.** Рабочее давление бензина 300 кПа. Состоит из двух соединенных между собой топливным шлангом топливопроводов:

- топливопровод правый 524500.1100012-00 с форсунками и с редукционным клапаном РДТ-300 (406.1160.000-06) (поз.7, рис.7);
- топливопровод левый 524500.1100013-00 с форсунками (поз.15, рис.7).

---

\* Обозначение на предприятии-изготовителе двигателя

**5. Свечи зажигания** типа NR17YC-F ф.«Brisk» – искровые, с помехоподавительным резистором, с плоской опорной поверхностью, в количестве восьми штук ввернуты в головку цилиндров. Свечи зажигания предназначены для обеспечения бесперебойного искрообразования в камере сгорания двигателя в конце такта сжатия топливной смеси. Зазор между электродами свечей зажигания 0,80...0,95 мм.

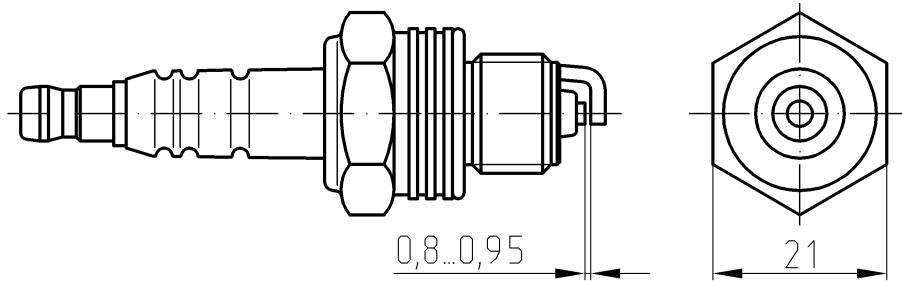


Рис.35. Свеча зажигания

**6. Жгут проводов высокого напряжения с наконечником** 5245.3707246 предназначен для работы в составе системы управления двигателя и обеспечивает герметичное соединение высоковольтных выводов приборов системы зажигания.

Каждый провод высокого напряжения с наконечником в жгуте состоит из неразъемного соединения высоковольтного провода с наконечниками и колпачками.

Жгут проводов обеспечивает бесперебойную передачу импульсов высокого напряжения, эффективное подавление радиопомех от приборов системы зажигания и минимальные потери энергии при передаче импульсов высокого напряжения.

Электрическое сопротивление высоковольтного провода – 1,5...10 кОм.

Высоковольтные провода (рис.36) изготавливаются из кабеля марки 0300.800.200.00.30 или CBL 576.

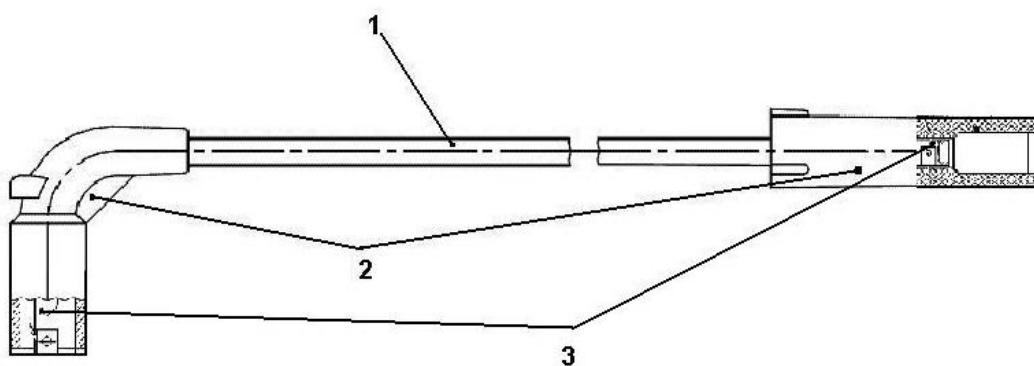


Рис.36. Высоковольтный провод к свече зажигания:

1 – провод высокого напряжения; 2 – колпачок; 3 – наконечник

Уход за проводами в эксплуатации сводится к следующему:

- следить за тем, чтобы на провода не попадало масло, топливо, брызги воды;
- периодически протирать чистой тряпкой изоляцию провода. Работа с загрязненными проводами вызовет утечку тока высокого напряжения или пробой провода и, как следствие, перебои в искрообразовании двигателя.

**7. Реле электромагнитные**, размещение в подкапотном пространстве автобуса или в салоне, предназначены для коммутации напряжения бортовой сети автобуса по команде от блока управления:

– Главное реле – на исполнительные механизмы (включая катушки зажигания), датчики системы управления и блок управления после включения замка зажигания. Реле 711.3747-02 ТУ 37.469.005-92 или аналогичное, ток коммутации до 30 А;

– Реле бензонасоса и кондиционера – на электропривод бензонасоса и муфту компрессора кондиционера. Реле 90.3747 ТУ 37.003.1418-94 или аналогичное, ток нагрузки не менее 25 А;

– Реле стартера 711.3747.000-02 ТУ 37.469.005-92 ОАО «АВАР» г. Псков или аналогичное.

– Газобаллонное оборудование (ГБО)  
для сжиженного нефтяного газа (СНГ)

**1. Блоки электромагнитных клапанов подачи газа** состоят из двух спаренных клапанов производства ф.«Lovato». На один двигатель должно устанавливаться четыре блока. Требования к управляющему импульсу клапанов: тип Pick – Hold (4 A - 1,5 A), номинальное резистивное сопротивление катушки индуктивности 2,1 Ом. Штуцеры подачи сжиженного нефтяного газа в соответствии с техническими характеристиками двигателя имеют дозирующие отверстия диаметром 2,4 мм. Блоки клапанов:

- левый RAIL JLP2 KP PAZ 1W LH E 238000043 (5245.1156015\*) ф.«Lovato» – 1 шт.



Рис.37. Левый блок электромагнитных клапанов

- правый RAIL JLP2 KP PAZ 1W RH E 238000044 (5245.1156014\*) ф.«Lovato» – 1 шт.



Рис.38. Правый блок электромагнитных клапанов

- универсальные RAIL JLP2 KP PAZ 2W E 238000045 (5245.1156010\*) ф.«Lovato» – 2 шт.



Рис.39. Универсальный блок электромагнитных клапанов

---

\* Обозначение на предприятии-изготовителе двигателя

**2. Фильтр низкого давления, тонкой очистки** с датчиками давления и температуры - FSU FILTER PT12 N/MAP 161511000 ф.«Lovato», устанавливается в подкапотном пространстве автобуса.

Фильтр предназначен для очистки газового топлива. Датчик абсолютного давления газа в магистрали низкого давления служит для определения давления в магистрали газовых форсунок. Используется при управлении подачей газового топлива. Датчик температуры газа в магистрали низкого давления предназначен для определения температуры газа. Используется для управления подачей газового топлива.

Тонкость фильтрации, мкм ..... 10

Диапазон рабочего давления газа, кПа ..... 0-400

Диапазон рабочей температуры фильтра, °С ..... от -40 до +120

**3. Регулятор (редуктор) давления СНГ** с запорным клапаном и фильтром на входе – RGJ UHP PAZ REDUCER 536771000 ф.«Lovato», устанавливается в подкапотном пространстве автобуса.

Предназначен для снижения давления газа от 0,2...3 МПа (давление в баллоне) до 50...400 кПа (рабочее давление топливоподачи). Предохранительный клапан имеет давление срабатывания 500 кПа. Тонкость фильтрации на входе регулятора не грубее 35 мкм.

**4. Мультифункциональный клапан баллона** с датчиком уровня и запорным электромагнитным клапаном (СНГ) - MV 305 D.400-30° 660499000 ф.«Lovato», устанавливается на баллоне автобуса.

Датчик уровня газа в баллоне - потенциометрический линейный датчик положения поплавка установленного на баллоне сжиженного газа. Клапан электромагнитный, расположенный на баллоне сжиженного газа. Предназначен для отключения поступления газа из газового баллона. Применяется электромагнит мощностью 8 Вт.

**5. Вынесенный заправочный блок СНГ 1550001** ф.«Lovato», устанавливается в пространстве кузова автобуса. Предназначен для заправки баллонов газовым топливом.

**6. Переключатель вида топлива** – 997.3710 - 07.178 (АО «АВАР») или аналогичный, устанавливается в кабине водителя автобуса.

Кнопочный переключатель вида топлива предназначен для управления видом топлива и индикации, подаваемого в двигатель системой управления и индикации режима работы системы подачи.

**7. Индикатор вида топлива** – в составе кнопочного переключателя типа 997.3710 - 07.178 (АО «АВАР») или иного производителя, с аналогичными электротехническими показателями и ресурсом.

Предназначен для информации водителя о выбранном виде топлива для подачи в двигатель и состоянии системы подачи газа и компонентов газовой системы питания.

## Газобаллонное оборудование (ГБО) для компримированного природного газа (КПГ)

**1. Блоки электромагнитных клапанов подачи газа** состоят из двух спаренных клапанов производства ф.«Lovato». На один двигатель должно устанавливаться четыре блока. Требования к управляющему импульсу клапанов: тип Pick – Hold (4 A - 1,5 A), номинальное резистивное сопротивление катушки индуктивности 2,1 Ом. Штуцеры подачи КПГ в соответствии с техническими характеристиками двигателя имеют дозирующие отверстия диаметром 2,6 мм. Блоки клапанов:

- левый RAIL JLP2 KP PAZ 1W LH F 238000047 (5245.1156015-10\*)  
ф.«Lovato» – 1 шт.



Рис.40. Левый блок электромагнитных клапанов

- правый RAIL JLP2 KP PAZ 1W RH F 238000048 (5245.1156014-10\*)  
ф.«Lovato» – 1 шт.



Рис.41. Правый блок электромагнитных клапанов

- универсальные RAIL JLP2 KP PAZ 2W F 238000049 (5245.1156010-10\*)  
ф.«Lovato» – 2 шт.



Рис.42. Универсальный блок электромагнитных клапанов

---

\* Обозначение на предприятии-изготовителе двигателя

**2. Фильтр низкого давления, тонкой очистки** с датчиками давления и температуры - FSU FILTER PT12 N/MAP 161511000 ф.«Lovato», используется такой же, как и для СНГ, устанавливается в подкапотном пространстве автобуса.

**3. Регулятор (редуктор) давления КПГ RMJ-3,2 LP CNG PRESSURE REGULATOR 536800029** ф.«Lovato» - двухступенчатый, с входным электромагнитным клапаном, датчиком высокого давления 0261545030 ф. «BOSCH» и фильтром на входе. Регулятор устанавливается в подкапотном пространстве автобуса.

Регулятор предназначен для снижения давления газа от 1...26 МПа (давление в баллоне) до 170...220 кПа (рабочее давление топливоподачи). Предохранительный клапан имеет давление срабатывания 2 МПа. Тонкость фильтрации на входе регулятора не грубее 50 мкм.

**4. Мультифункциональный вентиль баллона CNG TANK VALVE LOV-O W28.8 M12x1 NP 688000009** ф. «Lovato» - с тепловым предохранительным клапаном, ограничительным по расходу клапаном, запорным электромагнитным клапаном и ручным безопасным краном, устанавливается на баллоне автобуса.

Тепловой предохранительный клапан служит для предотвращения разрыва баллона при быстром повышении температуры и превышении давления газа. Ограничительный по расходу клапан совместно с предохранительной мембраной служит от быстрого и одновременно большого расхода газа, например при разрыве газового шланга. Клапан электромагнитный предназначен для отключения поступления газа из газового баллона через блок управления. Применяется электромагнит мощностью 10 Вт.

**5. Заправочный вентиль на метан NGV1 1860011** ф.«Lovato». Предназначен для заправки баллонов газовым топливом, устанавливается в пространстве кузова автобуса.

**6. Переключатель вида топлива с встроенным индикатором** применяется такой же, как и для СНГ – 997.3710 - 07.178 (АО «АВАР») или аналогичный, устанавливается в кабине водителя автобуса.

#### **Схема подключения лампы индикатора неисправности (ИН)**

Лампа индикатора неисправности (ИН) подключена к выводу B1 секции X2 (32 контакта) блока управления Микас 12 и к положительной клемме источника питания, через контакты главного реле системы управления. В блоке управления реализован выходной канал управления лампой ИН, типа открытый коллектор. Канал имеет температурную защиту, защиту от короткого замыкания на положительный источник питания, или на «массу». Включение лампы ИН осуществляется при включении замка зажигания, после чего, если БДС не обнаружила неисправность, лампа должна погаснуть через 3 сек. Система диагностики блока управления определяет следующие состояния канала управления лампой ИН (с регистрацией соответствующего кода неисправности): перегрузка или замыкание на положительный источник питания, а также обрыв электрической цепи.

Система управления реализует три режима работы лампы ИН:

- выключенное состояние при отсутствии неисправностей, указанных в таблице 1;

- включенное состояние при обнаружении неисправностей, указанных в таблице 1.

## **Схема перехода на питание газом и обратно**

### **1. Переход питания двигателя с бензина на газ и обратно**

При работающем двигателе, с исправной системой управления, после установки переключателя вида топлива в положение «газ», при выполнении необходимых условий по температуре охлаждающей жидкости, давлению и температуре газа в газовой рампе, по времени работы двигателя после пуска, происходит последовательное замещение работы бензиновой форсунки на газовую форсунку для каждого цилиндра в соответствии с порядком их работы (порядком работы цилиндров).

Схема перехода с бензина на газ:

1) Отключаются бензиновые форсунки 1 и 5 и включаются газовые форсунки этих цилиндров. Следующие 128 оборотов двигателя питаются газом цилиндры 1 и 5 и бензином цилиндры 4, 2, 6, 3, 7 и 8.

2) Следующие 128 оборотов двигателя питаются газом цилиндры 1, 5, 4 и 2, и бензином цилиндры 6, 3, 7 и 8.

3) Следующие 128 оборотов двигателя питаются газом цилиндры 1, 5, 4, 2, 6 и 3 бензином - цилиндры 7 и 8.

4) Все цилиндры переключены на питание газом.

Схема перехода с газа на бензин при исправной системе управления и нахождении переключателя вида топлива в положении «бензин»:

1) Отключается газовые форсунки 1 и 5 и включаются бензиновые форсунки этих цилиндров. Следующие 128 оборотов двигателя питаются бензином цилиндр 1 и 5 и газом цилиндры 4, 2, 6, 3, 7 и 8.

2) Следующие 128 оборотов двигателя питаются бензином цилиндры 1, 5, 4 и 2, и газом цилиндры 6, 3, 7 и 8.

3) Следующие 128 оборотов двигателя питаются бензином цилиндры 1, 5, 4, 2, 6 и 3, газом -цилиндры 7 и 8.

4) Все цилиндры переключены на питание бензином.

При неисправности элементов системы управления двигателем используемых для работы на газе, или невыполнении режимных условий работы двигателя, или недопустимо низкого давления/температуры газа в рампе, блок управления переключает питание двигателя с газа на бензин с последовательностью работы цилиндров, без каких-либо задержек. При этом:

- в случае переключения на бензин по причине обнаруженного блоком неисправного газового компонента, индикатор вида топлива мигает часто (0,2 секунды – включен, 0,2 секунды – выключен), и в памяти блока регистрируется соответствующий код неисправности;

- в случае переключения на бензин по причине невыполнения заданных режимных условий работы двигателя, или недопустимого давления/температуры газа в газовой рампе, индикатор вида топлива мигает редко (1,5 секунды - включен, 1,5 секунды - выключен). Это не является неисправностью. Система ожидает достижения условий для нормальной работы двигателя и компонентов на газе.

---

**Внимание! При работе двигателя на газе, электробензонасос системы топливоподачи отключен. Во избежание затруднённого пуска двигателя на бензине после поездки на газе, рекомендуется перед выключением двигателя**

**переключить питание на бензин и обеспечить его работу на бензине в течение нескольких минут.**

---

## 2. Условия и граничные значения параметров переключения вида топлива

При работающем двигателе на бензине, с исправной системой управления, после установки переключателя вида топлива в положение «газ», система переключиться на питание двигателя газом при выполнении следующих условий:

- температура охлаждающей жидкости выше +45 °C;
- время работы двигателя с момента его пуска не менее 4-х секунд;
- при давлении газа в рампе газовых форсунок не менее 100 кПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) и не более 385 кПа (3,85 кгс/см<sup>2</sup>);
- температура газа в топливопроводе двигателя находится в пределах от -10 °C до +95 °C.

При работающем двигателе на газе, с исправной системой управления, с положением переключателя вида топлива в положении «газ», система переключит питание на бензин при хотя бы одном из условий:

- перепад давления газа относительно давления во впускном трубопроводе менее 60 кПа (0,6 кгс/см<sup>2</sup>).
- температура газа в рампе газовых форсунок ниже -15 °C или больше +120 °C.

В ходе переключения питания на газ происходит последовательное замещение работы бензиновой форсунки на газовую форсунку для каждого цилиндра в соответствии с порядком их работы (порядком работы цилиндров).

## 3. Действия для экстренного запуска двигателя на газе (только в заданном диапазоне рабочих температур охлаждающей жидкости)

Система позволяет осуществить экстренный запуск прогретого двигателя на газе в случае отсутствия бензина в баке или неисправности электробензонасоса. Температура охлаждающей жидкости должна быть в рабочем диапазоне.

Последовательность действий должна быть следующей:

- 1) Включить зажигание.
- 2) Нажать кнопку переключения вида топлива (в положение «газ»).
- 3) Нажать до упора педаль газа.
- 4) Отпустить педаль газа.
- 5) Отжать кнопку переключения вида топлива (в положение «бензин»).
- 6) Нажать кнопку переключения вида топлива (в положение «газ»).
- 7) Запустить двигатель. Двигатель должен запуститься на газе.

---

**Внимание! Система управления не позволяет запустить холодный двигатель на газе, из-за опасности повреждения элементов системы подачи газа.**

## Возможные неисправности двигателя и методы их устранения

Таблица 4

<b>Причина неисправности</b>	<b>Метод устранения</b>
<b>Двигатель не запускается (стартер вращает коленчатый вал)</b>	
Не работает электробензонасос	Проверить цепь питания электробензонасса, реле и предохранитель электробензонасса, блок управления. Устранить неисправность
Отсутствует сигнал с датчика положения коленчатого вала (бензонасос при этом не работает)	Проверить контакт в разъеме датчика, цепь подачи сигнала или заменить датчик
Неисправность регулятора давления бензина	Заменить регулятор давления бензина
Замерзание воды в бензиновом топливопроводе	Поместить автобус в теплое помещение. Слить отстой воды из бензиновых топливных баков
Отсутствует бензин в топливном баке	Залить бензин
<b>Двигатель не запускается (стартер не вращает коленчатый вал)</b>	
Разряжена аккумуляторная батарея (слышны щелчки срабатывания тягового реле стартера)	Зарядить аккумуляторную батарею или запитать стартер от постороннего источника питания
Неисправность стартера или цепи питания стартера	Отремонтировать стартер, восстановить цепь питания
<b>Двигатель не развивает полной мощности</b>	
Загрязнен воздушный фильтр	Заменить фильтрующий элемент воздушного фильтра
Неисправность регулятора давления бензина	Заменить регулятор давления бензина
Низкая компрессия в цилиндрах двигателя	1. Неплотное прилегание клапанов к седлам - притереть клапаны к седлам. 2. Обгорание фасок выпускных клапанов - прошлифовать или заменить клапаны с последующей притиркой. 3. Износ поршней, поршневых колец, гильз цилиндров - заменить изношенные детали
Неполное наполнение цилиндров из-за покрытия впускных клапанов нагаром	Очистить впускные клапаны

<b>Причина неисправности</b>	<b>Метод устранения</b>
Износ кулачков распределительного вала	Заменить распределительный вал
<b>Двигатель перегревается</b>	
Недостаточное количество охлаждающей жидкости в системе охлаждения	Долить жидкость, проверить герметичность системы, при необходимости устранить течь
Неисправен термостат	Проверить работу термостата, при необходимости заменить
Пробуксовка ремня водяного насоса	Отрегулировать натяжение ремня
<b>Повышенный расход бензина</b>	
См. «Двигатель не развивает полной мощности»	
Течь бензина через неплотности в соединениях системы питания	Проверить плотность соединения и устранить подтекание бензина
<b>Повышенный расход масла</b>	
Утечка масла через сальники и уплотнения	Заменить сальники и устранить неплотности (заменить прокладки, подтянуть соединения)
Износ поршневых колец, поршней, гильз цилиндров	Заменить изношенные детали
Старение или повреждение маслоотражательных колпачков направляющих втулок клапанов	Заменить маслоотражательные колпачки
Износ стержня клапана или отверстия направляющей втулки клапана	Заменить клапана или заменить направляющую втулку клапана
<b>Низкое давление масла</b>	
Перегрев двигателя	Заглушить двигатель. Устранить причину перегрева – см. «Двигатель перегревается»
Засорение или заедание редукционного клапана в открытом положении	Отвернуть пробку в крышке масляного насоса, вынуть пружину и плунжер, промыть детали и гнездо в крышке, устранить причину заедания
Ослабление или поломка пружины редукционного клапана масляного насоса	Заменить пружину

<b>Причина неисправности</b>	<b>Метод устранения</b>
Износ шестерен и перегородки масляного насоса	Заменить шестерни и перегородку масляного насоса
Чрезмерный износ подшипников коленчатого или распределительного вала	Заменить вкладыши подшипников коленчатого вала или втулки подшипников распределительного вала
<b>Стуки в двигателе</b>	
Сильный износ коренных или шатунных подшипников	Произвести ремонт двигателя
Сильный износ поршней, цилиндров, поршневых пальцев	Произвести ремонт двигателя
Неисправен гидрокомпенсатор клапана	Проверить исправность гидрокомпенсаторов – см. раздел «Ремонт двигателя»
Ослабление клапанной пружины	Заменить пружину
<b>Неустойчивая работа двигателя</b>	
Отсутствие искрообразования в одном из цилиндров двигателя	Восстановить контакт в разъеме, целостность цепи подачи низкого напряжения на катушку зажигания. Заменить катушку зажигания, свечу зажигания или высоковольтный провод
Не работает бензиновая форсунка	Восстановить контакт в разъеме или целостность цепи подачи напряжения на форсунку. Заменить форсунку
Неудовлетворительный распыл бензина из-за загрязнения форсунок	Промыть или заменить форсунки

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

На двигателе применяется электрооборудование постоянного тока. Номинальное напряжение в системе 12 В. Приборы электрооборудования подсоединены по однопроводной схеме. С «массой» двигателя соединены все клеммы «—» (минус) приборов и агрегатов электрооборудования.

### Стартер

На двигателе может устанавливаться стартер СТ230А1 или 5234.3708. Стартер установлен с правой стороны двигателя и крепится к блоку цилиндров двигателя и картеру сцепления.



Рис.43. Стартер СТ230А1



Рис.44. Стартер 5234.3708

## Устройство

Устройство стартера СТ230А1 и электромагнитного реле показано на рис.45.

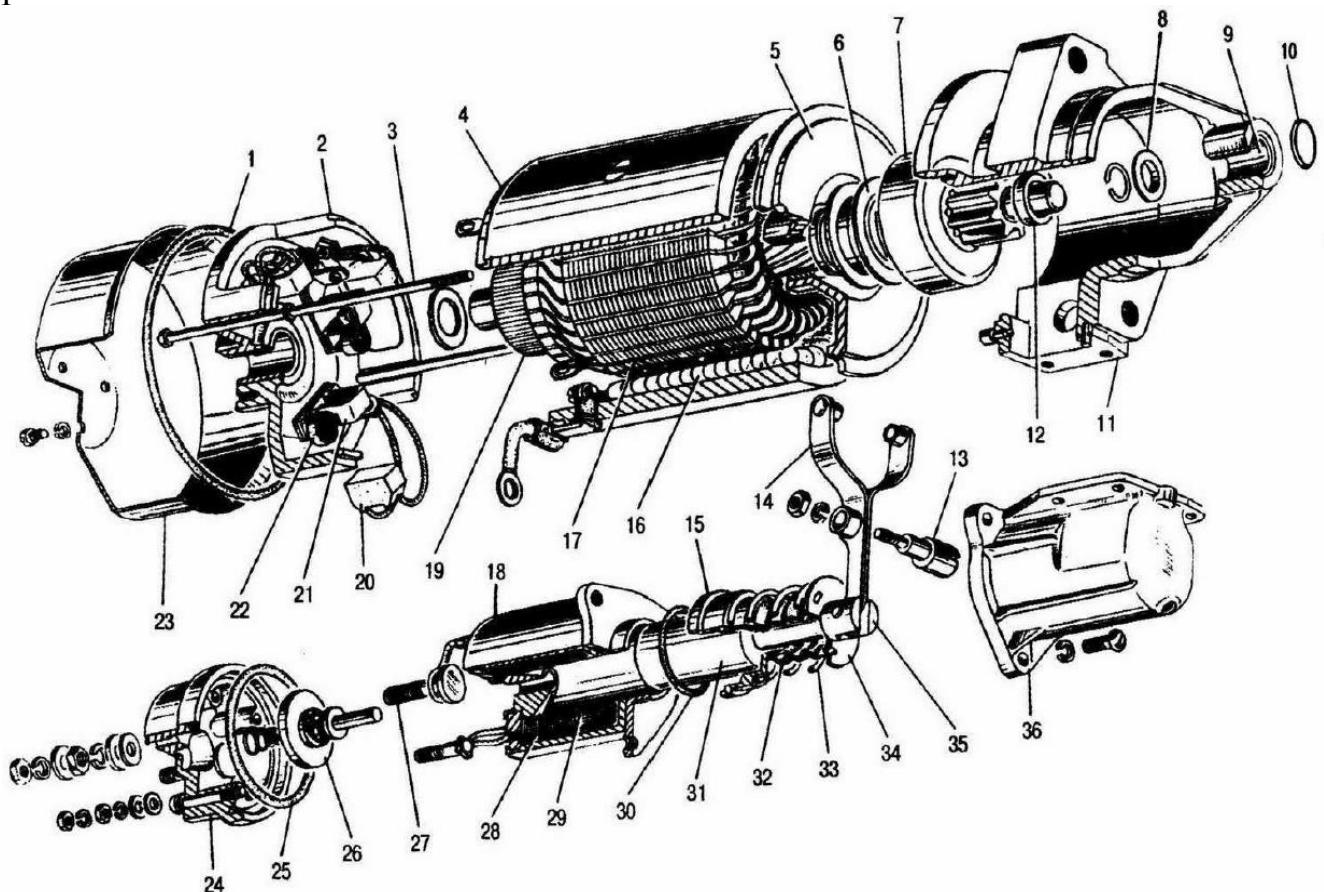


Рис.45. Устройство стартера СТ230А1:

1, 25, 30 – уплотнительные кольца; 2 – крышка со стороны коллектора; 3 – стяжная шпилька; 4 – корпус; 5 – промежуточная опора; 6 – втулка отводки; 7 – муфта свободного хода; 8 – упорная шайба; 9 – подшипник; 10 – заглушка; 11 – крышка со стороны привода; 12 – упорная втулка; 13 – ось рычага; 14 – рычаг привода; 15 – фланец; 16 – катушка возбуждения; 17 – якорь; 18 – тяговое реле; 19 – коллектор; 20 – щетка; 21 – щеткодержатель; 22 – пружина щетки; 23 – защитный кожух; 24 – крышка; 26 – контактный диск; 27 – контактный болт; 28 –держивающая обмотка; 29 – втягивающая обмотка; 31 – якорь тягового реле; 32 – сильфон; 33 – пружина; 34 – упорная шайба; 35 – тяга якоря реле; 36 – основание тягового реле

При запуске шестерня стартера входит в зацепление с маховиком посредством тягового реле. Стартер 5234.3708 соединяется с шестерней привода через планетарный редуктор, уменьшающий частоту вращения электродвигателя (для СТ230А1 – напрямую через рычаг привода и поводковую муфту). Шестерня вращает коленчатый вал двигателя через зубчатый венец маховика в течение времени, не более 10 секунд, пока двигатель не начнет устойчиво работать. После этого, обесточивается тяговое реле, и буферная пружина выводит шестерню привода из зацепления с зубчатым венцом маховика с помощью спиральной канавки.

Стarter 5234.3708 состоит из электродвигателя постоянного тока, механизма привода и планетарного редуктора. Вал стартера вращается по часовой стрелке (см. со стороны привода стартера). Устройство стартера показано на рис.46.

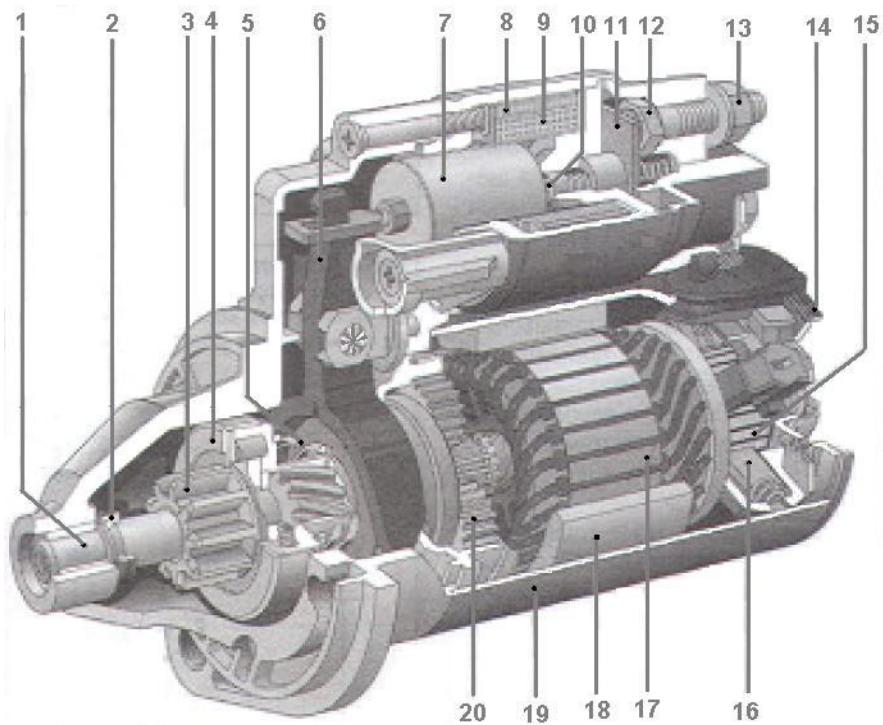
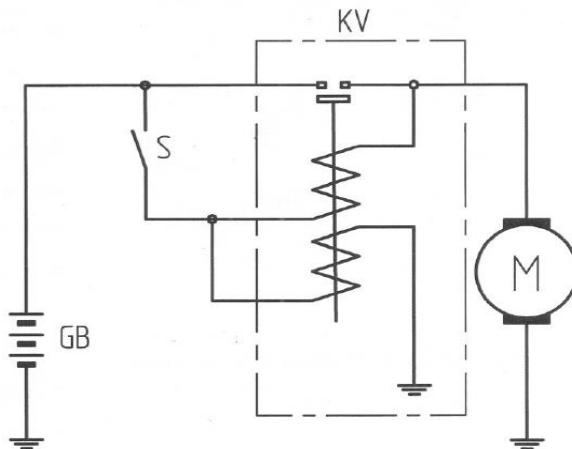


Рис.46. Устройство стартера 5234.3708:

1 – приводной вал; 2 – стопорное кольцо; 3 – шестерня; 4 – муфта свободного хода; 5 – буферная пружина; 6 – рычаг привода; 7 – тяговое реле; 8 – удерживающая обмотка; 9 – втягивающая обмотка; 10 – возвратная пружина; 11 – контактная пластина; 12 – контактный болт; 13 – электрическое соединение; 14 – торцевой щит коллектора; 15 – коллектор; 16 – держатель щеток; 17 – якорь; 18 – магниты; 19 – корпус; 20 – планетарный редуктор



GB	– Аккумуляторная батарея
KV	– Тяговое реле
M	– Двигатель стартера
S	– Выключатель

Рис.47. Принципиальная схема подключения стартера

## Основные технические данные стартера

Таблица 5

Параметр	Значение	
	СТ230А1-3708000	5234.3708000
Номинальное напряжение, В	12	12
Число зубьев шестерни привода стартера	9	9
Номинальная мощность (с батареей 75 А·ч), кВт	1,5	2,7
Минимальная пусковая мощность, кВт	0,84	2,0
Напряжение включения реле, В, не более	7,5	9
Контакты реле замкнуты при снижении напряжения на стартере до, В	5,4	5,4
Масса стартера, кг	11 ± 0,3	4,2
<b>А. Режим холостого хода при напряжении 12 В</b>		
A.1. Потребляемый ток, А, не более	80	80
A.2. Частота вращения вала, мин <sup>-1</sup> , не менее	4000	3500
<b>Б. Режим полного торможения при питании стартера от 12-вольтовой батареи ёмкостью 75 А·ч</b>		
B.1. Потребляемый ток, А, не более	550	970
B.2. Тормозной момент, кгс·м, не менее	2,25	2,0
B.3. Напряжение на клеммах, В, не более	7	10

### Особенности технического обслуживания стартера

При техническом обслуживании проверяют крепление стартера на двигателе и надежность состояния наконечников проводов на выводах аккумуляторной батареи и на контактных болтах тягового реле.

После определенного пробега автомобиля (через 96 000 – 100 000 км пробега) при очередном техническом обслуживании рекомендуется снять стартер с двигателя, разобрать, очистить детали от грязи, продуть сжатым воздухом. Проверить техническое состояние якоря, щёточно-коллекторного узла, обмоток возбуждения, механизма привода, крышек и тягового реле:

- наличие межвитковых замыканий обмотки якоря на сердечник и катушек возбуждения проверяют мегомметром. Мегомметр должен показывать сопротивление не менее 10 кОм;

- на поверхности шлицев и цапф вала якоря не должно быть задиров, забоин и продуктов изнашивания. Следы бронзы (желтого цвета) от втулки шестерни удаляют мелкозернистой шлифовальной шкуркой;

- при осмотре состояния коллектора обращают внимание на его рабочую поверхность, которая должна быть гладкой и не должна иметь следов подгорания.

Загрязненную, окисленную или подгоревшую поверхность протирают чистой ветошью, смоченной бензином, а при необходимости зачищают мелкозернистой шлифовальной шкуркой до допустимого минимального диаметра;

- подвижность щеток в щеткодержателях проверяют с помощью крючка, которым приподнимают пружину и, слегка потянув за канатики щетки, перемещают её в щеткодержателе. Щетки должны перемещаться свободно, без заеданий. Проверяют и при необходимости подтягивают крепление наконечников щеточных канатиков к щеткодержателям. Изношенные щетки заменяют новыми. Допустимая высота щеток в стартере 5234.3708 – не менее 7 мм, для СТ230А1 – не менее 5 мм. В случае уменьшения усилия щеточных пружин более чем на 25% nominalного значения необходимо заменить пружину;

- механизм привода с роликовой муфтой свободного хода должен легко перемещаться по направлению к подшипнику крышки со стороны привода и возвращаться в исходное положение силой пружины. Если перемещение привода затруднено, часть вала, к которой имеется доступ через окно в крышке, очищают от грязи и покрывают пластичной смазкой ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-202 или ЦИАТИМ-203. В случае заедания муфты привода после смазывания или её пробуксовывания стартер следует разобрать, а муфту заменить. Винтовые шлицы вала якоря, втулки обеих крышек и шестерню привода стартера рекомендуется смазывать моторным маслом. Поводковое кольцо привода стартера смазывают пластичной смазкой «Литол-24»;

- на зубьях шестерни привода не должно быть сколов и выкрашиваний. Забоины в заходной части зубьев шлифуют мелкозернистым шлифовальным кругом малого диаметра;

- крышки стартера проверяют на наличие трещин и степень изнашивания втулок. Если втулки сильно изношены, то заменяют их или крышку в сборе. При установке крышки со стороны коллектора на место щеточно-коллекторный узел рекомендуется продуть сжатым воздухом;

- исправность обмоток тяговых реле стартера определяют по результатам измерения их сопротивления с помощью омметра. В случае неисправности обмотки реле заменяют. При снятой крышке реле осматривают силовые контакты. Изношенные или подгоревшие контакты зачищают мелкозернистой шлифовальной шкуркой. При значительном износе или подгорании контактные болты поворачивают на 180° вокруг своей оси или заменяют. Изношенную контактную пластину можно повернуть к контактным болтам неизношенной стороной. Якорь тягового реле должен свободно перемещаться в корпусе.

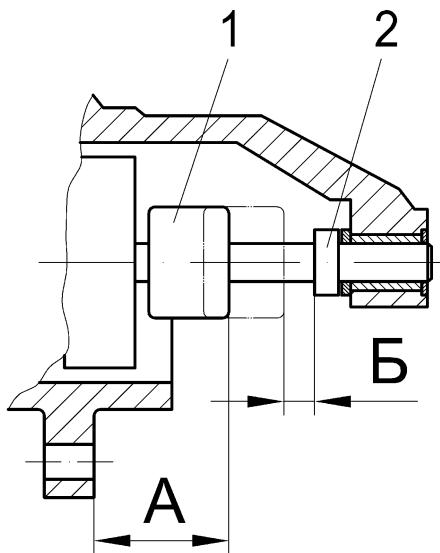


Рис.48. Схема регулировки:

1 – шестерня привода; 2 – упорное кольцо

После проверки и устранения неисправностей стартер необходимо отрегулировать. Для этого в стартере проверяют расстояние «Б» между упорным кольцом на валу и торцом шестерни (см. рис.48), которое при включенном тяговом реле должно быть для СТ230А1 – 3...5 мм, для 5234.3708 – 2 мм. При регулировке расстояние «Б» изменяют поворотом эксцентричной оси рычага включения привода. После регулировки необходимо затянуть гайку оси. В выключенном положении тягового реле шестерню устанавливают на расстоянии «А», равном 34 мм от привалочной плоскости фланца крышки со стороны привода.

**Внимание!** Категорически запрещается приводить автомобиль в движение с помощью стартера, т. к. при этом он подвергается перегрузкам.

Возможные неисправности стартера и способы их устранения

Таблица 6

Причина неисправности	Способ устранения
<b>Стартер и тяговое реле не включаются</b>	
Неисправность или сильная разряженность батареи	Разряженную батарею зарядить, неисправную заменить
Нарушение контактов в соединениях, обрыв провода в цепях электроснабжения и управления стартером	Затянуть ослабленные соединения в цепях электроснабжения и управления стартером. Поврежденные провода заменить
Окисление полюсных выводов аккумуляторной батареи и наконечников проводов	Окисленные выводы батареи и наконечники стартерных проводов зачистить шлифовальной шкуркой со стеклянным покрытием, плотно затянуть и смазать техническим вазелином

Причина неисправности	Способ устранения
Нарушение в работе реле включения, выключателя зажигания или выключателя «массы»	Неисправные реле включения, выключатель зажигания, выключатель «массы» проверить, при необходимости отремонтировать или заменить
Нарушения в работе тягового реле стартера	Разобрать и по возможности устраниить неисправность, при необходимости заменить
Короткое замыкание в обмотках стартера	Стартер отремонтировать или заменить
<b>Тяговое реле включается, но якорь стартера не вращается или вращается очень медленно</b>	
Сильная разряженность аккумуляторной батареи	Зарядить батарею или заменить её
Окисление выводов батареи и наконечников стартерных проводов	Окисленные выводы батареи и наконечники стартерных проводов зачистить шлифовальной шкуркой со стеклянным покрытием, плотно затянуть и смазать техническим вазелином
Слабая затяжка гаек крепления наконечников проводов на контактных болтах тягового реле	Затянуть гайки
Нарушения в работе контактной системы тягового реле	Снять крышку тягового реле, осмотреть и восстановить силовые контакты
Нарушения контакта в разъемных соединениях внутри стартера	Стартер отремонтировать
Сильное окисление или загрязнение коллектора	Окисленный коллектор зачистить мелкозернистой шлифовальной шкуркой со стеклянным покрытием или проточить. Замасленный коллектор протереть ветошью, смоченной бензином
Сильный износ щеток	Изношенные щетки заменить
Зависание щетки в щеткодержателе	Зависание щеток устраниить очисткой щеток и щеткодержателей
Замыкание на «массу» изолированного щеткодержателя	Устранить причину замыкания на «массу» щеткодержателя. Поврежденную изолирующую прокладку заменить
Ослабление пружин щеткодержателей	Ослабленные пружины заменить
Замыкание на «массу» или межвитковое замыкание обмоток возбуждения или якоря стартера	Якорь и обмотки возбуждения отремонтировать или заменить

Причина неисправности	Способ устранения
Заклинивание якоря	Стартер отремонтировать
<b>Тяговое реле включается и сразу отключается (неисправность проявляется в часто повторяющемся стуке)</b>	
Сильная разряженность аккумуляторной батареи	Зарядить или заменить батарею
Увеличение сопротивления цепи электроснабжения стартера	Зачистить выводы батареи, наконечники проводов, соединения затянуть и смазать техническим вазелином
Выход из строя выключателя зажигания	Неисправный выключатель зажигания отремонтировать или заменить
Обрыв или плохой контакт удерживающей обмотки тягового реле с корпусом	По возможности восстановить надежное соединение обмотки с корпусом или заменить тяговое реле
Неправильная регулировка реле включения	Отрегулировать или заменить неисправное реле включения
<b>Электродвигатель стартера включается, но коленчатый вал не вращается</b>	
Пробуксовывание муфты свободного хода механизма привода	При пробуксовывании муфты стартер разобрать и муфту заменить
Тугое перемещение механизма привода по винтовым шлицам вала якоря	Винтовые шлицы смазать смазочным маслом в соответствии с рекомендациями по техническому обслуживанию стартера
<b>Стартер включается, но шестерня не входит в зацепление</b>	
Ослабление буферной пружины	Заменить пружину или механизм привода
Неправильная регулировка стартера	Отрегулировать стартер в соответствии с рекомендациями по техническому обслуживанию стартера
Наличие забоин на зубьях шестерни механизма привода или на зубьях венца маховика	УстраниТЬ забоины на шестерне и на венце маховика абразивным инструментом или напильником. При необходимости заменить приводной механизм или маховик
Заедание шестерни на валу виду закоксовывания смазочного материала на шлицах вала якоря	Очистить шлицы ветошью, смоченной бензином, и покрыть вал смазкой ЦИАТИМ-221

Причина неисправности	Способ устранения
<b>Стартер после пуска не отключается</b>	
Заедание ключа в выключателе зажигания	Немедленно остановить двигатель: выключить стартер, повернув ключ в исходное положение. Неисправный выключатель отремонтировать или заменить
Заедание механизма привода на валу якоря	При наличии закоксовывания смазки на шлицах вала якоря шлицы очистить ветошью, смоченной бензином, и покрыть смазкой ЦИАТИМ-221
Запекание контактов тягового реле	Подгоревшие контакты тягового реле зачистить мелкозернистой шлифовальной шкуркой
<b>Повышенный уровень шума при вращении якоря</b>	
Ослабление крепления стартера	Подтянуть гайки или болты крепления стартера
Повреждение зубьев шестерни привода стартера или венца маховика двигателя	Заменить механизм привода стартера или маховика двигателя
Выход из строя механизма привода или его тугое перемещение по шлицам вала якоря: шестерня стартера не входит из зацепления с венцом маховика	Несправный механизм привода заменить. При высыхании смазки на шлицах вала якоря шлицы очистить ветошью, смоченной бензином, и покрыть смазкой ЦИАТИМ-221
Чрезмерный износ втулки подшипников или шеек вала якоря	Заменить втулки или якорь
Перекос стартера при установке на двигатель	Закрепить стартер без перекосов
Ослабление крепления полюса к корпусу	Затянуть винт крепления полюса

## СЦЕПЛЕНИЕ

### Устройство и обслуживание

Сцепление (рис.49) – однодисковое, сухое, рычажное, с периферийными нажимными пружинами и гасителем крутильных колебаний.

Картер сцепления 2 крепится к заднему торцу блока цилиндров. Точное расположение картера сцепления относительно блока цилиндров обеспечивается двумя установочными штифтами, запрессованными в задний торец блока цилиндров.

Установочное отверстие и привалочная поверхность картера сцепления для крепления коробки передач обрабатываются в сборе с блоком цилиндров, поэтому нельзя устанавливать другой картер сцепления без проведения его точной установки.

Сцепление выключается от нажатия подшипника муфты на три рычага 5. Одновременность нажатия подшипника муфты выключения сцепления на все рычаги регулируется гайками 6, которые после регулировки кернятся для предотвращения их самоотворачивания.

Нажимной диск 4 при сборке балансируется вместе с коленчатым валом и маховиком двигателя, поэтому при установке нажимного диска необходимо совмещать метки "0" на маховике 1 и кожухе 11 нажимного диска.

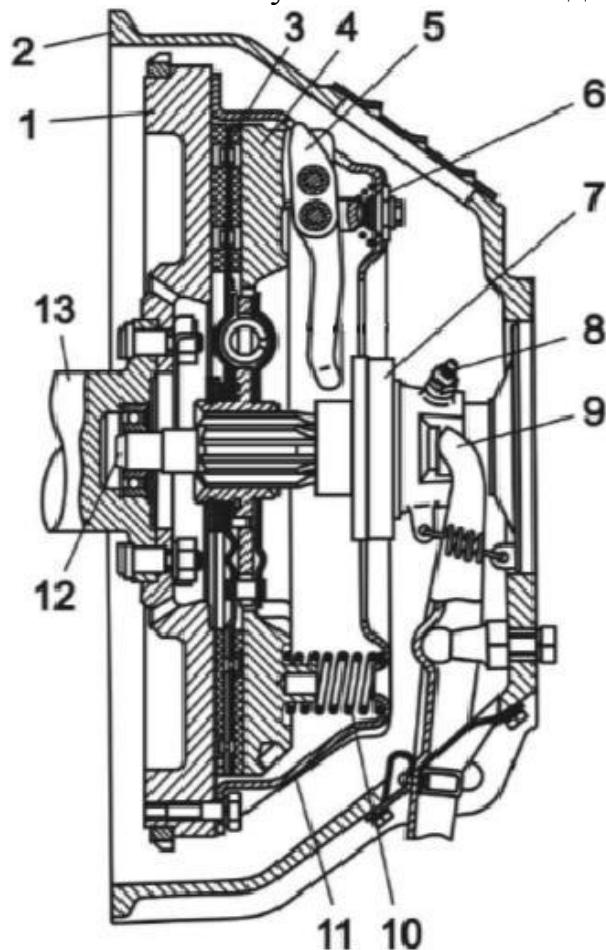


Рис.49. Сцепление:

1 - маховик; 2 – верхняя часть картера сцепления ; 3 - диск ведомый; 4 - диск нажимной; 5 - рычаг; 6 - гайка регулировочная; 7 - муфта; 8 - масленка; 9 - вилка; 10 - пружина нажимная; 11 - кожух; 12 - вал коробки передач; 13 - коленчатый вал

## Эксплуатация сцепления

**Внимание! Неправильная эксплуатация сцепления может привести к поломке нажимного и ведомого дисков сцепления.**

Долговечность и надежность работы сцепления в большей мере зависит от правильного им пользования. Далее приведены основные правила правильного пользования сцеплением:

1. Выключайте сцепление быстро, до упора педали в пол.
2. Включайте сцепление плавно, не допуская как броска сцепления, сопровождающегося дерганьем автобуса, так и замедленного включения с длительной пробуксовкой.
3. Не держите сцепление выключенным при включенной передаче и работающем двигателе на стоящем автобусе (на переезде, у светофора и т.п.). Обязательно используйте в таких случаях нейтральную передачу в коробке передач и полностью включенное сцепление.
4. Не держите ногу на педали сцепления при движении автобуса.
5. Не используйте пробуксовку сцепления как способ удержания автобуса на подъеме.
6. Переключение через одну или две передачи вниз и включение сцепления, когда скорость движения автобуса выше предельно-допустимой для этой передачи, может привести к поломке ведомого диска сцепления.
7. Переключение на пониженную передачу производите с «перегазовкой» - предварительно перед включением сцепления нажмите на педаль газа для выравнивания частот вращения коленчатого вала двигателя и первичного вала коробки передач с целью исключения рывка в трансмиссии при включении сцепления.

### Возможные неисправности сцепления и методы их устранения

Таблица 7

Вероятная причина	Метод устранения
<b>Неполное включение сцепления (сцепление пробуксовывает)</b>	
Чрезмерный износ фрикционных накладок (толщина каждой накладки менее 2 мм)	Заменить ведомый диск в сборе
Попадание масла на фрикционные накладки	Заменить ведомый диск. При небольшом замасливании промыть накладки керосином и зачистить мелкозернистой наждачной бумагой
Ослабление нажимных пружин	Заменить пружины
<b>Неполное выключение сцепления (сцепление «ведет»)</b>	
Деформация ведомого диска	Заменить диск или выпрямить (биение не более 1,8 мм)

<b>Вероятная причина</b>	<b>Метод устранения</b>
Заедание ступицы ведомого диска на шлицах	Устраниить причины заедания (забоины, грязь)
Заедание переднего подшипника первичного вала коробки передач (в маховике)	Заменить подшипник
<b>Вибрация, шумы и металлическое дребезжание в трансмиссии при движении</b>	
Поломка или износ деталей демпферного устройства ведомого диска	Заменить ведомый диск
<b>Неплавное включение или выключение сцепления</b>	
Попадание масла на фрикционные накладки	Заменить ведомый диск. Если замасливание небольшое, то промыть накладки керосином и зачистить мелкозернистой наждачной бумагой
Чрезмерный износ или разрушение накладок	Заменить ведомый диск
Поврежден ведомый диск	Заменить ведомый диск или выполнить его правку
Потеря упругости пружин накладки ведомого диска	Заменить ведомый диск
Неодновременное нажатие подшипником выключения сцепления рычагов нажимного диска	Отрегулировать рычаги или проверить перпендикулярность крышки первичного вала к переднему фланцу коробки передач, или заменить крышку

## РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ

При ремонте двигателя необходимо придерживаться определенного порядка. При разборке двигателя надо тщательно проверить каждую его деталь на предмет возможности ее дальнейшего применения или необходимости замены новой. Следует помнить, что работоспособность двигателя может быть восстановлена либо заменой изношенных деталей новыми, стандартного размера, либо восстановлением изношенных деталей и применением сопряженных с ними новых деталей ремонтного размера.

Для этой цели выпускаются поршни, поршневые кольца, вкладыши шатунных и коренных подшипников коленчатого вала, передняя и задняя шайбы упорного подшипника коленчатого вала, седла впускных и выпускных клапанов, втулки распределительного вала и ряд других деталей ремонтных размеров. Перечень таких деталей приведен в прил.4.

Ниже подробно описывается порядок разборки и сборки двигателя и его узлов при ремонте. Перечисляются также основные требования, предъявляемые к ремонтируемому двигателю и его узлам. Зазоры и натяги в сопряжениях двигателя и его узлов, которые необходимо выдерживать при сборке, даны в прил.5.

Разборку и сборку двигателя рекомендуется производить на специальном поворотном стенде с помощью специальных инструментов соответствующего размера (гаечные ключи, съемники, приспособления и т.д.).

Если детали ремонтируемого двигателя пригодны к дальнейшей эксплуатации, они должны быть установлены на свои прежние места. Для этого такие детали как поршни, поршневые кольца, шатуны, поршневые пальцы, вкладыши, клапаны, штанги, коромысла и толкатели, при снятии их с двигателя необходимо маркировать любым из возможных способов, не вызывающим порчи детали (кернение, надписывание, прикрепление бирок и т.д.) или укладывать их на стеллажи с пронумерованными отделениями в порядке, соответствующем их расположению на двигателе.

При разборке двигателя следует помнить, что некоторые сопряженные детали обрабатываются в сборе при изготовлении на заводе, поэтому разукомплектовывать их нельзя. Это, прежде всего, крышки коренных подшипников с блоком цилиндров, крышки шатунов с шатунами, картер сцепления с блоком цилиндров и другие.

Если имеется необходимость в замене картера сцепления или он устанавливается на блок цилиндров после ремонта, необходимо из блока цилиндров предварительно удалить два установочных штифта, затем закрепить картер сцепления к блоку цилиндров болтами.

На задний фланец коленчатого вала закрепите на специальной стойке индикатор.

Вращая коленчаторый вал, проверить биение отверстия для центрирующего бурта коробки передач и перпендикулярность заднего торца картера сцепления относительно оси коленчатого вала (рис.50, 51). Биение отверстия и торца картера сцепления не должно превышать 0,08 мм.

Если биение отверстия превышает указанную величину, следует ослабить крепление картера сцепления к блоку цилиндров и легкими ударами по фланцу картера добиться правильной его установки.

Добившись правильной установки картера сцепления, затянуть крепежные болты.

После затяжки болтов отверстия для установочных штифтов в картере сцепления и блоке цилиндров развернуть одновременно до ремонтного размера. Диаметр отверстия должен быть таким, чтобы в развернутых отверстиях не оставалось черноты.

После этого в отверстия запрессовывают штифты, диаметр которых на 0,015...0,051 мм больше диаметра отверстий.

Биение торца картера сцепления устраниется шабровкой.

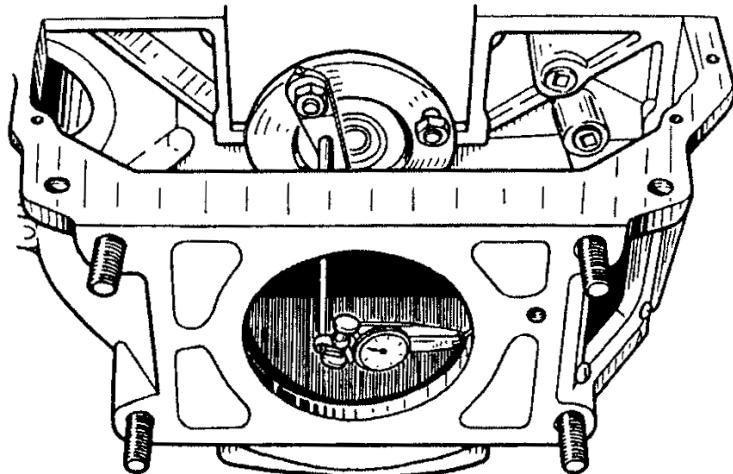


Рис.50. Проверка концентричности установочного отверстия в картере сцепления относительно оси коленчатого вала

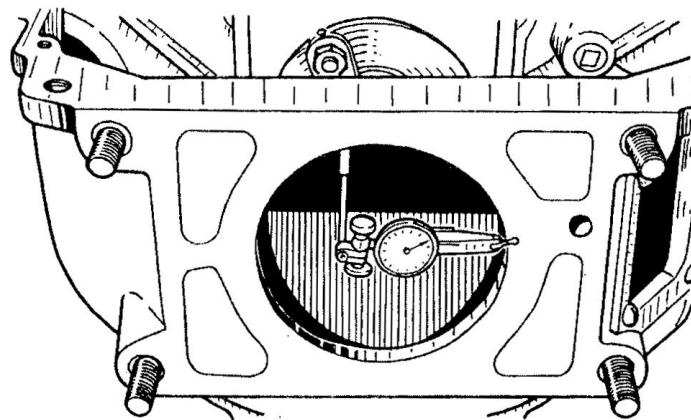


Рис.51. Проверка перпендикулярности заднего торца картера сцепления к оси коленчатого вала

## **Разборка двигателя**

1. Слить моторное масло и охлаждающую жидкость из двигателя.
2. Установить двигатель на поворотный стенд.
3. Снять стартер, отвернув болты его крепления.
4. Снять кронштейн генератора, отвернув болты его крепления.
5. Снять провода высокого напряжения.
6. Снять при необходимости катушки зажигания, отвернув гайки болтов крепления катушек к кронштейнам.
7. Снять при необходимости блоки электромагнитных клапанов подачи газа, сняв хомуты шлангов подачи газа и отвернув болты крепления.
8. Снять кронштейны катушек зажигания, отвернув болты их крепления. Кронштейны катушек можно снимать вместе с установленными на них катушками и блоками электромагнитных клапанов подачи газа.
9. Отвернуть винты и снять дроссельный модуль с прокладкой.
10. Снять соединительный топливный шланг, ослабив хомуты его крепления.
11. Снять переходный патрубок с прокладкой и кронштейном колодки, отвернув гайки его крепления.
12. Снять левый бензиновый топливопровод с форсунками, отвернув болты его крепления.
13. Снять правый бензиновый топливопровод с форсунками, регулятором давления топлива и шлангом отбора разрежения, отвернув болты его крепления и отсоединив шланг отбора разрежения от штуцера впускной трубы.
14. Снять шланги подачи газа, сняв хомуты их крепления.
15. Вывернуть, при необходимости, штуцер датчиков давления масла.
16. Снять, при необходимости, датчик абсолютного давления и температуры с впускной трубы, отвернув болт его крепления.
17. Вывернуть, при необходимости, датчик температуры охлаждающей жидкости системы управления из впускной трубы.
18. Снять, при необходимости, датчик положения коленчатого вала и датчик фазы, отвернув болты их крепления.
19. Отвернуть гайки трубок масляного фильтра и снять трубки. При отворачивании гаек фиксировать штуцеры от вращения ключом.
20. Снять при необходимости масляный фильтр в сборе, отвернув его за корпус.
21. Ослабить хомуты перепускного шланга системы охлаждения и снять шланг.
22. Снять шланги маслоотделителя.
23. Отвернуть болт крепления маслоотделителя к впускной трубе и снять маслоотделитель и его прокладку.
24. Снять при необходимости крышку термостата, отвернув болты крепления крышки, и вынуть термостат.
25. Отвернуть гайки крепления впускной трубы и снять скобы подъёма двигателя, впускную трубу и прокладки впускной трубы.

При необходимости впускная труба может быть снята в сборе с переходным патрубком, дроссельным модулем, крышкой термостата, масляным фильтром, маслоотделителем и шлангами вентиляции.

26. Снять при необходимости выпускные коллекторы вместе с прокладками, отвернув гайки их крепления к головке цилиндров.

27. Снять крышки коромысел, отвернув гайки крепления крышек.

28. Отвернуть гайки крепления стоек осей коромысел, снять оси коромысел с коромыслами и стойками в сборе и разобрать их при необходимости.

29. Вынуть и уложить по порядку штанги и толкатели.

30. Снять головки цилиндров и прокладки головок цилиндров, отвернув гайки крепления головок. Если нет необходимости в разборке и ремонте выпускных коллекторов и головок цилиндров, то последние рекомендуется снимать в сборе с выпускными коллекторами.

31. При необходимости, вынуть гильзы цилиндров с прокладками. В противном случае, закрепить втулками-зажимами гильзы цилиндров в блоке цилиндров для предохранения их от выпадения (рис.52).

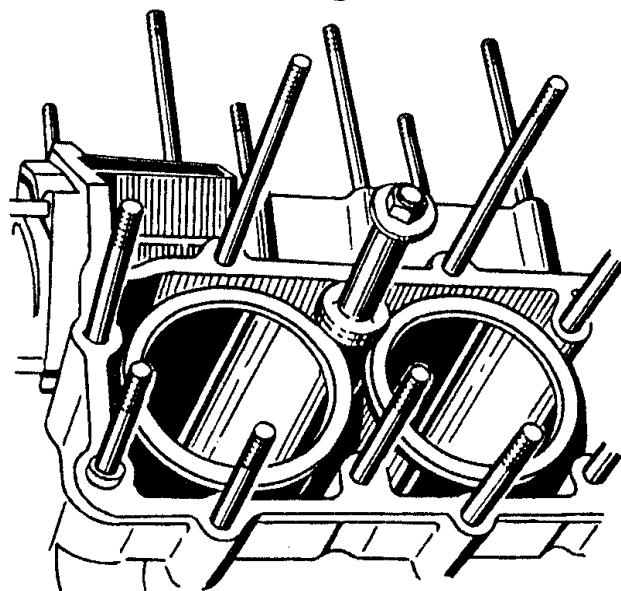


Рис.52. Закрепление гильз втулками - зажимами

32. С помощью съемника снять клапаны (рис.53) и уложить их на стеллажи согласно порядковым номерам. Съемник позволяет осуществлять снятие и установку пружин клапанов на головках цилиндров, как с присоединенными к ним выпускными коллекторами, так и без них. При снятии клапанов необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить маслоотражательные колпачки. Для облегчения снятия тарелки клапана с сухарем рекомендуется после предварительной затяжки винта съемника слегка ударить рукояткой молотка по съемнику.

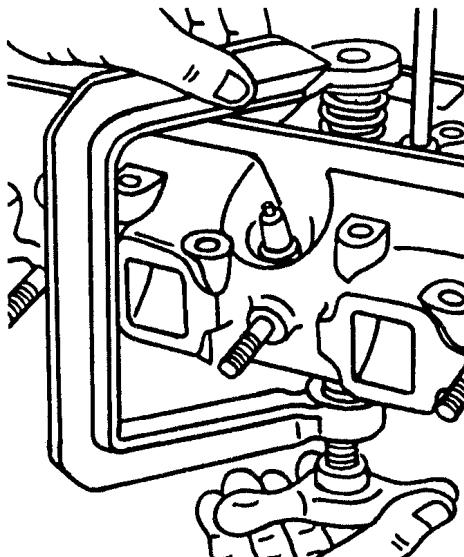


Рис.53. Снятие пружины клапана

33. Отвернуть гайку крепления держателя привода масляного насоса, снять держатель привода и вынуть привод масляного насоса с прокладкой.
34. Перевернуть двигатель на стенде масляным картером вверх.
35. Отвернуть гайки или болты крепления масляного картера и снять масляный картер вместе с прокладкой.
36. Отвернуть болты и винт и снять нижнюю часть картера сцепления и скобу оттяжной пружины вилки выключения сцепления.
37. Отвернуть храповик коленчатого вала, предварительно застопорив коленчатый вал от поворачивания, и снять храповик вместе с зубчатой шайбой.
38. С помощью приспособления 16-У-236817 снять шкив коленчатого вала.
39. Отвернуть гайки крепления крышки распределительных шестерен и снять крышку в сборе с водяным насосом и держателем датчиков. Снять прокладку крышки распределительных шестерен.
40. При необходимости ремонта или проверки водяного насоса отвернуть гайки крепления его к крышке распределительных шестерен и снять водяной насос и его прокладку.
41. Снять при необходимости держатель датчиков вместе с датчиками и прокладкой, отвернув болты его крепления.
42. Приспособлением 16-У-236817 снять шестерню распределительного вала, отвернув центральный болт её крепления и сняв предварительно пластину датчика фазы и балансиры.
43. Отвернуть болты крепления упорного фланца распределительного вала и снять его с распорным кольцом.
44. Осторожно вынуть распределительный вал.  
Распределительный вал может быть снят в сборе с шестерней, упорным фланцем, балансирами и пластиной датчика фазы. Для этого нужно отвернуть торцовым ключом через отверстия в шестерне два болта крепления упорного фланца к блоку цилиндров.
45. Тем же съемником снять шестернию коленчатого вала, предварительно сняв маслоотражатель.

46. Снять упорную шайбу коленчатого вала и переднюю шайбу упорного подшипника коленчатого вала.

47. Отвернуть гайки крепления масляного насоса и снять насос, втулку и прокладку насоса.

48. Отвернуть гайку крепления трубы маслоприемника и снять маслоприемник вместе с уплотнительным кольцом.

49. Повернуть коленчатый вал так, чтобы кривошип первого и пятого цилиндров находился в крайнем верхнем положении. Отвернуть гайки крепления крышек шатунов первого и пятого цилиндров и снять крышки с вкладышами в сборе.

50. Вынуть поршни первого и пятого цилиндров вместе с шатунами и вкладышами в сборе. Установить крышки шатунов на место и соединить без затяжки гайками обе части шатуна. Таким же образом, поворачивая коленчатый вал, снять остальные шесть шатунно-поршневых комплектов.

Перед разборкой поршня с шатуном необходимо еще раз убедиться в четкости и правильности постановки клейм на шатунах и крышках шатунов, а также в соответствии их порядковым номерам цилиндров. Порядковый номер цилиндра должен быть выбит на каждом шатуне и крышке около болта.

51. Съемником 5-У-11388 снять поршневые кольца с поршней (рис.54) и разложить их в порядке установки.

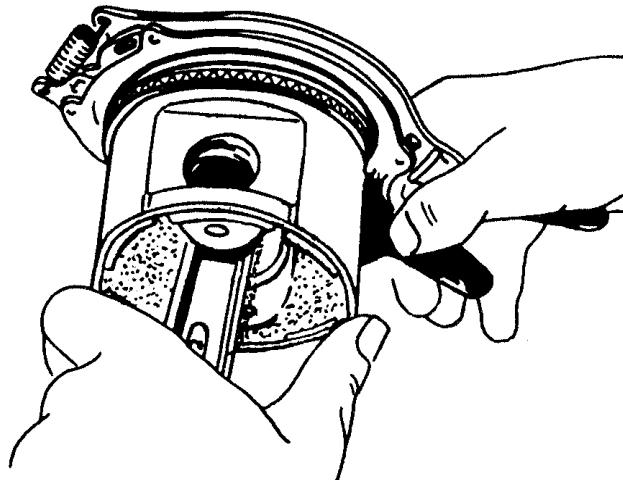


Рис.54. Снятие поршневых колец с поршня приспособлением 5-У-11388

52. Отвернуть гайки крепления крышек коренных подшипников коленчатого вала. Снять крышки вместе с вкладышами. Обратить внимание на четкость и правильность постановки клейм на крышках. На них должны быть выбиты соответственно цифры 2, 3 и 4.

53. Отвернуть шестигранным ключом специальные гайки крепления держателя заднего сальника и снять его.

54. Вынуть коленчатый вал с маховиком и сцеплением в сборе из блока цилиндров двигателя.

55. Снять заднюю шайбу упорного подшипника коленчатого вала.

56. При необходимости снять нажимной и ведомый диски сцепления, отвернув болты крепления нажимного диска.

57. При необходимости снять маховик, разогнув усики стопорных пластин и отвернув гайки болтов крепления маховика.

58. При необходимости съемником 7823-6090 выпрессовать из гнезда коленчатого вала подшипник первичного вала коробки передач (рис.55).

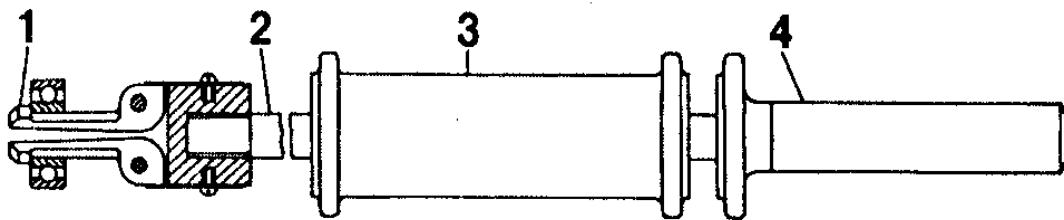


Рис.55. Съемник 7823-6090 для выпрессовки подшипника первичного вала коробки передач из коленчатого вала:

1 - захват; 2 - шпилька; 3 - боек; 4 – ручка

### Очистка деталей

Детали разобранного двигателя должны быть тщательно очищены от смазки, смол, нагара, грязи, которые могут скрыть дефекты деталей. Очистка деталей необходима для подготовки их к дальнейшей работе, так как наличие песка, грязи и абразивных частиц является главной причиной износа деталей двигателя.

Очистка деталей может быть произведена несколькими способами в зависимости от существующего оборудования.

Существует пять основных способов очистки:

- ручная;
- холодноструйная;
- промывка в горячей жидкости;
- промывка в холодной жидкости;
- пароструйная очистка.

**Ручная очистка** производится при индивидуальном способе ремонта. Очистку деталей производят с помощью специального моющего раствора волосяными или мягкими проволочными щетками и специальными ручными скребками.

**Холодноструйная очистка.** При этом способе двигатель и его детали опрыскивают под давлением очищающим химическим составом, нагнетаемым из специального напорного бачка. Химический состав размягчает грязь, масло и нагар и ослабляет сцепление их с металлом. Затем грязь и загустевшую смазку смывают водой из шланга.

**Промывка в горячей жидкости.** При этом способе очистки детали двигателя погружают на некоторое время в горячий моющий раствор. Перемещение жидкости или самих деталей делает мойку более эффективной. Детали после мойки должны быть ополоснуты водой из шланга под большим давлением.

**Промывка в холодной жидкости.** В этом случае для мойки деталей применяются холодные моечные растворы. Чаще всего этот способ применяется для обезжиривания и удаления нагара с мелких деталей, например, с деталей топливных насосов и карбюраторов.

**При пароструйной очистке** пар используется для создания давления и нагрева очищающего раствора. Сам пар не является эффективным средством очистки.

Следует помнить, что нельзя промывать в щелочных растворах детали, изготовленные из алюминиевого сплава (блок цилиндров, головки цилиндров, поршни и т.д.), так как эти растворы разъедают алюминий.

Для очистки деталей рекомендуются следующие растворы:

- для алюминиевых деталей:

сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).....	18,5 г,
мыло (зеленое или хозяйственное) .....	10,0 г,
жидкое стекло.....	8,5 г,
вода .....	1 л;

- для стальных и чугунных деталей:

каустическая сода ( $\text{NaOH}$ ) .....	25,0 г,
сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).....	33,0 г,
мыло (зеленое или хозяйственное) .....	8,5 г,
жидкое стекло.....	1,5 г,
вода .....	1 л.

Помещение, где моют детали должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией.

Многие детали двигателя лучше всего чистить вручную. Нагар обычно очищается ручным скребком, ножом или шабером.

**Клапаны.** Большие отложения нагара на тарелке клапана могут быть сняты ножом или шабером. Для очистки клапана закрепить его в патрон вертикально сверлильного станка. Очищать при вращении клапана наждачной бумагой покрытые нагаром поверхности тарелки и днища, не затрагивая рабочую фаску и стержень клапана.

**Направляющие втулки клапанов** требуют очень тщательной очистки. Нагар и смола, имеющиеся в направляющей втулке, могут привести к отклонению оси стержня клапана, что нарушит работу клапанов. Небольшое количество оставшейся смолы может вызвать заедание клапана, что приведет к обгоранию поверхности клапана и его седла. Несколько капель растворителя (например, ацетона) облегчают удаление смолы и нагара.

**Поршни.** Большие отложения нагара на днище очищать при помощи шабера или ножа. Особенно тщательно надо очищать от нагара канавки под поршневые кольца с помощью специального приспособления (рис.56). Ширина скребков приспособления должна соответствовать ширине канавок поршня. При очистке надо соблюдать осторожность, чтобы не повредить стенки кольцевой канавки. Очистку отверстий для слива масла производить при помощи сверла подходящего диаметра.

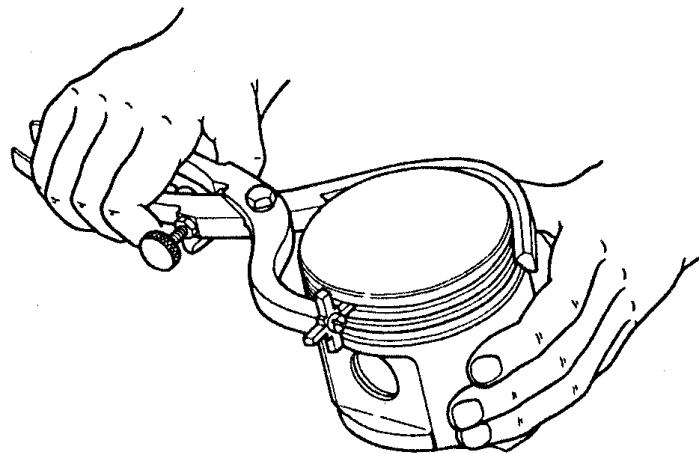


Рис.56. Очистка канавок поршневых колец от нагара с помощью приспособления 5-У-27691

**Коленчатый вал.** Вывернуть все пробки грязеуловителей шатунных шеек (рис.57) и удалить из них отложения при помощи проволочных щеток. Промыть и продуть сжатым воздухом масляные каналы и полости грязеуловителей, завернуть пробки с крутящим моментом 37...51 Н·м (3,8...5,2 кгс·м), предварительно нанеся на обезжиренную резьбу пробок анаэробный герметик «Стопор-9» или аналогичный («Гермикон-9», «Euroloc 6638»). Особено важно прочистить эти отверстия и полости после ремонта коленчатого вала, так как попавшие в них частицы металла и абразивного материала могут быть занесены потоком масла в подшипники. Если такие частицы не удалить, то они, попав в подшипник, могут вызвать надиры как на поверхности вкладыша, так и на шейке коленчатого вала.

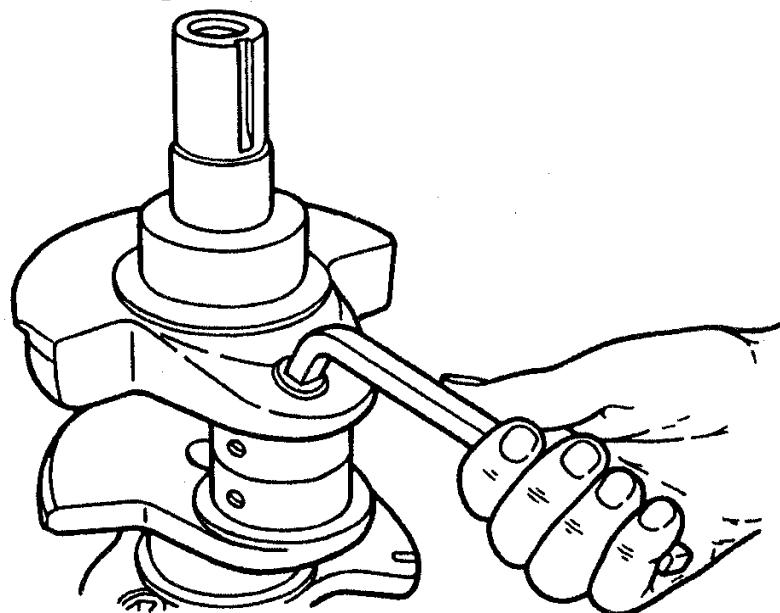


Рис.57. Вывертывание пробок грязеуловителей из коленчатого вала

**Блок цилиндров.** Вывернуть пробки масляных каналов и продуть все масляные каналы сжатым воздухом. Очистить все привалочные поверхности от прилипших и порванных прокладок. Поверхность водяной рубашки блока цилиндров очистить от накипи и продуктов коррозии.

**Головка цилиндров.** Очистить от нагара и смол поверхности камер сгорания, газовых каналов и каналов для стока масла при помощи проволочной щетки или ручного скребка. Масляный канал для смазки осей коромысел продуть сжатым воздухом. Привалочные поверхности головки цилиндров от прилипших частей прокладок очистить ножом или шабером.

**Коромысла клапанов, оси коромысел.** Прочистить мягкой проволокой и продуть сжатым воздухом отверстия каналов подачи масла в коромыслах и в осях коромысел.

**Пружины клапанов, тарелки пружин и сухари.** Пружины клапанов, тарелки пружин и сухари очищать в моющем растворе. Клапанные пружины могут быть загрунтованы для защиты от коррозии. Для их очистки нельзя использовать вещества, которые могут удалить грунтовку.

**Трубка маслоприемника** очищается в моющем растворе с последующей продувкой сжатым воздухом. По возможности трубы должны быть прочищены мягкой проволокой. После очистки отверстия трубок до установки их на двигатель должны быть закрыты заглушками или заклеены липким пластирем.

## **Выбраковка и ремонт отдельных деталей и узлов двигателя**

### **Блок цилиндров**

**Гильзы.** Проверке на износ подлежат, прежде всего, гильзы цилиндров, которые в результате естественного износа приобретают по длине форму конуса, а по окружности - форму овала.

Наибольшей величины износ достигает в верхней части гильзы, против верхнего компрессионного кольца при нахождении поршня в верхней мертвой точке; наименьший - в нижней части, против маслосъёмного кольца при нахождении поршня в нижней мертвой точке.

Максимально допустимый износ гильз цилиндров 0,3 мм. При больших износах двигатель дымит, расходует много масла и теряет мощность, кроме того, прогрессивно нарастает износ шеек коленчатого вала.

Для установки в гильзы цилиндров двигателя выпускаются поршни номинального размера 92,0 мм и двух ремонтных размеров: 92,5 мм и 93,0 мм пяти размерных групп каждый, в соответствии с табл.8.

При необходимости обработать гильзы цилиндра до ближайшего ремонтного размера. После второго ремонтного размера гильза должна быть заменена. В двигателе все гильзы должны быть стандартного или одного и того же ремонтного размера.

Допуск некруглости и профиля продольного сечения (половина разности наибольшего и наименьшего диаметров) рабочего отверстия гильзы после обработки – 0,01 мм.

После обработки маркировать обозначение размерной группы гильзы цилиндра на наружной поверхности гильзы в плоскости наименьшего значения диаметра.

Размерная группа диаметра рабочего отверстия гильзы цилиндра определяется по наименьшему значению диаметра в соответствии с табл.8 при температуре гильзы  $20 \pm 3$  °C.

**Таблица 8      Размерные группы поршней и гильз цилиндров**

Обозначение размерной группы	Предельные отклонения наружного диаметра юбки поршня, мм	Предельные отклонения рабочего диаметра гильзы цилиндра, мм
A	-0,012...0,000	+0,024...+0,036
B	0,000...+0,012	+0,036...+0,048
C	+0,012...+0,024	+0,048...+0,060
D	+0,024...+0,036	+0,060...+0,072
E	+0,036...+0,048	+0,072...+0,084

## **Направляющие толкателей**

Необходимость в смене толкателей вызывается, главным образом, увеличением зазоров между толкателем и направляющим отверстием в блоке цилиндров в результате износа, что приводит к стукам в этом сопряжении. Допустимый предельный диаметр направляющих не должен превышать 25,05 мм. В запасные части выпускаются толкатели только стандартного размера, поэтому при износе направляющих в блок цилиндров необходимо ставить ремонтные втулки.

Ремонтные втулки следует изготавливать из алюминиевого сплава Д1 или Д16.

Размеры втулок:

- наружный диаметр 30,100...30,145 мм;
- внутренний диаметр (с припуском под развертку после запрессовки в блок цилиндров) 24,5...24,6 мм;
- длина втулки - 41 мм.

Отверстие в блоке цилиндров под запрессовку втулки должно быть раззенковано, а затем развернуто до диаметра 30,00...30,03 мм. Перед запрессовкой втулок рекомендуется нагреть блок цилиндров до температуры 90...100 °С. После запрессовки отверстие втулки развернуть до размера диаметра 25,000...25,023 мм.

**Втулки распределительного вала.** Втулки распределительного вала поступают в запасные части полуобработанными. Кроме растачивания или развертывания внутреннего диаметра, они не требуют никакой обработки. Размеры наружного диаметра полуобработанных втулок такие же, как и у втулок стандартного размера, поэтому полуобработанные втулки должны запрессовываться в отверстия блока цилиндров без какой-либо механической обработки.

При запрессовке втулок надо строго следить за совпадением отверстий в них с соответствующими масляными каналами в блоке цилиндров.

Окончательное растачивание или развертывание внутреннего диаметра втулок должно производиться после запрессовки их в блок цилиндров. Чтобы обеспечить соосность втулок, их следует обрабатывать одновременно при помощи длинной и жёсткой борштанги с насаженными на нее по числу опор резцами или развертками. Чтобы обеспечить надлежащие зазоры в подшипниках, все отверстия должны быть обработаны с допуском +0,025...+0,050 мм от номинального диаметра. Поверхность обработанных втулок должна быть чистой и гладкой. Расстояние между осями коленчатого и распределительных валов должно быть  $(125,5 \pm 0,025)$  мм.

Таблица 9

Контролируемые параметры блока цилиндров и гильз

Наименование параметра	Номинальная величина параметра, мм
Внутренний диаметр гильз цилиндров	$92^{+0,084*}_{-0,024}$
Диаметр постелей коренных подшипников блока цилиндров	$74,5^{+0,018}$
Несоосность постелей коренных подшипников блока цилиндров	не более 0,017
Диаметр отверстий втулок распределительного вала	$50^{+0,050}_{-0,025}$
Несоосность отверстий во втулках распределительного вала блока цилиндров	не более 0,025
Диаметр отверстий блока цилиндров под передние втулки распределительного вала	$56^{+0,018}$
Диаметр отверстия блока цилиндров под заднюю втулку распределительного вала	$53,5^{+0,08}$
Диаметр направляющих толкателей клапанов блока цилиндров	$25^{+0,023}$

#### Детали кривошипно-шатунного механизма

**Поршни.** Необходимость замены поршней вызывается: увеличением зазора между поршнем и цилиндром, что приводит к стукам поршней; износом отверстия под поршневой палец, что приводит к стукам поршневых пальцев; износом канавок под поршневые кольца, что приводит к потере компрессии и повышенному расходу масла.

При больших износах поршневых канавок замена одних только колец не дает положительных результатов, поэтому, если зазор между торцом кольца и канавкой в поршне больше 0,15 мм, необходимо производить замену поршней и колец новыми.

Замену поршней необходимо производить с подбором их по гильзам, в которых они могут работать.

#### *Подбор поршней к гильзам цилиндров*

При расточке гильзы до ремонтного размера для подбора использовать поршень того же ремонтного размера, той же или соседней размерной группы как и размерная группа диаметра гильзы цилиндра.

Провести проверку пригодности поршня для работы в гильзе цилиндра, как указано далее.

\* Допуск 0,060 мм разбит на 5 размерных групп по 0,012 мм

1. Поршень в перевернутом положении должен под действием собственной массы или под действием лёгких толчков пальцев руки должен медленно опускаться по гильзе цилиндра, установленной нижним торцом на ровной поверхности.

2. Замерить усилие протягивания ленты-щупа толщиной 0,05 мм и шириной 10 мм между поршнем и гильзой, опущенного на глубину 65 мм между гильзой цилиндров и вставленным в неё в перевернутом положении поршнем (рис.58). Нижний край юбки поршня должен совпадать с верхним торцом гильзы цилиндров. Ленту – щуп размещать в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца, т.е. по наибольшему диаметру поршня (для поршней с разрезной юбкой со стороны, противоположной разрезу). Величину усилия определять по динамометру, соединенному со щупом. Усилие при протягивании ленты-щупа должно быть 30...40 Н (3...4 кгс) для новых гильз и поршней. Для гильз и поршней бывших в употреблении усилие должно быть не менее 20 Н (2 кгс).

Поршень в гильзу цилиндров при подборе вставлять так, чтобы плоскость наибольшего диаметра юбки поршня (у нового поршня - перпендикулярно оси поршневого пальца) была расположена в плоскости наименьшего диаметра гильзы цилиндров (т.е. в плоскости, где находится маркировка обозначения группы гильзы цилиндров). Подбор и замеры поршней производить без поршневых пальцев при температуре деталей  $20 \pm 3$  °C.

После подбора поршни необходимо промаркировать в соответствии с номе-рами цилиндров, к которым они подобраны.

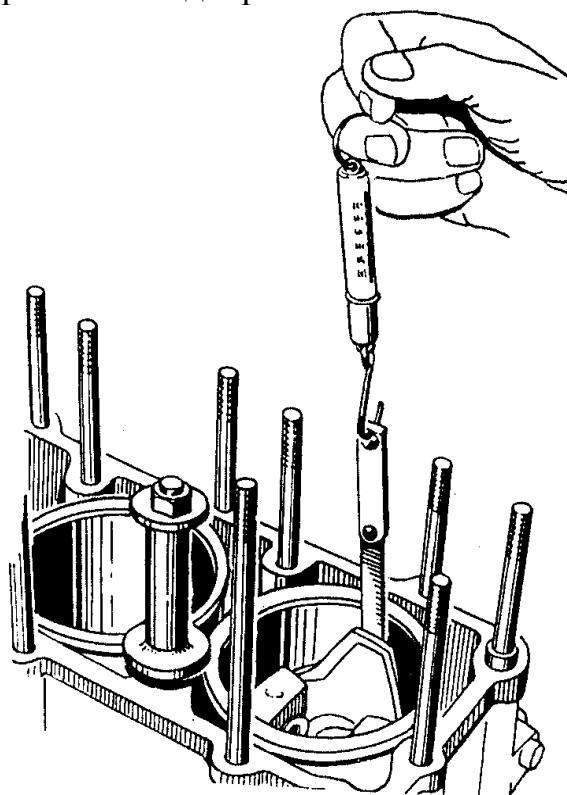


Рис.58. Подбор поршней к цилиндрам

**Поршневые кольца.** Упругость компрессионных колец, при сжатии стальной лентой до указанного зазора в стыке должна быть:

- у верхнего компрессионного кольца (высотой 2 мм): 13,2...18,9 Н (1,32...1,89 кгс) до зазора 0,3 мм;

- у верхнего компрессионного кольца (высотой 1,5 мм): 9,0...12,9 Н (0,9...1,29 кгс) до зазора 0,2 мм;
- у нижнего компрессионного кольца (высотой 2 мм): 13,1...19,7 Н (1,31...1,97 кгс) до зазора 0,3 мм;
- у нижнего компрессионного кольца (высотой 1,75 мм): 9,0...13,5 Н (0,9...1,35 кгс) до зазора 0,3 мм.

Износ компрессионных колец можно замерить щупом по величине теплового зазора в стыке колец, помещенных в верхнюю неизношенную часть гильзы цилиндра (от верхней кромки гильзы цилиндра до места расположения первого компрессионного кольца при нахождении поршня в ВМТ), предварительно очищенную от нагара. Зазор должен быть не более 1,5 мм. При большем зазоре кольцо подлежит замене.

С увеличением износов нарушается правильная геометрическая форма гильз цилиндров, увеличиваются зазоры в стыках колец, а также зазоры между кольцами и кольцевыми канавками в поршне; упругость колец сильно падает. Все это приводит к нарушению их герметизирующей способности. С увеличением износа возрастает и количество газов, проникающих в картер двигателя.

Изношенные поршневые кольца заменяются новыми. Выпускаемые для этой цели поршневые кольца имеют стандартный и ремонтные размеры.

Проверить щупом зазор между кольцом и канавкой поршня по высоте в нескольких местах по окружности кольца и поршня при вставленном в канавку поршня кольце (рис.59). Если зазор между кольцом и стенкой канавки будет больше 0,15 мм, то необходимо заменить поршень новым.

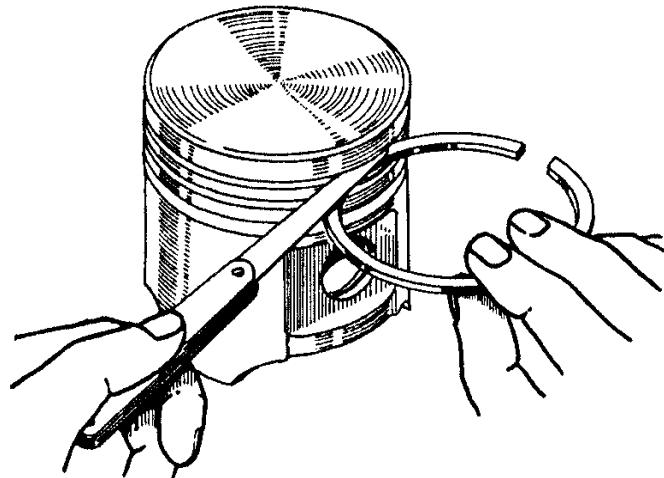


Рис.59. Проверка бокового зазора между поршневым кольцом и канавкой в поршне

**Коленчатый вал.** В процессе работы коренные и шатунные шейки коленчатого вала в результате износа теряют свою правильную геометрическую форму. Это снижает работоспособность как подшипников коленчатого вала, так и всего кривошипно-шатунного механизма. Перекосы, которые возникают в этом случае в кривошипно-шатунном механизме, вызывают повышенный износ гильз цилиндров и поршневых колец, они могут служить также причиной выталкивания поршневым пальцем стопорных колец из своих канавок в поршне и выхода поршневого пальца из поршня, что приводит к глубоким задирам зеркала цилиндра.

Коренные и шатунные шейки коленчатого вала в результате износа принимают форму неправильного конуса и овала.

Если в результате замеров установлено, что конусообразность, седлообразность, бочкообразность, овальность и огранка шеек более 0,005 мм, то вал необходимо перешлифовать до ближайшего ремонтного размера. Операцию перешлифовки вала необходимо производить на специальном оборудовании.

Выпускаются ремонтные вкладыши коренного подшипника и ремонтные шатунные вкладыши увеличенной толщины семи ремонтных размеров, для коренных и шатунных шеек коленчатого вала с уменьшением стандартного диаметра шеек: -0,05 мм, -0,25 мм, -0,50 мм, -0,75 мм, -1,00 мм, -1,25 мм, -1,50 мм.

Перешлифовываться должны, как правило, все шатунные или все коренные шейки на один и тот же размер с допуском 0...-0,019 мм для коренных и шатунных шеек, при этом ремонтный размер шатунных шеек может быть отличным от ремонтного размера коренных шеек.

После шлифования шейки коленчатого вала необходимо полировать.

После ремонта все масляные каналы в коленчатом валу и полости в шатунных шейках должны быть тщательно промыты и продуты сжатым воздухом.

**Шатуны.** В шатунах износу подвергаются, в основном, втулки верхней головки. Ремонт сводится к замене втулки и обработке её отверстия.

В запасные части втулки верхней головки шатуна поставляются со стандартным наружным диаметром и для запрессовки их в шатун никакой предварительной обработки не требуется.

При запрессовке необходимо обеспечить совпадение отверстия во втулке с отверстием в головке шатуна. После запрессовки в шатун втулку для увеличения надежности её посадки прогладить прошивкой до размера диаметра отверстия под палец 24,3...24,345 мм. Далее отверстие втулки под палец следует раззенкеровать и развернуть до размера диаметра  $25^{+0,007}_{-0,003}$  мм.

Для обеспечения правильной посадки пальца в шатуне отверстие под палец должно быть обработано до диаметра  $25^{+0,007}_{-0,003}$  мм.

Окончательную обработку отверстия необходимо производить очень тщательно: конусообразность, бочкообразность, седлообразность и овальность должны быть не более 0,0025 мм. Обработку шатуна следует производить в кондукторе соответствующей конструкции. Расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок шатуна должно быть (156±0,05) мм. Непараллельность осей отверстий должна быть в пределах 0,04 мм на длине 100 мм, перекос осей – в пределах 0,1 мм на длине 100 мм.

Таблица 10

Контролируемые параметры деталей кривошипно-шатунного механизма

Параметр	Номинальная величина параметра, мм
Коленчатый вал	
Диаметр коренных шеек коленчатого вала	70 <sub>-0,019</sub>
Диаметр шатунных шеек коленчатого вала	60 <sub>-0,019</sub>
Осевой зазор коленчатого вала	0,075...0,275
Биение средних коренных шеек коленчатого вала относительно крайних	не более 0,02
Биение шейки под ступицу шкива коленчатого вала относительно крайних коренных шеек	не более 0,04
Биение шейки под шестерню коленчатого вала относительно крайних коренных шеек	не более 0,03
Биение торца фланца коленчатого вала крепления маховика	не более 0,04
Шатун	
Диаметр отверстия втулки шатуна под поршневой палец	25 <sub>-0,003</sub> <sup>+0,007 1)</sup>
Диаметр отверстия верхней головки шатуна под втулку	26,25 <sup>+0,045</sup>
Диаметр отверстия кривошипной головки шатуна	63,5 <sup>+0,018</sup>
Перекос осей головок шатуна на длине 100 мм	не более 0,1
Непаралельность осей головок шатуна на длине 100 мм	не более 0,04
Поршень	
Диаметр юбки	92 <sub>-0,012</sub> <sup>+0,048 2)</sup>
Высота канавки под верхнее и нижнее компрессионное кольцо (поршни 523.1004015,-АР,-БР,-ВР)	2 <sub>+0,050</sub> <sup>+0,075</sup>
Высота канавки под верхнее компрессионное кольцо (поршни 523.1004015-10,-10-АР,-10-БР,-11,-11-АР)	1,5 <sub>+0,040</sub> <sup>+0,060</sup>
Высота канавки под нижнее компрессионное кольцо (поршни 523.1004015-10,-10-АР,-10-БР,-11,-11-АР)	1,75 <sub>+0,030</sub> <sup>+0,050</sup>
Диаметр отверстия под палец	25 <sub>-0,01</sub> <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Допуск 0,010 мм разбит на 4 размерные группы по 0,0025 мм<sup>2)</sup> Допуск 0,060 мм разбит на 5 размерных групп по 0,012 мм

## Головки цилиндров и детали газораспределительного механизма

**Головки цилиндров.** Проверять и ремонтировать в головках цилиндров нужно вставные сёдла клапанов и направляющие втулки.

Необходимо проверить, нет ли трещин и следов начала прогорания вставных сёдел клапанов, а также проверить сохранность направляющих втулок.

От концентричности седла отверстию в направляющей втулке зависит герметичность посадки клапана, что влияет на мощность и экономичность двигателя и долговечность клапана. Концентричность седла измеряется индикаторным приспособлением (рис.60). Измерение производят, базируясь по отверстию в направляющей втулке клапана. Допустимое биение - не более 0,05 мм.

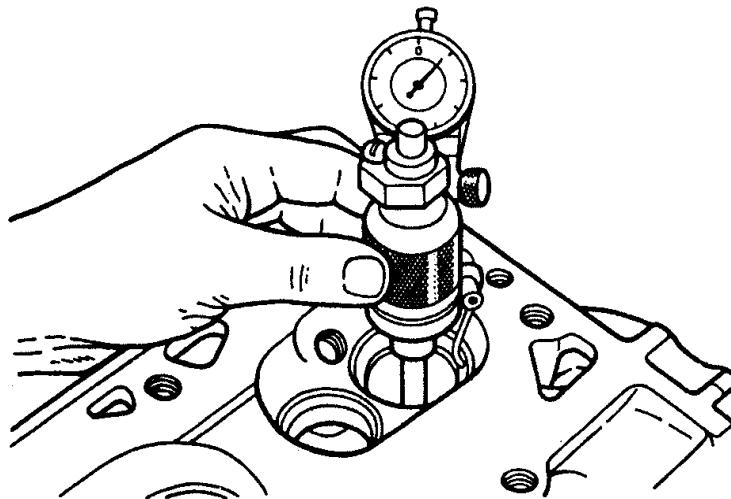


Рис.60. Измерение концентричности седла клапана относительно оси направляющей втулки

Если зазор между стержнем клапана и его направляющей втулкой более 0,25 мм, то направляющую втулку клапана необходимо заменить новой.

В запасные части выпускаются клапаны и направляющие втулки впускных клапанов только стандартных размеров. Направляющие втулки имеют внутренний диаметр, уменьшенный на 0,5...0,6 мм. Припуск даётся для развёртывания под окончательный размер после запрессовки в головку цилиндров.

Изношенную направляющую втулку выпрессовывают с помощью специальной оправки, как показано на рис.61. Втулка запрессовывается со стороны коромысел с помощью специальной упорной оправки.

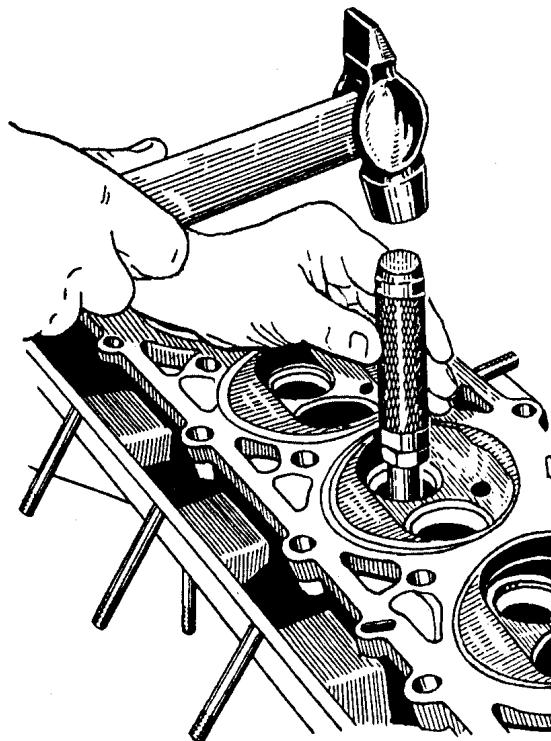


Рис.61. Выпрессовка направляющих втулок клапанов

Направляющие втулки клапанов перед установкой необходимо охладить в твёрдой двуокиси углерода (сухом льду) до температуры минус 40...45 °C, а головку цилиндров нагреть до температуры плюс 160...170 °C.

Втулки при сборке должны вставляться в гнезда головки цилиндров свободно или с небольшим усилием (под лёгкими ударами молотка по оправке втулка должна сесть на место). Ни в коем случае не следует запрессовывать втулку с большим усилием, так как при этом нарушится посадка, и в дальнейшем, при работе двигателя, втулка может выпасть из своего гнезда. Установку втулок в головку цилиндров необходимо проводить очень быстро, так как головка цилиндров горячая, а втулка холодная. При выравнивании температур в этом соединении появляются большие натяги, при которых дальнейшая запрессовка невозможна без приложения больших усилий.

Выступание направляющих втулок клапанов над поверхностью головки цилиндров, сопрягаемой с опорной шайбой пружины клапана, после запрессовки должно составлять  $(20,7 \pm 0,26)$  мм. После запрессовки втулки её отверстие необходимо развернуть до размера диаметра  $9^{+0,022}$  мм.

После обработки отверстия втулки необходимо обработать рабочую фаску седла под углом 45° (рис.62), центрируя инструмент по отверстию втулки. При обработке должна быть обеспечена концентричность рабочей фаски седла клапана с отверстием во втулке в пределах 0,05 мм общих показаний индикатора. После обработки рабочей фаски седла притереть клапан к седлу.

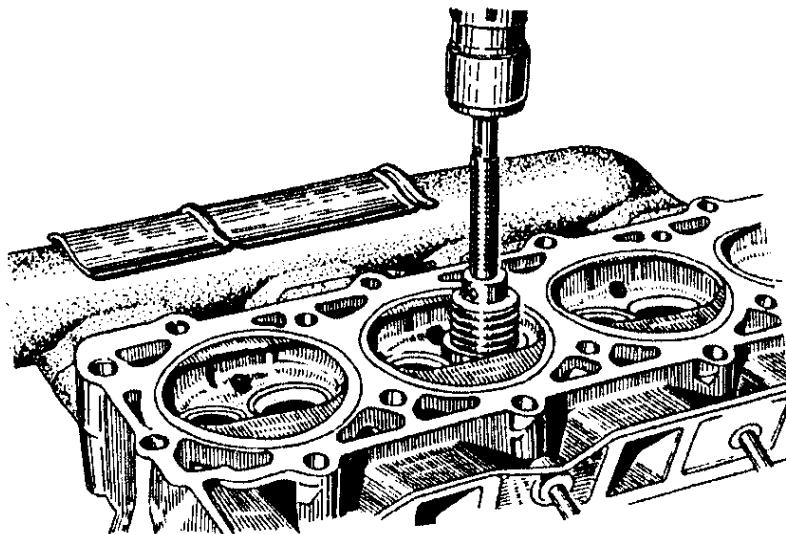


Рис.62. Обработка седел клапанов

**Притирка клапанов.** При небольших повреждениях рабочей фаски клапана и седла для восстановления герметичности посадки клапана в седло достаточно притереть клапан к седлу.

Перед притиркой клапана необходимо убедиться в отсутствии коробления его тарелки, прогорания фаски и т.д. При наличии этих дефектов одной притиркой восстановить рабочие поверхности невозможно, поэтому такой клапан необходимо заменить новым или отремонтировать.

Притереть клапаны, используя притирочную пасту, составленную из одной части микропорошка М20 и двух частей масла И-20А.

После притирки клапанов и обработки седел все газовые каналы, а также места, куда могла попасть стружка или абразивный материал, должны быть тщательно промыты и продуты сжатым воздухом.

**Клапаны.** Снятые с двигателя клапаны могут иметь следующие дефекты: погнутость стержня, выработку, риски и раковины на рабочей фаске тарелки и износ стержня.

Клапаны с износом стержня, трещинами на тарелке, глубокими рисками и раковинами на поверхности рабочей фаски подлежат замене.

Погнутость стержня клапана (биение рабочей фаски тарелки клапана относительно стержня клапана) проверяется на призмах при помощи индикатора. Если биение стержня превышает 0,03 мм, то клапан также подлежит замене.

При наличии мелких дефектов на поверхности рабочей фаски клапана, фаску можно прошлифовать. При шлифовке выдерживать угол фаски  $45^{\circ}30'...46^{\circ}$  и обеспечить биение рабочей фаски относительно стержня не более 0,03 мм. После шлифовки расстояние от нижней плоскости тарелки клапана до плоскости контрольного диаметра (диаметр 46 мм у впускного клапана, диаметр 35 мм у выпускного клапана) должно быть не менее 1,4 мм для впускного клапана и 1,55 мм для выпускного клапана.

**Клапанные пружины.** При разборке клапанного механизма необходимо проверять упругость клапанных пружин, так как при длительной работе упругость их падает и может достичь такой величины, при которой нарушается кинематическая связь отдельных звеньев газораспределительного механизма. Это приводит к падению мощности двигателя, перерасходу топлива, перебоям в работе двигателя и стукам клапана.

Уменьшение контрольных нагрузок клапанных пружин не должно превышать 10 % от номинальных величин. Усилие новой клапанной пружины при сжатии её длины до 46 мм составляет 276,6...321,4 Н (28,2...32,8 кгс), а при сжатии до 37 мм – 580...674 Н (59,2...68,8 кгс).

Неперпендикулярность наружной поверхности пружины к её торцам в ненагруженном состоянии не должна превышать 2,83 мм. Проверка эта производится на плите при помощи уголка.

**Коромысла клапанов.** В коромыслах клапанов изнашиваются втулки и цилиндрический носок.

Изношенные втулки коромысел заменяются новыми с последующим их проглаживанием прошивкой до диаметра  $21,3^{+0,045}$  мм, что увеличивает надёжность посадки втулки. При запрессовке втулки необходимо строго следить за совпадением отверстия в ней с каналом подачи масла в коромысле. Механическая обработка втулок коромысел производится так же, как и втулок верхней головки шатуна. Диаметр отверстия втулки после окончательной механической обработки должен быть  $22^{+0,028}_{-0,007}$  мм.

**Распределительный вал.** Все опорные шейки распределительного вала изнашиваются довольно равномерно. Увеличение зазоров в подшипниках распределительного вала более 0,15 мм повышает уровень шума газораспределительного механизма.

Ремонт подшипников распределительного вала заключается в замене втулок распределительного вала и их последующей, после запрессовки в гнезда блока цилиндров, обработке до номинального размера. Распределительный вал при значительном износе опорных шеек подлежит замене.

Кулачки на распределительном валу изнашиваются довольно равномерно.

При износах, уменьшающих подъём толкателя более чем на 0,5 мм, следует произвести восстановление профиля кулачков, так как при нарушении правильности профиля кулачка снижается наполнение цилиндров, а, следовательно, и эффективность работы двигателя. Кроме того, работа газораспределительного механизма с кулачками неправильного профиля приводит к поломкам клапанных пружин, разбиванию седел клапанов, шумной работе и т.д.

Для восстановления профиля кулачка вал необходимо шлифовать на специальном копировальном станке, снабжённым копиром соответствующего профиля. При шлифовании уменьшается как высота кулачка, так и его цилиндрическая часть. При размере диаметра цилиндрической части кулачка меньше 28,2 мм распределительный вал подлежит выбраковке. Выбраковке подлежит вал с выработкой на поверхности зубьев шестерен привода масляного насоса.

Таблица 11

Контролируемые параметры головки цилиндров и деталей газораспределительного механизма

Параметр	Номинальная величина параметра, мм
Неплоскость поверхности прилегания головки цилиндров к блоку цилиндров	не более 0,15
Биение средних опорных шеек распределительного вала относительно крайних	не более 0,05
Диаметр опорных шеек распределительного вала	50 <sub>-0,02</sub>
Диаметр цилиндрической части кулачков распределительного вала	30 ± 0,2
Высота кулачков распределительного вала	36,7 ± 0,3
Осьевой зазор распределительного вала	0,08...0,26
Отклонение от прямолинейности клапанов	не более 0,015
Диаметр стержня впускного клапана	9 <sub>-0,075</sub> <sup>-0,050</sup>
Диаметр стержня выпускного клапана	9 <sub>-0,095</sub> <sup>-0,075</sup>
Биение рабочих фасок сёдел клапанов относительно отверстий в направляющих втулках клапанов	не более 0,05
Диаметр отверстий направляющих втулок клапанов	9 <sup>+0,022</sup>
Диаметр отверстий головки цилиндров под направляющие втулки клапанов	17 <sub>-0,010</sub> <sup>+0,025</sup>
Наружный диаметр оси коромысел	22 <sub>-0,021</sub> <sup>-0,007</sup>
Диаметр отверстия втулки коромысел	22 <sub>+0,007</sub> <sup>+0,028</sup>
Отклонение от прямолинейности оси коромысел клапанов на длине 200 мм	не более 0,05

### Гидрокомпенсаторы

После запуска холодного двигателя возможно появление стука гидрокомпенсаторов клапанов, который должен исчезнуть по мере прогрева двигателя до температуры охлаждающей жидкости 80...90 °С. Если стук не исчезает более чем через 30 минут после достижения указанной температуры, необходимо проверить исправность гидрокомпенсаторов, как указано далее.

Стуки гидрокомпенсатора, появляющийся при пуске холодного двигателя, многократном пуске двигателя (при нескольких неудачных пусках), пуске двигателя после длительной стоянки и исчезающий впоследствии с прогревом двигателя, не является неисправностью гидрокомпенсатора. Данный стук гидрокомпенсатора возникает в результате попадания (всасывания) воздуха в камеру гидрокомпенсатора, что приводит к потере его жёсткости и работе привода клапана с ударами.

Для удаления воздуха рекомендуется выполнить следующие действия:

– запустить и прогреть двигатель до рабочей температуры (80...90 °C). На 3...4 минуты установить режим работы двигателя на постоянной частоте вращения 2000 об/мин или на изменяющемся интервале частот вращения 2000...2500 об/мин, затем в течение 15...30 секунд прослушать работу двигателя на минимальных оборотах холостого хода. В 90 % случаев стук должен прекратиться;

– если стук не прекратился, повторить цикл до 5 раз;

– в том случае, если стук не прекратился после вышеуказанных работ, дать двигателю поработать ещё 15 минут на режиме 2000...2500 об/мин, затем в течение 15...30 секунд прослушать работу двигателя на минимальных оборотах холостого хода.

В том случае, если стук не устранился после 5 циклов плюс 15 минут работы двигателя, необходимо выполнить следующие работы:

- при помощи стетоскопа (или другого прибора, усиливающего звук) локализовать источник стука;

- снять крышку коромысел;

- проверить визуально подачу масла к гидрокомпенсаторам по выходу масла из отверстий на концах коромысел;

- медленно поворачивая коленчатый вал, установить поочерёдно все гидрокомпенсаторы в положение, когда клапан полностью закрыт, и в этом положении проверить их посредством приложения усилия на короткое плечо коромысла с гидрокомпенсатором для сжатия гидрокомпенсатора:

а) упругая эластичность гидрокомпенсатора при кратковременном приложении усилия около 10 Н (1 кгс) свидетельствует о наличии воздуха в камере гидрокомпенсатора;

б) появление зазора между носком коромысла и верхним торцом клапана при приложении нагрузки около 20...30 Н (2...3 кгс) на время 10...15 сек и последующее исчезновение зазора после снятия нагрузки, свидетельствует о негерметичности обратного шарикового клапана гидрокомпенсатора или износе плунжерной пары гидрокомпенсатора;

в) наличие зазора между головкой гидрокомпенсатора и верхним наконечником штанги или между коромыслом и торцом клапана свидетельствует о заклинивании гидрокомпенсатора.

Заменить гидрокомпенсаторы, имеющие вышеуказанные признаки.

При отсутствии вышеперечисленных замечаний извлечь все гидрокомпенсаторы из гнезд коромысел. Вынимать гидрокомпенсаторы можно пассатижами за головку гидрокомпенсатора. При снятии проверить правильность установки опорной шайбы гидрокомпенсатора - она должна быть установлена поверхностью с тремя радиальными канавками в сторону гидрокомпенсатора.

После снятия проверить чистоту отверстия канала подачи масла к гидрокомпенсаторам в коромысле. Проверить осадку под нагрузкой клапанных пружин (см. выше), что также может привести к стукам при работе привода клапанов.

Проверить износ носка коромысла, торца стержня клапана (возникновение канавки на торце), уменьшение длины штанги толкателя (может произойти вследствие ослабления посадки наконечников и смятия алюминиевого стержня штанги на концах). В результате этого зазор в приводе клапана может увеличиться

настолько, что удлинение гидрокомпенсатора достигнет максимально возможной величины и увеличенный зазор в приводе клапана будет невозможno компенсировать гидрокомпенсатором. Заменить изношенные детали.

Гидрокомпенсаторы, расположенные в местах, локализованных стетоскопом, заменить на новые.

Установить гидрокомпенсаторы с опорными шайбами в гнезда коромысел. Опорные шайбы должны быть установлены стороной с тремя радиальными канавками в сторону гидрокомпенсатора. Гидрокомпенсаторы вставлять до фиксации их находящимся в канавке на наружной поверхности гидрокомпенсатора пружинным кольцом.

### Масляный насос и привод масляного насоса

#### **Масляный насос**

Падение давления в системе смазки может быть вызвано износом деталей масляного насоса или подшипников коленчатого и распределительного валов. При значительных износах деталей насоса он начинает работать шумно. Чтобы выявить неисправности насоса, его необходимо снять с двигателя и разобрать.

Внезапное падение или увеличение давления масла в системе может произойти вследствие заклинивания плунжера редукционного клапана вследствие наличия загрязнений. Устранить неисправность можно без снятия насоса с блока цилиндров.

#### *Разборка насоса*

1. Отвернуть две гайки крепления и снять насос. Вылить масло из насоса, перевернув его крышкой вверх.

2. Закрепить корпус насоса и отвернуть пробку перепускного клапана, вынуть пружину и плунжер.

3. Отвернуть четыре болта крепления крышки масляного насоса, снять крышку и перегородку с прокладками.

4. Вынуть валик насоса с ведущей шестерней в сборе из корпуса.

5. Вынуть ведомую шестерню насоса из корпуса.

После разборки насоса все его детали должны быть тщательно промыты, просушены и подвергнуты осмотру.

Убедиться, что плунжер редукционного клапана перемещается в отверстии крышки свободно, без заеданий, а пружина находится в исправном состоянии.

Проверить наличие дефектов на рабочей поверхности плунжера и отверстия крышки масляного насоса, которые могут привести к заеданию плунжера. При необходимости, мелкие дефекты поверхности отверстия крышки устраниТЬ шлифованием мелкозернистой наждачной бумагой, не допуская увеличения диаметра. При значительном износе отверстия крышки и плунжера заменить масляный насос в сборе.

Усилие пружины редукционного клапана при сжатии её до длины 40 мм должно быть  $(45 \pm 2,94)$  Н ( $4,6 \pm 0,3$ ) кгс). Подкладывание шайб под пружину для увеличения её усилия категорически запрещается. Дефектную пружину необходимо заменить новой.

Если на плоскости перегородки масляного насоса обнаружена выработка от шестерен, то необходимо шлифовать перегородку до уничтожения следов выработки.

Проверить износ шестерен, замерив их высоту. Новые шестерни имеют размер высоты 40,075...40,100 мм. При значительном износе заменить дефектную шестерню.

При замене деталей новыми должны обеспечиваться необходимые зазоры и натяги в сопрягаемых деталях.

### *Сборка насоса*

1. Закрепить корпус масляного насоса.
2. Установить ведомую шестерню на ось в корпусе насоса и проверить лёгкость её вращения.
3. Установить валик в сборе с ведущей шестерней в корпус масляного насоса.
4. На корпус уложить прокладку перегородки, перегородку и прокладку крышки.
5. Установить крышку насоса на корпус и привернуть четырьмя болтами с пружинными шайбами.
6. Проверить легкость вращения валика масляного насоса, вставив в отверстие валика шестиугольный валик и вращая его рукой.
7. Вставить в отверстие крышки плунжер с пружиной и завернуть пробку с уплотнительной прокладкой.

При сборке насоса рекомендуется устанавливать новые прокладки. Применять герметики недопустимо, так как это снизит производительность масляного насоса.

### **Привод масляного насоса**

#### *Разборка привода*

1. Снять пружинное кольцо 9 (рис.21) и вынуть предохранительный штифт
10. Вынуть шестиугольный валик 12 привода масляного насоса.
2. Снять стопорное кольцо 11 и шестерню 8 с валика 4.
3. Снять упорные шайбы 7 и 6 и вынуть валик из корпуса привода масляного насоса.

После разборки промыть все детали привода и тщательно осмотреть их.

#### *Сборка привода*

Перед сборкой все детали привода должны быть продуты сжатым воздухом и протерты чистыми салфетками.

1. Валик в сборе смазать чистым моторным маслом, вставить в корпус привода масляного насоса и опробовать легкость вращения от руки.
2. На валик установить упорные шайбы: сначала стальную, потом из алюминиевого сплава.
3. Установить шестернию на валик привода, в шестиугольное отверстие в торце валика привода масляного насоса вставить шестиугольный валик, установить штифт диаметром 3,5 мм в отверстие, установить в канавку на ступице шестерни пружинное кольцо, в канавку валика привода установить стопорное кольцо.

4. Проверить лёгкость вращения валика от руки. Проверить щупом зазор между упорной шайбой и торцом шестерни привода (рис.63), который должен быть 0,15...0,40 мм.

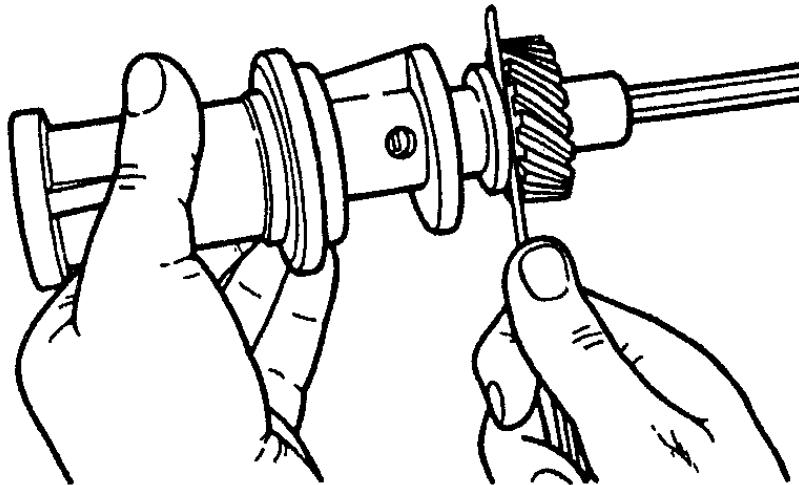


Рис.63. Проверка осевого зазора в приводе масляного насоса

#### Водяной насос с уплотнением старого образца (рис.26)

Наиболее характерной неисправностью водяного насоса является потеря герметичности сальника крыльчатки в результате износа уплотняющей шайбы или манжеты сальника, что обнаруживается по течи охлаждающей жидкости через контрольное отверстие, расположенное в средней части корпуса водяного насоса внизу.

Другой неисправностью является износ подшипников валика водяного насоса. Это вызывает шумную работу водяного насоса.

Устранение обеих неисправностей достигается заменой изношенных деталей новыми.

Запрещается производить разборку и сборку насосаударами молотка. Необходимо использовать специальные съёмники.

#### Замена сальника водяного насоса

1. Снять водяной насос с крышки распределительных шестерён.
2. Зажав ступицу шкива в тисках, отвернуть болт крепления крыльчатки водяного насоса и снять шайбы.
3. Съёмником спрессовать крыльчатку с вала водяного насоса (рис.64). Перед снятием крыльчатки, чтобы не повредить резьбу на валике водяного насоса, между торцом валика и болтом съемника необходимо поставить шайбу.

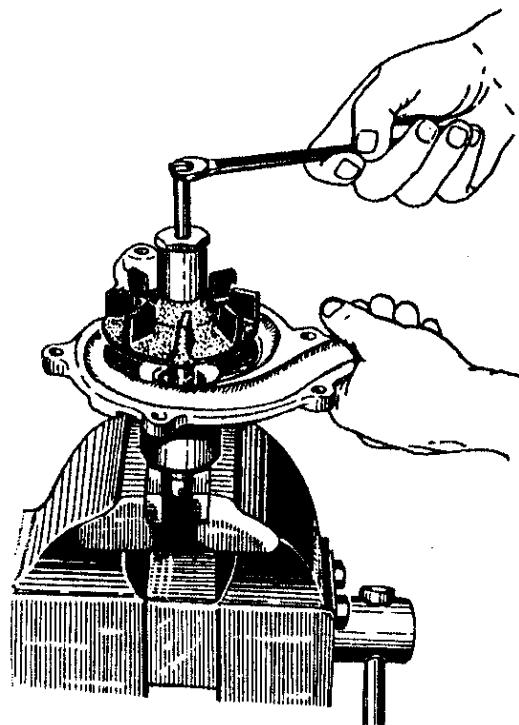


Рис.64. Снятие крыльчатки водяного насоса

4. Снять детали сальника.

5. Промыть и очистить детали водяного насоса. Сборка сальника крыльчатки водяного насоса производится в следующем порядке:

- торец корпуса водяного насоса, по которому работает уплотняющая шайба, смазать тонким слоем графитовой смазки. Это улучшает качество приработки рабочих поверхностей уплотняющей шайбы и торца корпуса насоса;

- установить на валик и корпус насоса уплотняющую шайбу сальника. Если абсолютная величина износа графито-свинцовой уплотняющей шайбы невелика, то её можно установить повторно, повернув неизношенной стороной к корпусу водяного насоса;

- установить последовательно на уплотняющую шайбу сальника и валик манжету, обойму сальника, кольцо манжеты и пружину сальника;

- установить крыльчатку на валик до упора, обеспечив при запрессовке, чтобы выступы уплотняющей шайбы и обоймы сальника были расположены в пазах крыльчатки;

- на болт крепления крыльчатки установить стопорную зубчатую шайбу, плоскую шайбу и завернуть болт в задний торец валика;

- привернуть водяной насос к крышке распределительных шестерен, заменив его прокладку новой.

#### *Замена подшипников водяного насоса*

При возможности вместе с подшипниками замените валик и ступицу.

1. Снять водяной насос с крышки распределительных шестерен.

2. Спрессовать крыльчатку насоса, как указано выше.

3. Снять ступицу шкива съемником (приспособление 6999-7697), как показано рис.65.

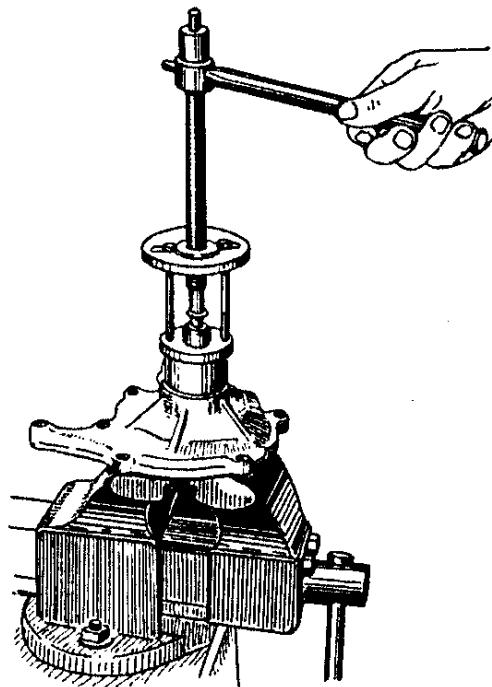


Рис.65. Снятие ступицы шкива водяного насоса

4. Снять стопорное кольцо наружных колец подшипников.

5. Выпрессовать валик насоса вместе с подшипниками и распорной втулкой из корпуса. Для выпрессовки установить корпус передним торцом на подставку с отверстием, обеспечивающим свободный проход через него подшипников. Нагрузку прикладывать к заднему торцу валика.

6. Спрессовать подшипники с валика.

После разборки все детали тщательно промыть в керосине и продуть сжатым воздухом.

7. Определить детали годные для дальнейшего использования. Номинальные и предельно-допустимые размеры приведены в прил.5.

---

**Внимание! Ослабление посадки ступицы на валик после перепрессовки ниже минимального натяга недопустимо! Ступица шкива не должна проворачиваться при приложении к ней крутящего момента 24,4 Н·м (2,5 кгс·м).**

---

Установку подшипников в корпус водяного насоса производить в следующем порядке:

- на валик водяного насоса напрессовать подшипник до упора в стопорное кольцо валика. Уплотнение подшипника должно находиться со стороны стопорного кольца;

- установить распорную втулку;

- напрессовать на валик до упора второй подшипник, уплотнение которого должно находиться со стороны ступицы шкива;

- запрессовать валик с подшипниками и распорной втулкой в сборе в корпус водяного насоса до упора в бурт корпуса;

- установить стопорное кольцо в канавку корпуса водяного насоса;

- напрессовать ступицу шкива водяного насоса на валик до упора во внутреннее кольцо наружного подшипника. При запрессовке ступицы упор должен быть на противоположный торец валика водяного насоса. После напрессовки сту-

пицы лёгкость вращения подшипников должна быть сохранена. В противном случае, подшипники ускоренно выйдут из строя;

- установить сальник и крыльчатку водяного насоса на валик, как указано выше;

- установить водяной насос в сборе на крышку распределительных шестерен, заменив его прокладку новой;

- заполнить полость подшипников масленкой смазкой «Литол-24». Смазку подавать до тех пор, пока она не покажется из контрольного отверстия, расположенного сверху на корпусе насоса. Удалить излишки смазки, вышедшие из отверстия.

## **Сборка двигателя**

Для сборки двигателя, так же, как и для его разборки, блок цилиндров с картером сцепления в сборе необходимо закрепить на сборочном стенде, который обеспечивает свободный доступ ко всем деталям и узлам двигателя.

Все детали перед сборкой двигателя должны быть тщательно промыты, продуты сжатым воздухом и протерты чистыми салфетками. Для надежной герметизации на резьбовые части деталей, выходящих в полость масляной магистрали, нанести анаэробный герметик «Фиксатор-6» или аналогичный («Техногерм-5», «Гермикон-2К», «Стопор-6»), предварительно обезжирив поверхность нанесения герметика. Неразъемные соединения (заглушки), а также резьбовые пробки и штуцера для лучшей герметизации рекомендуется устанавливать на анаэробном герметике «Фиксатор-9» или аналогичном («Стопор-9», «Гермикон-9», «Техногерм-7»), предварительно обезжирив поверхность нанесения герметика.

На двигатель не допускается устанавливать:

- шплинты и стопорные пластины, бывшие в употреблении;
- хомуты крепления шлангов подачи газа;
- пружинные шайбы, потерявшие упругость;
- гайки и болты с изношенными гранями;
- детали, имеющие на резьбе более двух забоин или сорванных ниток;
- поврежденные прокладки.

Болты, шпильки и гайки должны полностью соответствовать данным спецификации. В местах, где это предусмотрено конструкцией, гайки и болты должны быть застопорены соответствующим способом (шплинты, стопорные пластины, пружинные шайбы, специальные шайбы и контргайки).

При сборке двигателя необходимо соблюдать следующий порядок операций:

1. Установить блок цилиндров на стенде плоскостью крепления масляного картера вверх.

2. Установка заднего сальника коленчатого вала:

В качестве заднего сальника на двигателе применяется асbestosовый шнур длиной 120 мм, пропитанный маслографитовой смесью. Уложить в гнезда блока цилиндров и держателя сальника задний сальник коленчатого вала. При помощи специального приспособления запрессовать шнур в свои гнезда легкими постукиваниями молотка (рис.66).

Произвести подрезку концов шнура заподлицо с плоскостью. Срез должен быть ровным, разлохмачивание концов и неровный срез не допускаются.

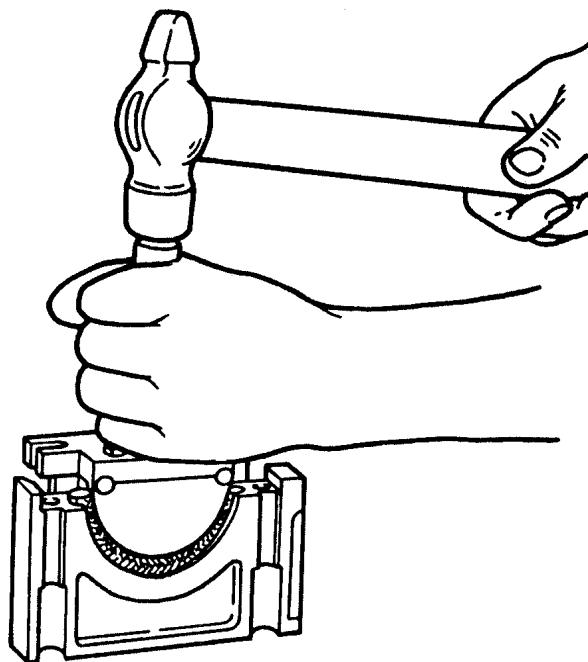


Рис.66. Установка сальниковой набивки в держатель сальника

### 3. Подсобрать коленчатый вал:

- запрессовать в гнездо коленчатого вала подшипник первичного вала коробки передач. Усилие запрессовки прикладывать к наружному кольцу подшипника;

- установить на вал маховик и закрепить его четырьмя специальными болтами с гайками. Под гайки положить две стопорные пластины, надеть на болты плоские шайбы и затянуть гайки ключом, момент затяжки 74,6...81,4 Н·м (7,6...8,3 кгс·м). Отогнуть на каждую гайку по одному усiku стопорных пластин;

- привернуть к маховику нажимной диск сцепления с кожухом в сборе, предварительно отцентрировав ведомый диск сцепления при помощи шлицевой оправки (в качестве оправки можно использовать первичный вал коробки передач) по подшипнику в заднем торце коленчатого вала. Метки «0», выбитые на кожухе нажимного диска и маховике около одного из отверстий для болтов крепления кожуха, должны быть совмещены (рис.67). Затяжку болтов крепления кожуха производить с крутящим моментом 19,6...24,5 Н·м (2...2,5 кгс·м).

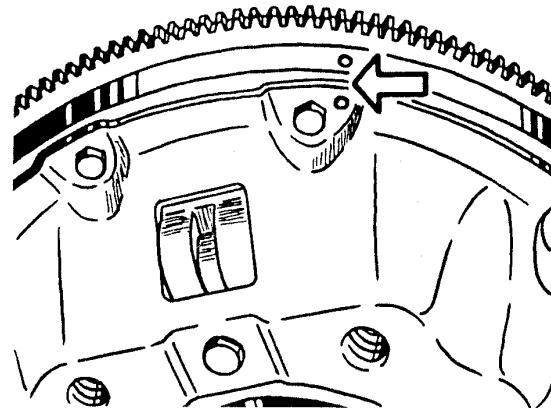


Рис.67. Расположение меток на маховике и кожухе сцепления

Ведомый диск устанавливается демпфером к нажимному диску.

---

**Внимание!** Коленчатый вал в сборе с маховиком и сцеплением балансируется на заводе, поэтому после замены одной из этих деталей коленчатый вал в сборе с маховиком и сцеплением рекомендуется вновь динамически отбалансировать.

---

Допустимый дисбаланс – не более 30 г·см на каждом конце вала. Перед проверкой дисбаланса на каждую шатунную шейку установить груз массой 2330 г. Центр тяжести грузов должен лежать на оси шейки и на середине её ширины.

Для устранения дисбаланса снимать лишнюю массу с тяжелой стороны выверливанием металла маховика на расстоянии 9 мм от поверхности контакта с ведомым диском сцепления сверлом диаметром 12 мм на глубину не более 10 мм. Расстояние между центрами отверстий не менее 15 мм. В зоне расположения болтов нажимного диска сверление отверстий не допускается. При необходимости допускается для устранения дисбаланса выверливать отверстия в противовесах коленчатого вала.

Если дисбаланс коленчатого вала с маховиком и сцеплением в сборе превышает 370 г·см, то необходимо снять сцепление и маховик, затем произвести балансировку каждой детали отдельно.

Коленчатый вал балансируется динамически. Допустимый дисбаланс 45 г·см на каждом конце вала. Остальные детали балансируются статически. Допустимый дисбаланс маховика - 35 г·см, ведомого диска сцепления - 18 г·см, нажимного диска сцепления с кожухом в сборе - 60 г·см.

4. Уложить вкладыши коренных подшипников в постели блока цилиндров и крышек коренных подшипников. При этом вкладыши коренных подшипников с кольцевой канавкой и отверстием следует устанавливать в постели блока цилиндров, а без канавки и отверстия - в крышки коренных подшипников.

5. Надеть на первую коренную шейку коленчатого вала заднюю шайбу упорного подшипника алюминиевой стороной (поверхностью с канавками) к щеке коленчатого вала.

6. Смазать чистым моторным маслом вкладыши коренных подшипников и шейки коленчатого вала и уложить коленчатый вал в сборе в блок цилиндров.

7. Установить крышки коренных подшипников на шпильки так, чтобы фиксирующие выступы на верхнем и нижнем вкладышах каждого подшипника были с одной стороны, а номера, выбитые на крышках, соответствовали номерам гнёзд вкладышей блока цилиндров.

Установку крышки первого коренного подшипника рекомендуется выполнять с оправкой (рис.68) – для выравнивания передних торцов крышки и блока цилиндров. Для этого сначала установить крышку 3 с вкладышем на шпильки и первую коренную шейку коленчатого вала так, чтобы усик задней шайбы упорного подшипника вошел в паз крышки. Установить на шпильки плоские шайбы. Нанести на резьбовую часть гаек крепления крышки 2...3 капли анаэробного герметика «Фиксатор-9» или аналогичном («Стопор-9», «Гермикон-9», «Техногерм-7»), затем завернуть гайки крепления крышки, не затягивая их окончательно. Зазора между крышкой и блоком цилиндров быть не должно. Установить приспособление 1 и завернуть болт приспособления в отверстие коленчатого вала так, чтобы коленчатый вал 2 подвинулся и прижал заднюю шайбу 4 упорного подшипника к коренной опоре блока цилиндров 5. Затем затянуть гайки крепления крышки первого коренного подшипника динамометрическим ключом моментом 98...107,9 Н·м (10...11 кгс·м) и снять приспособление.

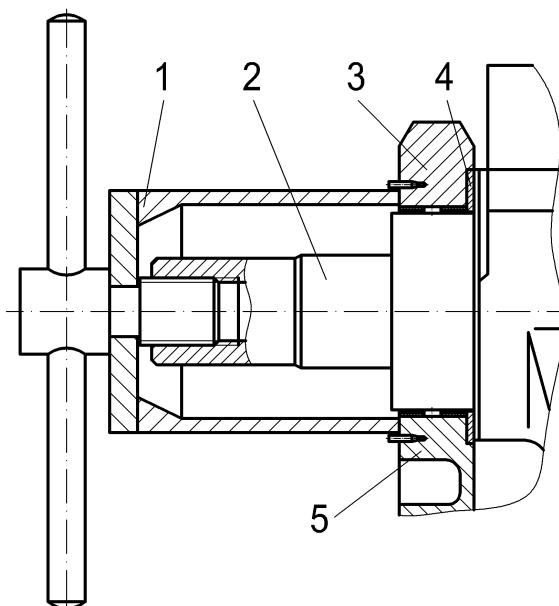


Рис.68. Установка крышки первой коренной опоры с оправкой:

1 – оправка; 2 – коленчатый вал; 3 – крышка первого коренного подшипника коленчатого вала; 4 – задняя шайба упорного подшипника; 5 – блок цилиндров

8. Посадить крышки на свои места, слегка постукивая по ним резиновым молотком. Установить на шпильки крышек коренных подшипников плоские шайбы. Нанести на предварительно обезжиренную резьбу шпилек 2...3 капли анаэробного герметика «Фиксатор-9» или аналогичном («Стопор-9», «Гермикон-9», «Техногерм-7»). Наживить гайки крепления крышек, и затянуть их равномерно, следя за тем, чтобы не было перекосов.

Окончательная затяжка этих гаек производится динамометрическим ключом момент затяжки 98...107,9 Н·м (10...11 кгс·м). После затяжки гаек коленчатый вал должен легко вращаться от небольших усилий.

В случае выворачивания шпилек заворачивать вывернувшиеся шпильки в блок цилиндров следует, предварительно нанеся на резьбу шпилек по 2...3 капли анаэробного герметика «Фиксатор-9» или аналогичном («Стопор-9», «Гермикон-9», «Техногерм-7»), предварительно обезжирив резьбу.

9. Установить в пазы держателя заднего сальника резиновые боковые уплотнительные прокладки. Боковые поверхности уплотнительных прокладок смазать смазкой СП-3 или густым мыльным раствором, на поверхность держателя заднего сальника сопряжения с блоком цилиндров нанести силиконовый клей-герметик типа «Юнисил Н50-1». Установить на место держатель заднего сальника. На шпильки установить плоскую и пружинную шайбы и завернуть специальные гайки крепления держателя заднего сальника.

10. Установить переднюю шайбу упорного подшипника алюминиевой стороной (поверхностью с канавками) к носку коленчатого вала так, чтобы своими пазами она установилась на штифты, запрессованные в блок цилиндров и крышку первого коренного подшипника.

11. Установить в паз переднего конца коленчатого вала сегментную шпонку шестерни коленчатого вала и надеть стальную упорную шайбу на передний конец коленчатого вала фаской в сторону первой коренной шейки коленчатого вала.

12. Напрессовать шестерню на передний конец коленчатого вала до упора с помощью приспособления 16-У-236817

13. Проверить осевой зазор коленчатого вала. Для проверки необходимо отжать коленчатый вал к заднему концу двигателя и с помощью щупа определить зазор между торцом задней шайбы упорного подшипника и плоскостью бурта первой коренной шейки (рис.69). Зазор должен быть 0,075...0,275 мм. При увеличенном осевом зазоре для его восстановления установить упорные шайбы стандартной толщины или ремонтные упорные шайбы, увеличенной на 0,13 мм толщины. В случае значительного износа стальной упорной шайбы, установить новую упорную шайбу. В случае невозможности восстановления зазора заменой шайб, заменить коленчатый вал.

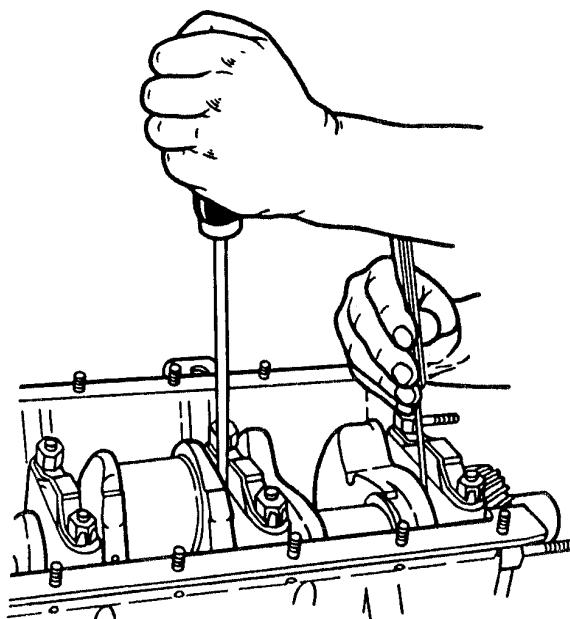


Рис.69. Проверка осевого зазора коленчатого вала

14. Повернуть блок цилиндров на стенде плоскостью крепления масляного картера вниз.

15. Установить гильзы цилиндров и прокладки гильз в блок цилиндров.

Гильзы цилиндров по размеру Н (рис.70) делятся на две размерные группы, которые маркируются краской на наружной поверхности гильзы:

- зеленой краской гильзы размером  $H=117,776\dots117,788$  мм;
- синей краской гильзы размером  $H=117,788\dots117,800$  мм.

В каждый ряд блока цилиндров следует устанавливать гильзы одной размерной группы по размеру Н.

При установке в блок цилиндров гильзу цилиндра ориентировать маркировкой группы диаметра цилиндра, которая соответствует расположению плоскости минимального диаметра цилиндра, перпендикулярно оси коленчатого вала.

Прокладку под гильзу цилиндров устанавливать выступом в сторону гильзы.

После установки в блок цилиндров гильзы необходимо закрепить от выпадения специальными втулками-зажимами (рис.52).

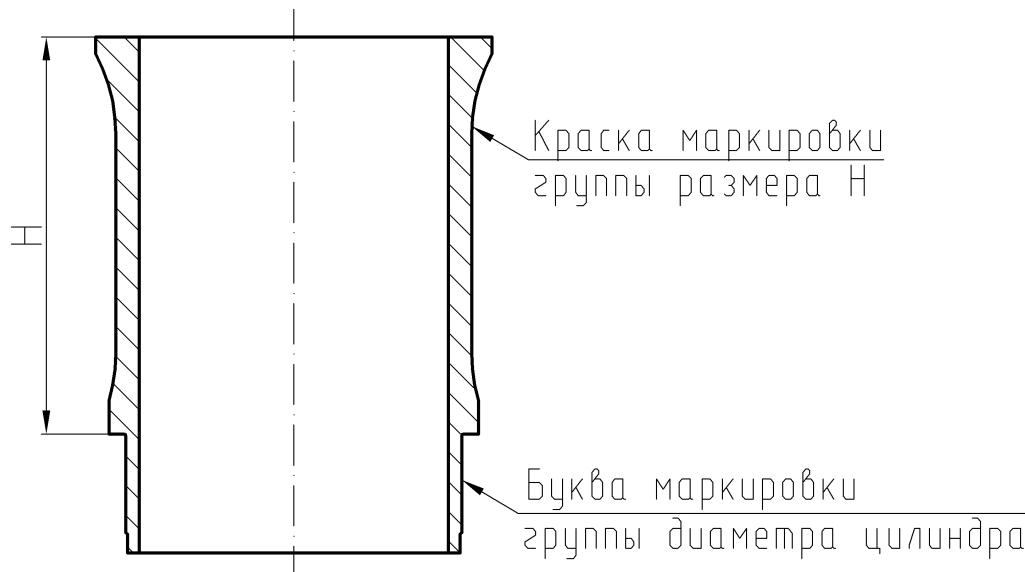


Рис.70. Маркировка гильзы цилиндра

16. Произвести подсбор шатунно-поршневой группы:

- подобрать поршни к гильзам, как указано в разделе «Ремонт двигателя»;  
- поршневой палец подобрать к шатуну, принадлежащему к той же или соседней размерной группе в сторону увеличения зазора (табл.12). При температуре деталей  $(20\pm3)$  °С слегка смазанный палец должен плотно входить в отверстие втулки поршневой головки шатуна под действием большого пальца руки и перемещаться без заеданий (рис.71), а так же не выпадать из отверстия шатуна под действием собственного веса в течение не менее 2 секунд.

Размерная группа диаметра отверстия втулки шатуна под поршневой палец маркируется краской на стержне у верхней головки шатуна. Размерная группа наружного диаметра пальца маркируется на торце пальца.

Таблица 12

Размерные группы пальцев и шатунов

Наружный диаметр поршневого пальца	Маркировка размерной группы наружного диаметра поршневого пальца		Диаметр отверстия втулки шатуна	Маркировка размерной группы диаметра отверстия втулки шатуна краской цветом
	Краской цветом	Буквой		
24,9975...25,0000	Белым	W	25,0045...25,0070	Белым
24,9950...24,9975	Зеленым	G	25,0020...25,0045	Зеленым
24,9925...24,9950	Желтым	Y	24,9995...25,0020	Желтым
24,9900...24,9925	Красным	R	24,9970...24,9995	Красным
24,9875...24,9900*	Темно-серым	-	-	-

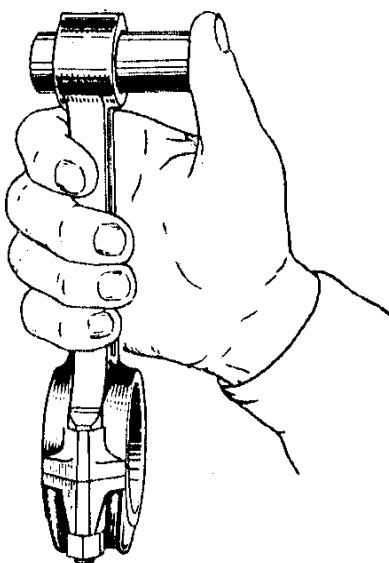


Рис.71. Подбор поршневого пальца к шатуну

- произвести сборку поршня с пальцем и шатуном:

Поршни по максимальному размеру диаметра отверстия под палец сортируются на 4 размерные группы, которые маркируются римской цифрой на днище. Поршневые пальцы по наименьшему наружному диаметру могут сортироваться на 4 или 5 размерных групп, которые маркируются краской или буквой на торце (табл.13).

\* Для поршневых пальцев 21-1004020-14

Таблица 13

Диаметр отверстия поршня и наружный диаметр поршневого пальца	Цифра маркировки размерной группы отверстия поршня под поршневой палец	Размерные группы пальцев и поршней	
		Маркировка размерной группы наружного диаметра поршневого пальца	Краска
24,9975...25,0000	I	Белая	W
24,9950...24,9975	II	Зеленая	G
24,9925...24,9950	III	Желтая	Y
24,9900...24,9925	IV	Красная	R
24,9875...24,9900*	—	Темно-серая	—

Возможны два варианта установки пальца в поршень:

1) с предварительным нагревом поршней перед сборкой: поршень по диаметру отверстия под поршневой палец и поршневой палец должны принадлежать к одной и той же размерной группе (табл.14). Перед сборкой поршень нагреть до температуры от плюс 60 до плюс 80 °С. Запрессовка пальца в холодный поршень не допускается, так как это может привести к повреждению поверхности отверстий бобышек поршня, а также к деформации самого поршня.

2) без нагрева поршней перед сборкой: поршень по диаметру отверстия под поршневой палец и поршневой палец должны принадлежать к соседним размерным группам в сторону увеличения зазора (табл.14).

При сборке палец должен быть смазан моторным маслом.

Сборку шатуна, поршня и пальца произвести на специальном приспособлении.

Таблица 14

Подбор пальца к поршню

Поршневой палец с маркировкой размерной группы наружного диаметра		Поршень с маркировкой размерной группы диаметра отверстия под палец	
Краской	Буквой	Сборка с нагревом	Сборка без нагрева
Белая	W	I	—
Зелёная	G	II	I
Жёлтая	Y	III	II
Красная	R	IV	III
Тёмно-серая	—	—	IV

Разница в массе комплектов «поршень – шатун», устанавливаемых в один двигатель, не должна превышать 13 грамм. Устранение разновеса произвести подбором деталей, предпочтительно шатунов.

Шатуны и поршни перед сборкой должны быть ориентированы следующим образом: обозначение детали на шатуне и надпись "ПЕРЕД" на поршнях для 1, 2, 3, 4 цилиндров должны быть направлены в разные стороны, а для 5,6,7,8 ци-

\* Для поршневых пальцев 21-1004020-14

цилиндров надпись на поршне и номер на шатуне должны быть направлены в одну сторону (рис.72);

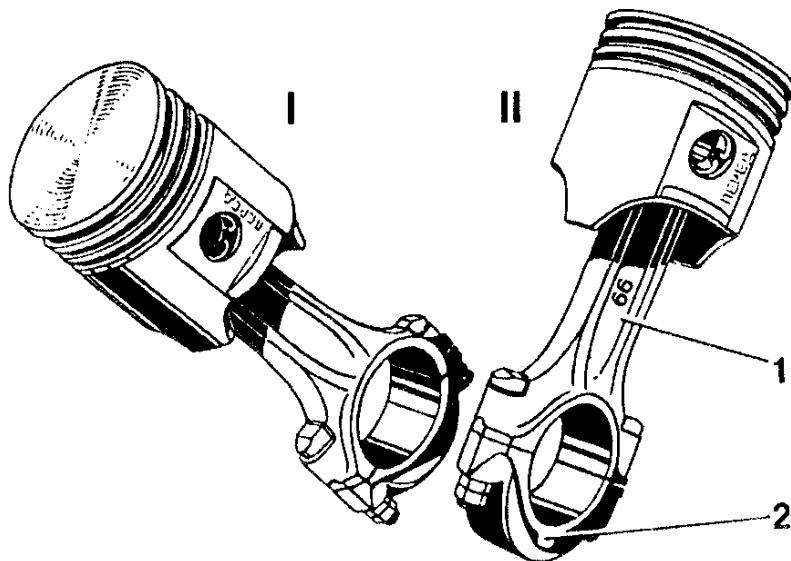


Рис.72. Соединение шатуна с поршнем:

I - для установки в 1,2,3,4 цилиндры; II - для установки в 5, 6, 7, 8 цилиндры;  
1- номер на шатуне; 2 - метка на крышке шатуна

- установить стопорные кольца поршневых пальцев в канавки бобышек поршней таким образом, чтобы отгиб усика кольца был направлен наружу;

- с помощью специального приспособления надеть на поршни поршневые кольца. Кольца устанавливаются с помощью специального приспособления, как показано на рис.54. Все кольца должны свободно перемещаться в своих канавках.

17. Вставить поршни с шатунами в сборе в гильзы цилиндров. Перед установкой необходимо тщательно протереть салфеткой постели шатунов, шатунные вкладыши и шатунные шейки коленчатого вала.

Установить в нижние головки шатунов вкладыши шатунных подшипников. Прилегание вкладыша к гнезду должно быть плотным. Попадание между вкладышем и шатуном масла, пыли и инородных частиц не допускается;

- установить коленчатый вал в положение, соответствующее НМТ в том цилиндре, куда устанавливается поршень;

- развести замки поршневых колец следующим образом:

1) при установке в цилиндр поршня с комплектом колец с двухэлементным маслосъемным кольцом замки комплекта колец сместить на  $120^\circ$  друг относительно друга. При этом стык пружинного расширителя, до установки маслосъемного кольца на поршень, должен быть размещен напротив замка маслосъемного кольца коробчатого сечения;

2) при установке в цилиндр поршня с комплектом колец с трехэлементным маслосъемным кольцом, замки компрессионных колец сместить на  $180^\circ$  друг относительно друга, замки кольцевых дисков маслосъемного кольца также устанавливать один к другому под углом  $180^\circ$  и под углом  $90^\circ$  к замкам компрессионных колец. Замок двухфункционального пружинного расширителя устанавливать при этом под углом  $45^\circ$  к замку одного из кольцевых дисков.

- надеть на шатунные болты предохранительные латунные колпачки, смазать чистым маслом вкладыши, поршень, шатунную шейку коленчатого вала и

гильзу цилиндра и с помощью оправки установить поршень в цилиндр (рис.73). Перед установкой поршней необходимо убедиться в том, что номер, выбитый на шатуне, соответствует номеру цилиндра, а надпись на поршне "ПЕРЕД" направлена к переднему торцу блока цилиндров;

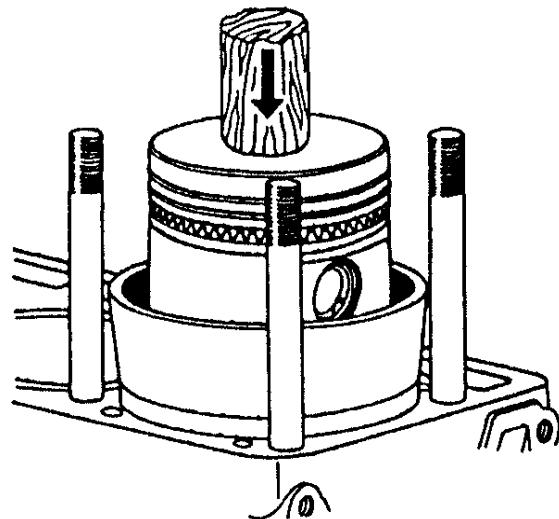


Рис.73. Установка поршня с кольцами в цилиндр

- подтянуть шатун за нижнюю головку к шатунной шейке, снять с болтов предохранительные колпачки, надеть крышку шатуна, проверив соответствие номеров крышки и шатуна. Крышку необходимо ставить таким образом, чтобы фиксирующие усики вкладышей были направлены в одну сторону;

- нанести на предварительно обезжиренную резьбовую часть болтов шатунов анаэробный герметик «Фиксатор-9» или аналогичном («Стопор-9», «Гермикон-9», «Техногерм-7») и наживить гайки на шатунные болты;
- затянуть гайки шатуна динамометрическим ключом, момент затяжки  $66,6\ldots73,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ( $6,8\ldots7,5 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ ).

Таким же образом установить остальные поршни с шатунами.

#### 18. Произвести подсбор распределительного вала:

- установить на передний конец распределительного вала распорное кольцо и упорный фланец, установить в паз сегментную шпонку шестерни распределительного вала;

- напрессовать шестерню распределительного вала до упора в распорное кольцо, сориентировав шестерню меткой «I» в противоположную сторону от первой опорной шейки;

- установить балансиры и пластину датчика фазы и закрепить их болтом с шайбами;

- с помощью щупа, введенного между упорным фланцем и ступицей шестерни распределительного вала, измерить осевой зазор распределительного вала (рис.74). Зазор должен быть  $0,08\ldots0,26 \text{ мм}$ .

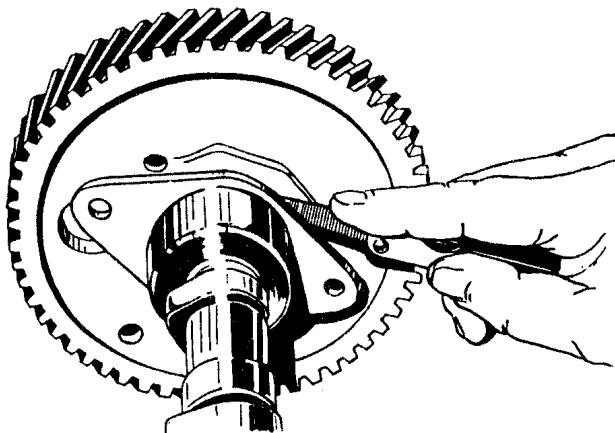


Рис.74. Проверка осевого зазора распределительного вала

19. Вставить подсобранный распределительный вал в блок цилиндров, предварительно смазав опорные шейки чистым моторным маслом.

При зацеплении шестерен газораспределения зуб шестерни коленчатого вала с меткой «0» должен войти во впадину зубьев шестерни распределительного вала, отмеченную риской (рис.75).

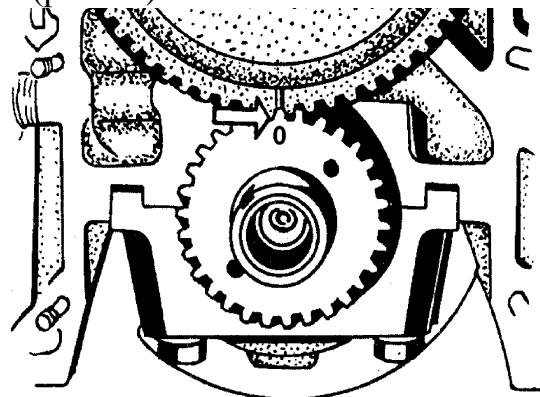


Рис.75. Установка шестерен распределения:

0 - метка зуба шестерни коленчатого вала

20. Через отверстие в шестерне привода распределительного вала при помощи торцового ключа привернуть упорный фланец к блоку цилиндров двумя болтами с пружинными шайбами.

21. Надеть на шейку коленчатого вала маслоотражатель выпуклой стороной к шестерне.

22. Надеть крышку распределительных шестерен на шпильки ее крепления, предварительно надев на них прокладку крышки. Крышка должна быть отцентрирована по переднему концу коленчатого вала при помощи специальной конусной оправки (рис.76). Надеть на передний конец коленчатого вала оправку, поджать крышку распределительных шестерен к блоку цилиндров при помощи храповика, предварительно застопорив коленчатый вал от проворачивания, и затянуть гайки крышки.

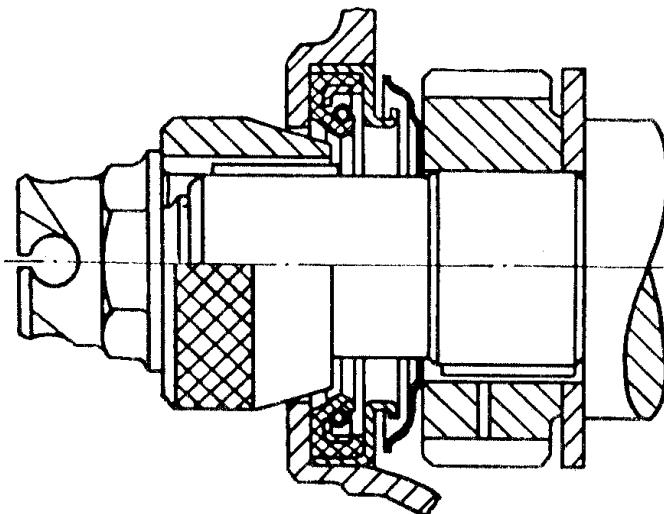


Рис.76. Центрирование переднего сальника коленчатого вала с помощью приспособления 5-У-27685

23. Снять центрирующую оправку, напрессовать ступицу шкива до упора, используя приспособление 16-У-236817, совместив шпоночные пазы на валу и ступице, вложить в паз специальную резиновую пробку для уплотнения паза и запрессовать призматическую шпонку.

24. Закрепить шкив коленчатого вала к ступице болтами с пружинными шайбами.

25. Завернуть в передний конец коленчатого вала храповик с зубчатой шайбой.

26. Повернуть блок цилиндров на стенде плоскостью крепления масляного картера вверх.

27. Установить на блок цилиндров маслоприемник с резиновым уплотнительным кольцом и закрепить его гайкой с пружинной шайбой.

---

**Внимание! Необходимо предварительно проверить состояние резинового уплотнительного кольца. Поврежденное кольцо необходимо заменить. Установка поврежденного кольца приведет к подсасыванию воздуха и падению давления масла.**

---

28. Нанести силиконовый клей-герметик типа «Юнисил Н50-1» на места стыков держателя заднего сальника с блоком цилиндров и крышки распределительных шестерен с блоком цилиндров. Установить масляный картер с прокладкой на блок цилиндров и затянуть гайки его крепления.

29. Установить нижнюю часть картера сцепления со скобой оттяжной пружины вилки выключения сцепления и закрепить болтами и винтом.

30. Установить масляный насос с прокладкой на блок цилиндров, надеть на длинную шпильку упорную втулку и закрепить насос двумя гайками с пружинными шайбами.

31. Повернуть блок цилиндров на стенде масляным картером вниз.

32. Установить водяной насос с прокладкой и скобой крепления проводов на крышку распределительных шестерен и завернуть гайки крепления водяного насоса.

33. Подсобрать головки цилиндров:

- на направляющие втулки клапанов надеть опорные шайбы пружин клапанов;
- на направляющие втулки клапанов напрессовать маслоотражательные колпачки;
- установить клапаны в направляющие втулки, предварительно нанеся на стержни клапанов моторное масло;
- установить пружины клапанов. Пружины выполнены с равномерным шагом по всей длине, поэтому устанавливать их на головку цилиндров можно любым торцом;
- на пружины клапанов поставить тарелки пружин;
- при помощи съемника сжать пружину и вложить сухари клапана в гнезда тарелок;
- отпустить пружину и снять съемник.

34. Снять держатели гильз цилиндров.

35. Установить на шпильки крепления головок прокладки головок цилиндров, запрессовать установочные штифты, установить головки цилиндров и закрепить их гайками с плоскими шайбами.

Затяжку гаек производить в два приема в порядке, указанном на рис.77:

- предварительная затяжка равномерно обычным ключом;
- окончательная затяжка динамометрическим ключом крутящим моментом 75,5...80,4 Н·м (7,7...8,2 кгс·м).

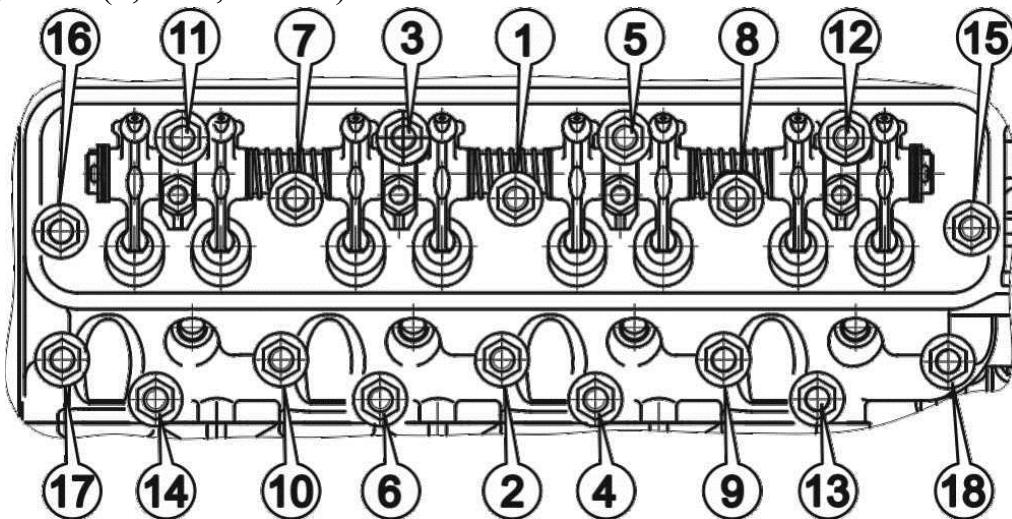


Рис.77. Порядок затяжки гаек головки цилиндров

36. Установить гидрокомпенсаторы с опорными шайбами в гнезда коромысел. Опорные шайбы должны быть установлены стороной с тремя радиальными канавками в сторону гидрокомпенсатора. Гидрокомпенсаторы вставлять до фиксации их находящимся в канавке на наружной поверхности гидрокомпенсатора пружинным кольцом.

37. Собрать оси коромысел:

- в одно из отверстий на конце оси коромысел вставить шплинт и развести его концы;
- протереть и смазать маслом ось коромысел и втулки коромысел;
- надеть на ось коромысел плоские и пружинные шайбы, коромысла, стойки и пружины;

- вставить во второе отверстие оси шплинт и развести его концы.

Сборку осей коромысел производить таким образом, чтобы отверстия под шпильки крепления в осях и стойках и концы коромысел с гидрокомпенсаторами располагались с противоположных сторон от центра оси.

38. Подобрать (при необходимости) толкатели клапанов.

Толкатели клапанов по наружному диаметру и направляющие блока цилиндров по внутреннему диаметру отверстия делятся на две размерные группы и маркируются: толкатели - на наружной поверхности цифрой травлением, направляющие - на наружной поверхности краской.

Толкатели клапанов должны устанавливаться в направляющие отверстия блока цилиндров в соответствии с табл.15.

Произвести проверку правильности подбора. Слегка смазанный толкатель должен медленно опускаться в направляющем отверстии под действием указательного пальца руки без заеданий.

## Таблица 15 Размерные группы толкателей и направляющих отверстий блока цилиндров

Наружный диаметр толкателя	Цифра маркировки толкателя	Внутренний диаметр направляющей блока цилиндров	Маркировка направляющей блока цилиндров краской цветом
24,985...24,992	1	25,011...25,023	Голубым
24,978...24,985	2	25,000...25,011	Жёлтым

Толкатели клапанов по толщине донышка делятся на две размерные группы и маркируются краской (чёрной и белой) на верхнем торце. В двигатель должны устанавливаться толкатели с маркировкой чёрной краской.

39. Установить толкатели в направляющие блока цилиндров и вставить штанги в толкатели.

40. Установить подсобранные оси коромысел на головки цилиндров. Гидропротекторы своей сферической головкой должны входить в верхние наконечники штанг. Завернуть гайки крепления стоек осей коромысел.

41. При необходимости, установить на впускную трубу масляный фильтр и его проставку в соответствии с рис.22. Установить на шпильки крепления впускной трубы боковые прокладки, а на блок цилиндров переднюю и заднюю прокладки впускной трубы. Установить впускную трубу в сборе с масляным фильтром и скобы подъема двигателя.

42. Завернуть гайки крепления впускной трубы. Сначала завернуть гайки так, чтобы равномерно слегка прижать прокладки, затем произвести окончательную затяжку гаек. Предварительную и окончательные затяжку гаек впускной трубы производить в последовательности, указанной на рис.78.

Момент окончательной затяжки гаек:

- 19,6...24,5 Н·м (2,0...2,5 кгс·м) гаек поз.1-2, 5-12;
  - 24,5...34,3 Н·м (2,5...3,5 кгс·м) гаек поз.3, 4.

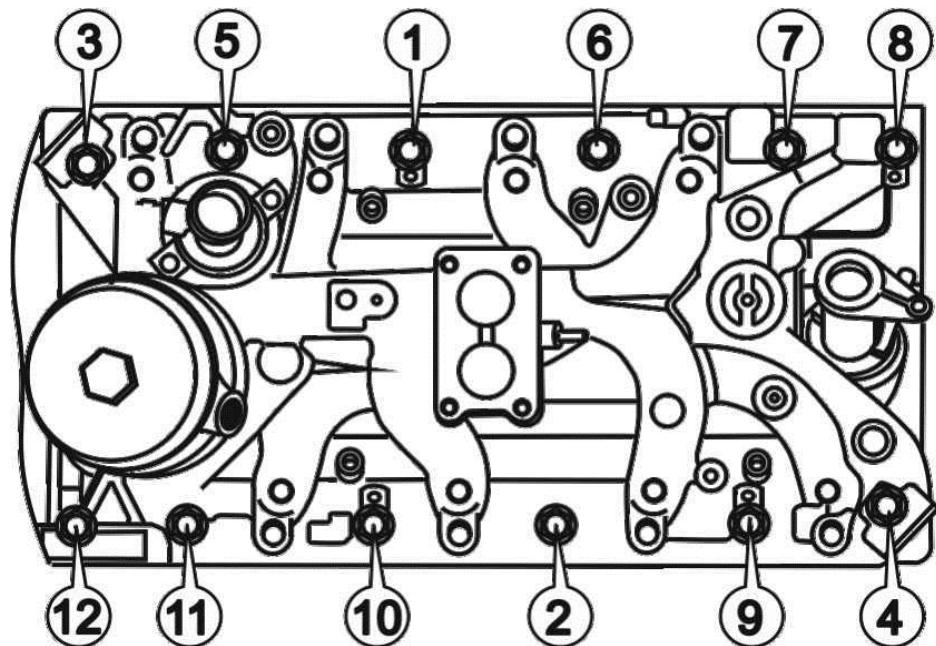


Рис.78. Порядок затяжки гаек впускной трубы

43. Установить на штуцеры впускной трубы и водяного насоса перепускной шланг и закрепить его хомутами.

44. Установить привод масляного насоса с прокладкой и закрепить его при помощи держателя и гайки.

45. Для двухтопливного двигателя: установить шланги подачи газа на газовые штуцеры впускной трубы и закрепить их специальными хомутами.

Хомуты шлангов подачи газа запираются путем деформации ушка хомута с помощью специальных ручных клещей типа 1099 ф.«ОЕТИКЕР». Боковые поверхности ушка хомута сжимать ручными клещами до их соприкосновения (рис.79).

#### Внимание!

**Не допускается повторная установка хомутов шлангов подачи газа. Для крепления шлангов подачи газа от электромагнитных клапанов к штуцерам впускной трубы использовать хомуты 50 096 771 ф.«AWS», имеющих рабочий диапазон диаметров 11,7...14,2 мм.**

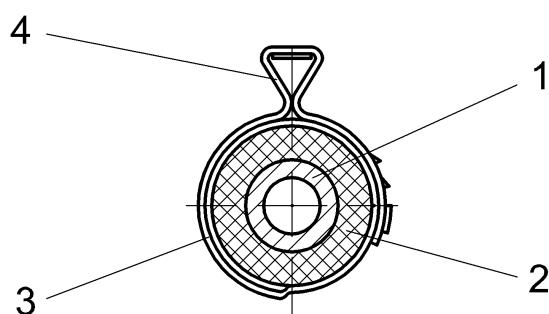


Рис.79. Хомут шлангов подачи газа:

1 – штуцер; 2 – шланг подачи газа; 3 – хомут; 4 – ушко хомута

46. Установить датчик абсолютного давления и температуры и закрепить болтом, предварительно нанеся на резьбу болта крепления датчика анаэробный герметик «Фиксатор-6» или аналогичный («Техногерм-5», «Гермикон-2К», «Стопор-6»).

47. Ввернуть датчик температуры охлаждающей жидкости системы управления во впускную трубу, предварительно нанеся на резьбу датчика анаэробный герметик «Фиксатор-6» или аналогичный («Техногерм-5», «Гермикон-2К», «Стопор-6»).

48. Установить на шпильки впускной трубы переходный патрубок с прокладкой и закрепить его гайками с пружинными шайбами.

49. Установить левую и правую топливные рампы с форсунками и закрепить их болтами, предварительно смазав уплотнительные кольца форсунок моторным маслом. Проверить проворачивание форсунок усилием руки вокруг их оси. При отсутствии поворачивания, снять и повторно установить топливную рампу с форсунками, не допуская перекосов.

50. Установить соединительный топливный шланг и закрепить хомутами.

51. Установить шланг отбора разрежения к регулятору давления топлива.

52. Установить дроссельный модуль с прокладкой и держателем колодки датчика и закрепить винтами. Винты следует заворачивать крест-на-крест.

53. Установить на впускную трубу маслоотделитель с прокладкой и закрепить его болтом. Установить шланги вентиляции.

54. Установить на крышку распределительных шестерен держатель датчиков с прокладкой.

55. Установить и закрепить датчик фазы в держатель датчиков, предварительно смазав резиновое кольцо датчика моторным маслом.

56. Установить и закрепить датчик положения коленчатого вала, установив колодку датчика в держатель колодки, а провод уложить в скобы.

57. Установить и закрепить впускную и выпускную трубы масляного фильтра.

58. Установить выпускные коллекторы с прокладками и завернуть гайки крепления.

59. Установить в отверстие блока цилиндров стартер и привернуть его двумя болтами.

60. На крышки коромысел надеть резиновые прокладки, а в отверстия крышек установить уплотнители. Поставить крышки на головки цилиндров, надеть на уплотнители специальные шайбы и закрепить каждую крышку двумя гайками.

61. Установить и закрепить кронштейны катушек зажигания к крышкам коромысел.

62. На левой крышке коромысел закрыть маслоналивную горловину крышки с герметизирующей прокладкой.

63. Для двухтопливного двигателя: установить блоки электромагнитных клапанов подачи газа на кронштейны катушек зажигания и закрепить их болтами.

64. Для двухтопливного двигателя: установить шланги подачи газа на штуцеры электромагнитных клапанов подачи газа и закрепить их хомутами – аналогично п.45.

65. Для двухтопливного двигателя: установить шланги подачи газа, соединяющие блоки электромагнитных клапанов подачи газа, и закрепить их специальными хомутами – аналогично п.45, используя хомуты 50 096 789 ф.«AWS» с рабочим диапазоном диаметров 17,8...21 мм.

66. Установить и закрепить катушки зажигания на кронштейнах катушек.

## 67. Установить провода высокого напряжения.

### Обкатка двигателя

Срок службы двигателя и его надежность в эксплуатации зависят не только от качества отремонтированных деталей и сборки, но в значительной мере от правильного поведения приработки рабочих поверхностей.

Приработка во вновь собранном двигателе, в основном, происходит в первые часы его работы, поэтому в это время необходимо создать наиболее благоприятные условия для приработки поверхностей трения, исключающие задиры деталей и их повышенный износ.

Для полной приработки двигателя после его установки на автобус необходимо произвести запуск двигателя и дать ему поработать на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала ( $1800\pm100$ ) мин<sup>-1</sup> в течение не менее 20 минут.

---

**Внимание! Категорически запрещается резкое изменение частоты вращения коленчатого вала.**

---

У двигателя не допускается: течь охлаждающей жидкости, моторного масла, бензина и пропуск отработавших газов через прокладки. Проверку производить при частоте вращения коленчатого вала 3000 мин<sup>-1</sup> в течение не более трех минут.

Далее следует проверить работу двигателя на слух.

Шум работающего двигателя должен быть ровным, без резко выделяющихся местных шумов.

Двигателя должен быть прогрет (температура охлаждающей жидкости 80...90 °C).

Клапанную группу прослушивать без стетоскопа при частоте вращения коленчатого вала двигателя 600...1000 мин<sup>-1</sup>.

Гидрокомпенсаторы прослушивать без стетоскопа на минимальных оборотах холостого хода (600...700 мин<sup>-1</sup>).

Толкатели прослушивать без стетоскопа при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1000...1500 мин<sup>-1</sup>.

Привод распределительного вала прослушивать без стетоскопа при частоте вращения коленчатого вала двигателя 1000...2000 мин<sup>-1</sup>.

Масляный насос и его привод прослушивать без стетоскопа при частоте вращения коленчатого вала двигателя 600...1500 мин<sup>-1</sup>.

Поршневую группу, шатунные и коренные подшипники прослушивать стетоскопом при частоте вращения коленчатого вала двигателя 600...2500 мин<sup>-1</sup>.

Двигатели подлежат переборке, если прослушивается стук поршневых пальцев, коренных подшипников, стуки или резкий шум высокого тона распределительных шестерен, резкие выделяющиеся стуки клапанов и толкателей, резкий стук и шум высокого тона шестерен масляного насоса и его привода, шум высокого тона и писк крыльчатки и подшипников водяного насоса, прослушиваемые без стетоскопа, стук и дребезг поршней и поршневых колец, а также стуки шатунных подшипников, прослушиваемые стетоскопом.

Однако, при работе двигателя допускаются: равномерный стук клапанов и толкателей, сливающийся в общий шум, периодический стук клапанов и толкателей при нормальных зазорах между клапанами и коромыслами, выделяющийся

стук клапанов и толкателей, исчезающий или появляющийся при резком изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя; ровный, не резкий шум высокого тона от работы привода масляного насоса, не выделяющийся на общем фоне шум шестерен масляного насоса.

Далее следует обкатка двигателя при эксплуатации его на автобусе, продолжительность которой установлена в 1000 км пробега.

В этот период необходимо соблюдать правила, изложенные в руководстве по эксплуатации автобуса. Нагрузка на двигатель в этот период должна быть умеренной, не допуская большой частоты вращения коленчатого вала.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>МАРКИРОВКА ДВИГАТЕЛЯ.....</b>	<b>12</b>
Двигатели выпуска до июня 2019 года.....	Ошибка! Закладка не определена.
Двигатели выпуска, начиная с июня 2019 года .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ</b>	
<b>СО СЦЕПЛЕНИЕМ.....</b>	<b>14</b>
Эксплуатационные материалы, применяемые в двигателе.....	16
<b>УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЯ .....</b>	<b>18</b>
Кривошипно-шатунный механизм .....	18
Газораспределительный механизм .....	25
Система смазки .....	30
Система вентиляции картера.....	38
Система охлаждения .....	39
Система подачи топлива .....	43
Бензина .....	43
Сжиженного нефтяного газа и компримированного природного газа .....	43
Комплексная микропроцессорная система управления двигателем .....	44
Блок управления .....	45
Электронный блок дискретных и аналоговых входных сигналов (CAN-конвертер MADIC) .....	45
Датчики системы управления, подключаемые к блоку управления.....	46
Датчики, подключаемые к электронному модулю (MADIC) цифровых и аналоговых сигналов.....	49
Исполнительные устройства (выходные каналы блока управления) .....	50
Газобаллонное оборудование (ГБО) для компримированного природного газа (КПГ).....	56
Схема подключения лампы индикатора неисправности (ИН) .....	57
Схема перехода на питание газом и обратно .....	58
<b>Возможные неисправности двигателя и методы их устранения .....</b>	<b>60</b>
<b>ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ.....</b>	<b>63</b>
Стартер.....	63
Устройство .....	64
Основные технические данные стартера .....	66

Особенности технического обслуживания стартера .....	66
Возможные неисправности стартера и способы их устранения .....	68
<b>СЦЕПЛЕНИЕ.....</b>	<b>72</b>
<b>Устройство и обслуживание .....</b>	<b>72</b>
<b>Эксплуатация сцепления .....</b>	<b>73</b>
<b>Возможные неисправности сцепления и методы их устранения.....</b>	<b>73</b>
<b>РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ.....</b>	<b>75</b>
<b>Разборка двигателя .....</b>	<b>77</b>
<b>Очистка деталей.....</b>	<b>81</b>
<b>Выбраковка и ремонт отдельных деталей и узлов двигателя.....</b>	<b>85</b>
Блок цилиндров .....	85
Детали кривошипно-шатунного механизма .....	87
Головки цилиндров и детали газораспределительного механизма .....	92
Масляный насос и привод масляного насоса .....	98
Водяной насос с уплотнением старого образца .....	100
<b>Сборка двигателя.....</b>	<b>104</b>
<b>Обкатка двигателя .....</b>	<b>120</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Моменты затяжки основных резьбовых соединений...</b>	<b>125</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Манжеты и сальники .....</b>	<b>127</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Подшипники качения.....</b>	<b>128</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Детали и комплекты для ремонта двигателя .....</b>	<b>129</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Размеры основных деталей двигателя, зазоры и натяги в сопряжениях.....</b>	<b>137</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Основные данные для регулировок и контроля .....</b>	<b>144</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Таблица компонентов системы управления двигателем .....</b>	<b>145</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Таблица выводов блока управления Микас 12.48.....</b>	<b>147</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Таблица выводов CAN-конвертера (MADIC).....</b>	<b>150</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Список параметров, передаваемых блоком Микас 12.48 и MADIC в CAN-шину.....</b>	<b>151</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Диагностируемые параметры .....</b>	<b>152</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Типичные параметры, отображаемые диагностическим сканером АСКАН-10 при работе двигателя ЗМЗ-5245.10 .....</b>	<b>168</b>

**ПРИЛОЖЕНИЕ 13. Параметры эксплуатации, отображаемые  
диагностическим сканером АСКАН-10 при работе  
двигателя ЗМЗ-5245.10.**  
«Черный ящик» ..... 169

**ПРИЛОЖЕНИЕ 14. Схема электрических соединений комплексной  
микропроцессорной системы управления  
двигателем ..... 173**

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1

## Моменты затяжки основных резьбовых соединений

Наименование соединения	Момент затяжки, Н·м (кгс·м)
1. Основные соединения с обязательным контролем момента затяжки:	
Гайки крепления крышек коренных подшипников	98...107,9 (10...11)
Гайки крепления крышек шатунов	66,6...73,5 (6,8...7,5)
Гайки крепления головки цилиндров <sup>1)</sup>	75,5...80,4 (7,7...8,2)
Храповик коленчатого вала	166,6...215,6 (17...22)
Гайки крепления впускной трубы <sup>2)</sup>	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Болт крепления шестерни распределительного вала	21,6...31,4 (2,2...3,2)
Болты крепления нажимного диска сцепления	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Гайки крепления маховика	74,6...81,4 (7,6...8,3)
2. Прочие соединения:	
Гайки крепления крышки распределительных шестерен	15,7...19,6 (1,6...2,0)
Гайки крепления масляного картера	9,8...12,7 (1,0...1,3)
Гайки крепления выпускных коллекторов	43,1...53,9 (4,4...5,5)
Гайки крепления масляного насоса	29,4...34,3 (3,0...3,5)
Гайки крепления стоек оси коромысел	34,3...39,2 (3,5...4,0)
Гайки крепления крышек коромысел	9,8...14,7 (1,0...1,5)
Пробка сливного отверстия масляного картера	39,2...49,0 (4...5)
Гайки крепления скоб подъема двигателя	24,5...34,3 (2,5...3,5)
Болты шкива коленчатого вала	11,8...17,6 (1,2...1,8)
Пробки полостей шатунных шеек коленчатого вала	37...51 (3,8...5,2)
Пробки КГ 3/8" масляных каналов блока цилиндров и крышки распределительных шестерен	39,2...49,0 (4...5)
Штуцеры подачи газа	3,5...5,5 (0,35...0,56)
Штуцер отбора разрежения на газовый редуктор	9,8...24,5 (1,0...2,5)
Штуцер отбора разрежения на регулятор давления бензина	9,8...24,5 (1,0...2,5)
Штуцер проставки масляного фильтра	29,4...49,0 (3...5)
Гайки трубок масляного фильтра	19,6...63,7 (2,0...6,5)
Гайка маслоприемника масляного насоса	9,8...29,4 (1...3)
Гайки водяного насоса	9,8...29,4 (1...3)

<sup>1)</sup> Затягивать в строго определенной последовательности (см.рис.14) или одновременно

<sup>2)</sup> Затягивать в строго определенной последовательности (см.рис.15) или одновременно

Наименование соединения	Момент затяжки, Н·м (кгс·м)
Болты упорного фланца распределительного вала	13,7...17,6 (1,4...1,8)
Гайки кронштейнов опоры двигателя	49,1...60,8 (5,0...6,2)
Болт крыльчатки водяного насоса	13,7...17,6 (1,4...1,8)
Болты крышки термостата	11,8...17,6 (1,2...1,8)
Гайки крепления картера сцепления	43,2...54,9 (4,4...5,6)
Пробка перепускного клапана масляного насоса	24,5...29,4 (2,5...3,0)
Болты крепления крышки к корпусу масляного насоса	19,6...23,5 (2,0...2,4)
Болты крепления топливопроводов с форсунками	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Болт крепления датчика фазы	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Болт крепления датчика синхронизации	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Болт крепления датчика давления и температуры	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Гайки катушек зажигания	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Винты дроссельного модуля*	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Датчик температуры охлаждающей жидкости	11,8...17,6 (1,2...1,8)
Болты стартера	78,4...98,0 (8...10)
Свечи зажигания	29,4...39,2 (3...4)
Болты блока электромагнитных клапанов подачи газа	2,5...3,5 (0,25...0,35)
Гайки крепления переходного патрубка	9,8...29,4 (1...3)
Болт крепления маслоотделителя	4,9...11,8 (0,5...1,2)
Болты крепления держателя датчиков	4,9...11,8 (0,5...1,2)
Болты крепления заглушки крышки распределительных шестерен	14,7...39,2 (1,5...4,0)
Болты крепления кронштейна катушек зажигания	11,8...17,6 (1,2...1,8)
Болты крепления кронштейна генератора	23,5...35,3 (2,4...3,6)
Деталей с коническими резьбами:	
К 1/8"	7,8...24,5 (0,8...2,5)
К 1/4"	19,6...49,0 (2...5)
К 3/8"	19,6...58,8 (2...6)
К 1/2"	19,6...68,6 (2...7)

\* Затягивать крест-на-крест

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

### **Манжеты и сальники**

Наименование	Обозначение	Количество
Передний сальник коленчатого вала с пружиной	53-1005034-01* (РТ 53-1005034)	1
Набивка сальника заднего коренного подшипника коленчатого вала	24-1005154-01	2
Маслоотражательный колпачек впускных и выпускных клапанов	4021.1007026	16
Манжета сальника крыльчатки водяного насоса	11-8515-А3	1
Манжета сальника крыльчатки водяного насоса (входит в уплотнение водяного насоса старого образца)	11-8515-А3	1
Уплотнение водяного насоса (нового образца)	40522.1307020* (94412) ф.«MTU», Италия	1

---

\* Обозначение в ЗФ ООО «УАЗ»

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
**Подшипники качения**

Наименование	Обозначение	Количество
Передний радиальный шариковый однорядный водяного насоса	66-1307122-01* (20803АК1У) или 66-1307122-02* (20803АК2) или 513.1307122* (20803АК3.Р6Q6) или 513.1307122-01* (20803АК3.TVH.P6Q6) или 513.1307122-03* (6-20803АКУ)	1
Задний радиальный шариковый однорядный водяного насоса	513.1307082* (20703А3.Р6Q6) или 513.1307082-01* (20703А3.TVH.P6Q6) или 513.1307082-03* (6-20703АК)	1
Радиальный шариковый однорядный с двухсторонним уплотнением носка первичного вала коробки передач (в коленчатом вале)	402.1701031* (6203ZZ.Р6Q6/УС30) или 402.1701031-02* (6203.2RS2.Р63Q6/УС30)	1

---

\* Обозначение в ЗФ ООО «УАЗ»

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**  
**Детали и комплекты для ремонта двигателя**

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
523.1000105-51-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра, поршень 523.1004015-10 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, кольца поршневые и стопорные, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1000105-52-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра, поршень 523000.1004015-11 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, кольца поршневые и стопорные, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1000105-152-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра с наружным покрытием, поршень 523.1004015-10 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, кольца поршневые и стопорные, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1000105-153-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра с наружным покрытием, поршень 523000.1004015-11 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, кольца поршневые и стопорные, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1000110-51-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра, поршень 523.1004015-10 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, стопорные кольца, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1000110-152-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра с наружным покрытием, поршень 523.1004015-10 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, стопорные кольца, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
523.1000110-52-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра, поршень 523000.1004015-11 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, стопорные кольца, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1000110-153-01/02/03/04/05	Гильза цилиндра с наружным покрытием, поршень 523000.1004015-11 группы А/В/С/Д/Е, палец поршневой, стопорные кольца, прокладка гильзы цилиндра (комплект на цилиндр)	Стандартный
523.1004014-10-01	Поршень 523.1004015-10 группы «А» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-10-02	Поршень 523.1004015-10 группы «В» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-10-03	Поршень 523.1004015-10 группы «С» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-10-04	Поршень 523.1004015-10 группы «Д» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-10-05	Поршень 523.1004015-10 группы «Е» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-11-01	Поршень 523000.1004015-11 группы «А» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
523.1004014-11-02	Поршень 523000.1004015-11 группы «В» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-11-03	Поршень 523000.1004015-11 группы «С» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-11-04	Поршень 523000.1004015-11 группы «D» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-11-05	Поршень 523000.1004015-11 группы «Е» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,0
523.1004014-10-AP/01	Поршень 523.1004015-10-AP группы «А» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-10-AP/02	Поршень 523.1004015-10-AP группы «В» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-10-AP/03	Поршень 523.1004015-10-AP группы «С» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-10-AP/04	Поршень 523.1004015-10-AP группы «D» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-10-AP/05	Поршень 523.1004015-10-AP группы «Е» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
523.1004014-11-АР/01	Поршень 523000.1004015-11-АР группы «А» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-11-АР/02	Поршень 523000.1004015-11-АР группы «В» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-11-АР/03	Поршень 523000.1004015-11-АР группы «С» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-11-АР/04	Поршень 523000.1004015-11-АР группы «D» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-11-АР/05	Поршень 523000.1004015-11-АР группы «Е» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø92,5
523.1004014-10-БР/01	Поршень 523.1004015-10-БР группы «А» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø93,0
523.1004014-10-БР/02	Поршень 523.1004015-10-БР группы «В» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø93,0
523.1004014-10-БР/03	Поршень 523.1004015-10-БР группы «С» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø93,0
523.1004014-10-БР/04	Поршень 523.1004015-10-БР группы «D» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø93,0

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
523.1004014-10-БР/05	Поршень 523.1004015-10-БР группы «Е» с поршневым пальцем и стопорными кольцами (комплект на цилиндр)	Цилиндр Ø93,0
523.1004015-10	Поршень ф.«Almet» стандартного размера	Цилиндр Ø92,0
523.1004015-10-АР	Поршень ф.«Almet» 1-го ремонтного размера	Цилиндр Ø92,5
523.1004015-10-БР	Поршень ф.«Almet» 2-го ремонтного размера	Цилиндр Ø93,0
523000.1004015-11	Поршень стандартного размера	Цилиндр Ø92,0
523000.1004015-11-АР	Поршень 1-го ремонтного размера	Цилиндр Ø92,5
406.1004023	Комплект поршневых колец на один поршень стандартного размера <sup>1)</sup>	Цилиндр Ø92,0
406.1004023-АР	Комплект поршневых колец на один поршень 1-го ремонтного размера <sup>1)</sup>	Цилиндр Ø92,5
406.1004023-БР	Комплект поршневых колец на один поршень 2-го ремонтного размера <sup>1)</sup>	Цилиндр Ø93,0
406.1004023-10	Комплект поршневых колец на один поршень стандартного размера <sup>2)</sup>	Цилиндр Ø92,0
406.1004023-10-АР	Комплект поршневых колец на один поршень 1-го ремонтного размера <sup>2)</sup>	Цилиндр Ø92,5
406.1004023-10-БР	Комплект поршневых колец на один поршень 2-го ремонтного размера <sup>2)</sup>	Цилиндр Ø93,0

<sup>1)</sup> Поршневые кольца имеют высоту: компрессионные – 2 мм, маслосъемное – 5 мм. Предназначены для установки в поршни с канавками высотой 2 мм, 2 мм, 5 мм

<sup>2)</sup> Поршневые кольца имеют высоту: верхнее компрессионное – 1,5 мм, нижнее компрессионное – 1,75 мм, маслосъемное в сборе – 3 мм. Предназначены для установки в поршни с канавками высотой 1,5 мм, 1,75 мм, 3 мм

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
523.1005014	Коленчатый вал с коренными и шатунными вкладышами. Комплект	Стандартный
ВК-13-1000104-А	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 60,00$
ВК-13-1000104-БР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 59,95$
ВК-13-1000104-ВР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 59,75$
ВК-13-1000104-ДР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 59,50$
ВК-13-1000104-ЕР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 59,25$
ВК-13-1000104-ЖР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 59,00$
ВК-13-1000104-ИР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 58,75$
ВК-13-1000104-КР1	Комплект шатунных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 58,50$
53-1004060-04	Болт шатуна с гайкой в комплекте	Стандартный
21-1004020-14 или 21-1004020-15	Палец поршневой	Стандартный
ВК-53-1000102 или 53-1000102-01	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 70,00$
ВК-53-1000102-БР или 53-1000102-11	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 69,95$
ВК-53-1000102-ВР или 53-1000102-21	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 69,75$
ВК-53-1000102-ДР или 53-1000102-31	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 69,50$
ВК-53-1000102-ЕР или 53-1000102-41	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 69,25$
ВК-53-1000102-ЖР или 53-1000102-51	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 69,00$
ВК-53-1000102-ИР или 53-1000102-61	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки $\varnothing 68,75$

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
ВК-53-1000102-КР или 53-1000102-71	Комплект коренных вкладышей на один двигатель	Шейки Ø68,50
53-1000102-02	Комплект коренных вкладышей и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø70,00
53-1000102-12	Комплект коренных вкладышей 1-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø69,95
53-1000102-22	Комплект коренных вкладышей 2-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø69,75
53-1000102-32	Комплект коренных вкладышей 3-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø69,50
53-1000102-42	Комплект коренных вкладышей 4-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø69,25
53-1000102-52	Комплект коренных вкладышей 5-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø69,00
53-1000102-62	Комплект коренных вкладышей 6-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø68,75
53-1000102-72	Комплект коренных вкладышей 7-го ремонтного размера и шайб упорных подшипников стандартного размера	Шейки Ø68,50
4021-1005183-02	Передняя шайба упорного подшипника коленчатого вала стандартного размера	Стандартная

Обозначение	Наименование детали или комплекта	Ремонтный размер сопрягаемой детали (номинальный), мм
4021-1005183-12	Передняя шайба упорного подшипника коленчатого вала ремонтного размера	Увеличенной на 0,13 мм толщины
13-1005184-02	Задняя шайба упорного подшипника коленчатого вала стандартного размера	Стандартная
13-1005184-12	Задняя шайба упорного подшипника коленчатого вала ремонтного размера	Увеличенной на 0,13 мм толщины
13-1000103-01	Комплект втулок распределительного вала на один двигатель (полуобработанные)	Для шеек стандартного размера
13-1007033-31	Втулка направляющая впускного клапана	Стандартная
511.3906633	Комплект ремонтный № 1 водяного насоса (валик, втулка распорная, стопорное кольцо корпуса, уплотняющая шайба сальника, манжета, подшипники)	
511.3906634	Комплект ремонтный № 2 водяного насоса (валик, крыльчатка, втулка распорная, стопорное кольцо корпуса, уплотняющая шайба сальника, манжета, подшипники, ступица шкива)	
13-1307016	Крыльчатка, шайба, манжета водяного насоса. Комплект	
511.1307003	Корпус водяного насоса со стопорным кольцом. Комплект	Стандартные
511.1000106	Шестерни распределительные. Комплект	Стандартные
511.1004043	Шатун с болтом и гайкой. Комплект	Стандартные
ВК-53-1601198	Рычаг оттяжной нажимного диска сцепления. Комплект	Стандартные

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**  
**Размеры основных деталей двигателя, зазоры и натяги в сопряжениях, мм**

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Гильза цилиндра - посадочный диа- метр	100 <sup>-0,03</sup> <sub>-0,10</sub>	Блок цилиндров - диаметр отверстия под гильзу	100 <sup>+0,054</sup>	0,030	0,154	—	—	—	0,154	—	—
Толкатель (группа 1)	25 <sup>-0,008</sup> <sub>-0,015</sub>	Блок цилиндров <sup>*1</sup> - диаметр направляющей толкателя (маркировка голубой краской)	25 <sup>+0,023</sup> <sub>+0,011</sub>	0,019	0,038	—	—	—	0,058	—	—
Толкатель (группа 2)	25 <sup>-0,015</sup> <sub>-0,022</sub>	Блок цилиндров <sup>*1</sup> - диаметр направляющей толкателя (маркировка жёлтой краской)	25 <sup>+0,011</sup>	0,015	0,033	—	—	—	0,058	—	—
Поршень <sup>*2</sup> – диа- метр юбки поршня	92 <sup>+0,048</sup> <sub>-0,012</sub>	Гильза цилиндра <sup>*2</sup> – внут- ренний диаметр	92 <sup>+0,084</sup> <sub>+0,024</sub>	0,024	0,048	—	—	0,024	0,048	—	—
Верхнее компресси- онное кольцо – вы- сота	2 <sup>-0,010</sup> <sub>-0,025</sub>	Поршень <sup>*3</sup> – высота канавки под верхнее и нижнее ком- прессионное кольцо	2 <sup>+0,075</sup> <sub>+0,050</sub>	0,060	0,10	—	—	—	0,15	—	—
Верхнее компресси- онное кольцо – вы- сота	1,5 <sup>-0,005</sup> <sub>-0,030</sub>	Поршень <sup>*4</sup> – высота канавки под верхнее компрессион- ное кольцо	1,5 <sup>+0,060</sup> <sub>+0,040</sub>	0,045	0,090	—	—	—	0,15	—	—
Нижнее компресси- онное кольцо – вы- сота	2 <sup>-0,010</sup> <sub>-0,022</sub>	Поршень <sup>*3</sup> – высота канавки под верхнее и нижнее ком- прессионное кольцо	2 <sup>+0,075</sup> <sub>+0,050</sub>	0,060	0,097	—	—	—	0,15	—	—

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуски, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуски, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Нижнее компресси- онное кольцо - вы- сота	$1,75^{-0,005}_{-0,030}$	Поршень <sup>*4</sup> – высота канавки под нижнее компрессионное кольцо	$1,75^{+0,050}_{+0,030}$	0,035	0,080	–	–	–	0,15	–	–
Поршневой палец 21-1004020-14 – наружный диаметр	$25_{-0,0125}^{*5}$	Поршень – диаметр от- верстия под поршневой палец  (с нагревом поршня)	$25_{-0,01}^{*5}$	–	0,0025	–	0,0025	–	0,0025	–	0,0025
Поршневой палец 21-1004020-15 – наружный диаметр	$25_{-0,01}^{*5}$										
Поршневой палец 21-1004020-14 – наружный диаметр	$25_{-0,0125}^{*5}$	Поршень – диаметр от- верстия под поршневой палец  (без нагрева поршня)	$25_{-0,01}^{*5}$	–	0,005	–	–	–	0,005	–	–
Поршневой палец 21-1004020-15 – наружный диаметр	$25_{-0,01}^{*5}$										
Поршневой палец 21-1004020-14 – наружный диаметр	$25_{-0,0125}^{*5}$	Шатун – диаметр отвер- стия под поршневой па- лец	$25^{+0,007*5}_{-0,003}$	0,0045	0,0095	–	–	0,0045	0,0095	–	–
Поршневой палец 21-1004020-15 – наружный диаметр	$25_{-0,01}^{*5}$										

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуски, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуски, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Коленчатый вал - диаметр коренной шейки	$70_{-0,019}$	Блок цилиндров – диаметр постелей коренных под- шипников	$74,5^{+0,018}$	0,036	0,087	–	–	0,036	0,087	–	–
		Вкладыш коренного под- шипника - толщина	$2,25^{-0,018}_{-0,025}$								
Коленчатый вал – диаметр шатунной шейки	$60_{-0,019}$	Шатун – диаметр отверстия нижней головки	$63,5^{+0,018}$	0,026	0,077	–	–	0,026	0,077	–	–
		Вкладыш шатуна – толщина	$1,75^{-0,013}_{-0,020}$								
Коленчатый вал – диаметр шейки под ступицу шкива	$38^{+0,020}_{+0,003}$	Ступица шкива коленчатого вала – диаметр отверстия	$38^{+0,007}_{-0,020}$	–	0,004	–	0,04	–	0,05	–	–
Коленчатый вал – диаметр шейки под шестерню	$40^{+0,027}_{+0,009}$	Шестерня коленчатого вала – диаметр отверстия	$40^{+0,027}$	–	0,018	–	0,027	–	0,047	–	–
Болт шатуна	$10_{-0,015}$	Отверстие под болт в ша- туне	$10^{+0,011}_{-0,019}$	–	0,026	–	0,019	–	0,026	–	0,019
Ширина нижней го- ловки шатуна	$26^{-0,15}_{-0,22}$	Длина шатунной шейки ко- ленчатого вала	$52^{+0,1}$	0,30	0,54	–	–	–	–	–	–

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Передние втулки распределительного вала – наружный диаметр	$56^{+0,20}_{+0,15}$	Блок цилиндров – диаметр отверстий под передние втулки распределительного вала	$56^{+0,018}$	–	–	0,132	0,200	–	–	0,132	0,20
Задняя втулка рас- пределительного вала – наружный диаметр	$53,5^{+0,18}_{+0,13}$	Блок цилиндров – диаметр отверстия под заднюю втул- ку распределительного вала	$53,5^{+0,08}$	–	–	0,05	0,18	–	–	0,05	0,18
Распределительный вал - диаметр опор- ных шеек	$50_{-0,02}$	Блок цилиндров – диаметр отверстий втулок распреде- лительного вала	$50^{+0,050}_{+0,025}$	0,025	0,070	–	–	–	0,15	–	–
Распределительный вал – диаметр шей- ки под шестерню	$28^{+0,023}_{+0,008}$	Шестерня распределитель- ного вала – диаметр отвер- стия	$28^{+0,023}$	–	0,015	–	0,023	–	0,065	–	–
Направляющая втулка клапана – наружный диаметр	$17^{+0,066}_{+0,047}$	Головка цилиндров – диа- метр отверстия под направ- ляющую втулку клапана	$17^{+0,025}_{-0,010}$	–	–	0,022	0,076	–	–	0,022	0,076
Клапан впускной – диаметр стержня	$9^{-0,050}_{-0,075}$	Головка цилиндров – диа- метр отверстия в направля- ющей втулке клапана	$9^{+0,022}$	0,050	0,097	–	–	–	0,130	–	–
Клапан выпускной – диаметр стержня	$9^{-0,075}_{-0,095}$	Головка цилиндров – диа- метр отверстия в направля- ющей втулке клапана	$9^{+0,022}$	0,075	0,117	–	–	–	0,160	–	–

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Ось коромысел кла- панов – наружный диаметр	$22^{-0,007}_{-0,021}$	Коромысло клапанов – диа- метр отверстия под ось	$22^{+0,028}_{+0,007}$	0,014	0,049	–	–	–	0,060	–	–
Ось ведомой ше- стерни масляного насоса – наружный диаметр	$13^{-0,064}_{-0,082}$	Шестерня ведомая масляно- го насоса – диаметр отвер- стия под ось	$13^{-0,022}_{-0,048}$	0,016	0,060	–	–	–	0,100	–	–
Валик масляного насоса – наружный диаметр	$13_{-0,012}$	Корпус масляного насоса – диаметр отверстия под ва- лик	$13^{+0,040}_{+0,016}$	0,016	0,052	–	–	0,016	0,080	–	–
Валик масляного насоса – наружный диаметр	$13_{-0,012}$	Шестерня ведущая масляно- го насоса – диаметр отвер- стия под валик	$13^{-0,022}_{-0,048}$	–	–	0,010	0,048	–	–	0,010	0,048
Шестерня масляно- го насоса – наруж- ный диаметр	$40^{-0,025}_{-0,075}$	Корпус масляного насоса – диаметр гнезда под шестер- ни	$40^{+0,070}_{+0,025}$	0,050	0,145	–	–	0,120	0,200	–	–
Высота шестерен масляного насоса	$40^{+0,100}_{+0,075}$	Глубина гнезда под шестер- ни в корпусе масляного насоса	$40^{-0,06}_{-0,11}$	$0,125^{*6}$	$0,325^{*6}$	–	–	–	–	–	–
Валик привода рас- пределителя зажиг- ания – диаметр ва- лика	$13_{-0,012}$	Корпус привода распреде- лителя зажигания – диаметр отверстия под валик приво- да	$13^{+0,040}_{+0,016}$	0,016	0,052	–	–	0,016	0,060	–	–

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Задний подшипник водяного насоса – наружный диаметр	40 <sub>-0,009</sub>	Корпус водяного насоса – диаметр отверстия под внутренний подшипник	40 <sub>-0,020</sub> <sup>+0,007</sup>	–	0,016	–	0,020	–	0,029	–	0,020
Передний подшип- ник водяного насоса – наружный диа- метр	47 <sub>-0,009</sub>	Корпус водяного насоса – диаметр отверстия под пе- редний подшипник	47 <sub>-0,027</sub>	–	0,009	–	0,027	–	0,031	–	0,027
Валик водяного насоса – наружный диаметр	17 <sub>-0,012</sub> <sup>+0,014</sup>	Подшипник водяного насоса – внутренний диаметр	17 <sub>-0,007</sub>	–	0,012	–	0,021	–	0,020	–	0,021
Валик водяного насоса – наружный диаметр	17 <sub>-0,012</sub> <sup>+0,014</sup>	Ступица шкива водяного насоса – диаметр отверстия под валик насоса	16,99 <sub>-0,060</sub> <sup>-0,033</sup>	–		0,031	0,084	–	–	0,031	0,084
Валик водяного насоса – наружный диаметр <sup>*</sup>	17 <sub>-0,012</sub> <sup>+0,014</sup>	Крыльчатка водяного насоса – диаметр отверстия под ва- ликом насоса	17 <sub>+0,016</sub> <sup>+0,040 *</sup>	0,002 *	0,052 *	–	–	–	0,08 *	–	–
Корпус водяного насоса – расстояние от торца под саль- ник до привалочной плоскости корпуса	12,5±0,12*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

\* Водяной насос старого образца

Наименование «вала»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Наименование «отверстия»	Номинальные размеры и до- пуска, мм	Номинальный				Допустимый без ремонта			
				зазор		натяг		зазор		натяг	
				min	max	min	max	min	max	min	max
Болт маховика	12 <sub>-0,018</sub>	Фланец коленчатого вала и маховик – диаметр отверстия под болт	12 <sup>+0,027</sup>	0,00	0,045	–	–	0,00	0,045	–	–
Штифт установочный картера сцепления	13 <sub>-0,018</sub>	Блок цилиндров – диаметр отверстия под штифт	13 <sup>-0,033</sup> <sub>-0,060</sub>	–	–	0,015	0,060	–	–	0,015	0,060
Штифт установочный картера сцепления	13 <sub>-0,018</sub>	Картер сцепления – диаметр отверстия под штифт	13 <sup>+0,050</sup> <sub>+0,032</sub>	0,032	0,068	–	–	0,032	0,068	–	–

**Примечание:**

\*<sup>1</sup> Подбор с разбивкой на две группы, окрашиваемые соответственно в желтый и голубой цвет

\*<sup>2</sup> Подбор с разбивкой на пять групп через каждые 0,012 мм с последующей проверкой подбора, протягиванием ленты-щупа толщиной 0,05 мм, шириной 10 мм с усилием 30...40 Н (3...4 кгс)

\*<sup>3</sup> Для поршней 523.1004015, 523.1004015-AP, 523.1004015-БР, 523.1004015-ВР

\*<sup>4</sup> Для поршней 523.1004015-10, 523.1004015-10-AP, 523.1004015-10-БР, 523000.1004015-11, 523000.1004015-11-АР

\*<sup>5</sup> Подбор с разбивкой на размерные группы - через каждые 0,0025 мм

\*<sup>6</sup> С учетом сжатия прокладки

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

### **Основные данные для регулировок и контроля**

Зазор между электродами свечей зажигания, мм	0,80...0,95
Оптимальная температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения, °C	80...95

**ПРИЛОЖЕНИЕ 7**  
**Таблица компонентов системы управления двигателем**

№ п/п	Компонент СУД	Количество
1	Датчик частоты вращения коленчатого вала 40904.3847010 ф.Bosch, 40904.3847010-03 ф.Bosch, 40904.3847010-01.	1 шт.
2	Датчик фазы 40904.3847000 ф.Bosch , 40904.3847000-01 ф.Bosch.	1 шт.
3	Датчик температуры охлаждающей жидкости 40904.3828000 ф.Bosch.	1 шт.
4	Датчик абсолютного давления. и темпер. воздуха на впуске 40905.3829010 ф. Bosch.	1 шт.
5	Датчик кислорода OSP+ ф.Delphi № 25368889	2 шт.
6	Датчики сигналов торможения ВП 125-3710010.	2 шт.
7	Датчик аварийного давления масла в двигателе (концевой выключатель)	1 шт.
8	Модуль педали акселератора 6PV 010.033-00 ф. Hella.	1 шт.
9	Реле (главное, стартера,бензонасоса, муфты кондиционера)	4 шт.
10	Дроссельный патрубок с электроприводом 40904.1148090 ф. Bosch	1 шт.
11	Электромагнитная форсунка 406.1132010 EV14CL ф. Bosch	8 шт.
12	Катушка зажигания 407.3705000-10 производства ОАО «СОАТЭ».	8 шт.
13	Блок управления двигателем 989Х.3763 001-YY	1 шт.
14	Канал управления резервным электромклапаном (опция)	1 шт.
15	Выделенный канал (управляющие импульсы) на тахометр	Да
16	Выделенный канал на индикатор неисправности (MIL)	Да
17	Электронный модуль MADIC входных дискретных и аналоговых каналов:	1 шт.
17.1	Запрос включения кондиционера (+)	Да
17.2	Сигнал с датчика открытой двери (+)	Да
17.3	Сигнал с датчика скорости автобуса (Холла)	Да
17.4	Сигнал с датчика уровня газа (потенциометрический, для СНГ)	Да
17.5	Сигнал с датчика сцепления (-)	Да
17.6	Сигнал с датчика уровня бензина (потенциометрический)	Да
17.7	Сигнал с переключателя уставки частоты вращения холостого хода (потенциометрический, ступенчатый)	Да
18	Модуль бензонасоса с потенциометрическим датчиком уровня бензина	1 шт.
19	Редукционный клапан (300 кПа) в рампе бензиновых форсунок.	1 шт.
20	Жгут проводов СУД (Е-газ)	1 шт.
21	Диагностический канал (K-line)	Да
22	CAN-интерфейс (с КП)	Да

№ п/п	Компонент СУД	Количество
	<b>Газовые компоненты:</b>	
	<b>Универсальные:</b>	
23	Индикатор работы двигателя на газовом топливе 997.3710 - 07.178 (АО «АВАР»)	1 шт.
24	Модуль газовых форсунок (4 шт.) в сборе с рампой ф. Lovato	2 шт.
25	Фильтр газовой фазы с интегрированными датчиками температуры и давления газа ф. Lovato	1 шт.
	<b>СНГ-компоненты:</b>	
26	Редуктор-испаритель газа одноступенчатый с интегрированными фильтром жидкой фазы и электромагнитным запорным клапаном (СНГ)	1 шт.
27	Мультифункциональный клапан баллона с датчиком уровня и запорным электромагнитным клапаном (СНГ)	1 шт.
28	Внешнее заправочное устройство (СНГ)	1 шт.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

**Таблица выводов блока управления Микас 12.48**

Моторная секция (B, 48 pin)		Примечание
BA1	Общий датчиков положения дросселя	
BA2	Питание 5В 1 (ДМРВ, ДДВ, ДДГ)	
BA3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 1 (и 5)	
BA4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 7	
BB1	Вход. Сигнал датчика детонации	Резерв
BB2	Питание 5В 2 (ДП дросселя)	
BB3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 5	
BB3	<b>Выход.</b> Управление (+) питанием газ. форсунок 1 и 6	
BB4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 2	
BC1	Вход. Датчик температуры охл. жидкости	
BC2	Общий датчика детонации	Резерв
BC3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 3 (и 6)	
BC4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 8	
BD1	Вход. Сигнал датчика положения коленвала (канал «В»)	Индукционный датчик
BD2	Вход. Сигнал датчика положения коленвала (канал «А»)	Индукционный датчик
BD3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 6	
BD3	<b>Выход.</b> Управление (+) питанием газ. форсунок 3 и 5	
BD4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 4	
BE1	Вход. Датчик положения дросселя 2	
BE2	Вход. Датчик положения дросселя 1	
BE3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 2 (и 4)	
BE4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 5	
BF1	Вход. Датчик аварийного давления масла	Контактный датчик на «массу»
BF2	Общий экранов датчиков: ДПРВ; ДК; ДД; ДПКВ	
BF3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 4	
BF3	<b>Выход.</b> Управление (+) питанием газ. форсунок 2 и 7	
BF4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 3	
BG1	Вход. Сигнал датчика температуры воздуха	Датчик входит в состав МАР или ДМРВ
BG2	<b>Выход.</b> Управление электромагнитным клапаном (+)	Электроклапан (клемма «+» газового редуктора)
BG3	<b>Выход.</b> Управление (-) бензиновой форсункой 7 (и 8)	

Моторная секция (B, 48 pin)		Примечание
BG4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 1.	
BH1	Вход. Сигнал датчика температуры газа	Датчик входит в состав фильтра газовой фазы
BH2	Вход. Сигнал датчика положения распределительного вала	Датчик Холла с напряжением питания 12В
BH3	<b>Выход.</b> Управление (-)бензиновой форсункой 8	
BH3	<b>Выход.</b> Управление (+) питанием газ. форсунок 4 и 8	
BH4	<b>Выход.</b> Управление (-) газовой форсункой 6	
BJ1	Общий зажигания 1	К «Массе» на двигателе
BJ2	Вход. Датчик давления газа в рампе	Датчик входит в состав фильтра газовой фазы
BJ3	Вход. Датчик массового расхода воздуха (частотный)	Датчик Бош с частотным выходом
BJ4	<b>Выход.</b> Управление мотором электрического дросселя (-)	
BK1	Общий зажигания 2	К «Массе» на двигателе
BK2	Общий ДМРВ, низ. давления газа, воздуха, датчика,	
BK3	Вход. Датчик давления воздуха/газа в рампе	Входит в состав фильтра газовой фазы
BK4	<b>Выход.</b> Управление мотором электрического дросселя (+)	
BL1	<b>Выход.</b> Управление (-) катушкой зажигания 7	
BL2	<b>Выход.</b> Управление (-) катушкой зажигания 8	
BL3	<b>Выход.</b> Управление (-) катушкой зажигания 5	
BL4	<b>Выход.</b> Управление катушкой зажигания 3	
BM1	<b>Выход.</b> Управление катушкой зажигания 6	
BM2	<b>Выход.</b> Управление катушкой зажигания 4	
BM3	<b>Выход.</b> Управление катушкой зажигания 1	
BM4	<b>Выход.</b> Управление катушкой зажигания 2	

Кузовная секция (A, 32 pin)		Примечание
AA1	<b>Выход.</b> Управление тахометром (-)	
AA2	<b>Выход.</b> Управление реле стартера (-)	
AA3	Вход. Сигнал ДК 2	
AA4	Вход/Выход CAN-L 1	Выделенная линия CAN (инженерный БУ)
AB1	<b>Выход.</b> Индикатор неисправности	MIL (ОБД)
AB2	<b>Выход.</b> Не используется	
AB3	Вход/Выход CAN-H 1	Выделенная линия CAN (инженерный БУ)
AB4	<b>Выход.</b> Управление (-) реле бензонасоса	

	<b>Кузовная секция (A, 32 pin)</b>	<b>Примечание</b>
AC1	<b>Выход.</b> Управление (-) реле кондиционера	
AC2	Вход. Сигнал стоп-лампа (+)	Нормально разомкнутый конц. вкл.
AC3	Вход. Сигнал датчика тормоза (+)	Нормально замкнутый конц. вкл.
AC4	Вход. Замок зажигания (Клемма «15»)	
AD1	<b>Выход.</b> Управление главным реле (-)	
AD2	Вход. Сигнал датчика 1 акселератора	
AD3	Вход. Сигнал ДК 1	
AD4	Общий. Датчик 2 акселератора	
AE1	<b>Выход.</b> Индикатор вида топлива (-)	Сигнальная лампа (3 режима свечения)
AE2	Вход. Сигнал датчика 2 акселератора	
AE3	Общий. Датчик 1 акселератора	
AE4	Вход/Выход. К-линия	К колодке диагностики (ОБД)
AF1	Питание 5В датчика 1 акселератора	
AF2	Питание 5В датчика 2 акселератора	
AF3	Вход/Выход CAN-L 0	CAN-L (шина SAE J1939)
AF4	Вход/Выход CAN-H 0	CAN-H (шина SAE J1939)
AG1	<b>Выход.</b> Управление (-) (ШИМ) нагревателем ДК 1	ДК до нейтрализатора
AG2	<b>Выход.</b> Управление (-) (ШИМ) нагревателем ДК 2	ДК после нейтрализатора (диагностика)
AG3	Общий. ДК 2	
AG4	Общий. ДК 1	
AH1	<b>Выход.</b> Управление (+) электромагн. клап. баллона	Электроклапан баллона (или реле управления электромагнитными клапанами на КПГ-баллонах)
AH2	Вход. +12В неоткл. питание (от АБ, клемма «30»)	После предохранителя 5А
AH3	Вход. +12В после главного реле (клемма «87» реле)	
AH4	Общий выходных каскадов	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

**Таблица выводов CAN-конвертера (MADIC)**

<b>CAN-конвертер (MADIC)</b>		<b>Примечание</b>
01	Вход. Концевой выключатель (-) (на «массу»)	Датчик выключенного сцепления (опционально)
03	Вход. Концевой выключатель (на шину +12 В)	Датчик открытой двери
04	Вход. Концевой выключатель (на шину +12 В)	Запрос включения кондиционера
05	Вход. Сигнал датчика скорости автобуса	Датчик Холла
06	Питание +5 В аналоговых датчиков	Стабилизированное питание датчика уровня газа
07	Вход. Датчик запаса газа	Датчик в составе мультиклапана баллона
08	Вход. Датчик (резистивный)	Позиционный переключатель частоты вращения х.х.
09	Вход. Датчик уровня бензина (+)	Датчик в составе модуля погружного насоса.
10	Вход. Датчик уровня бензина (-)	
11	Вход/Выход. CAN-L	
12	Вход/Выход. CAN-H	
13	Общий аналоговый (GNA)	Общий GNA СУД
14	Общий «масса»	
15	Общий цифровой (GND)	Общий GND СУД
16	Напряжение питания (+12 В после главного реле СУД)	К контактам главного реле СУД

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

### Список параметров, передаваемых блоком Микас 12.48 и MADIC в CAN-шину

Наименование параметра	Описание
1 Аварийное давление масла в двигателе	Состояние датчика давления: «Нет давления масла» «Есть давление масла»
2. Температура охлаждающей жидкости	Текущее значение температуры охлаждающей жидкости в точке установки датчика температуры на двигателе, в °C
3. Частота вращения коленчатого вала двигателя	Текущее значение частоты вращения коленчатого вала. мин <sup>-1</sup>
4. Время работы двигателя в текущей поездке	(час, мин)
5. Неисправность двигателя (лампа «Проверь двигатель»)	Состояние лампы: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выключена</li> <li>2. Включена</li> <li>3. Мигает с частотой 1 Гц.</li> </ol>
6. *Скорость движения автобуса	Текущее значение скорости. км/час
7. *Положение переключателя частоты вращения холостого хода	Текущее значение требуемого значения частоты вращения холостого хода, мин <sup>-1</sup>
8. *Запас бензина в баке	В % от максимального значения (100% - полный бак)
9. *Запас газа в баллоне	В % от максимального значения
10.*Состояние концевого выключателя двери пассажира	Включен/Выключен
11.*Состояние концевого выключателя запроса включения кондиционера	Включен/Выключен
12.*Состояние концевого выключателя сцепления (оциально)	Включен/Выключен

\*- функция CAN-конвертера MADIC

## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

### Диагностируемые параметры

Перечень диагностируемых компонентов системы управления, антитоксичных устройств, регистрируемые диагностические коды, критерии определения неисправности, реакция лампы индикатора неисправности (ИН) и условия испытаний для включения лампы при регистрации неисправности – представлены ниже в таблице.

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
Отсечные клапаны	P0005	Замыкание цепи управления на массу или КЗ обмотки	Температура кристалла микросхемы управления питанием клапанов превышает допустимый порог		- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
Отсечные клапаны	P0006	Обрыв цепи управления или замыкание на бортовую сеть	Напряжение на выходе ключа управления питанием превышает допустимый порог		- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
Датчик абсолютного давления воздуха во впускной трубе (MAP-sensor)	P0106	Выход сигнала из допустимого диапазона	Расхождение на 150 мГ/цикл с расходом воздуха, подсчитанным по положению дросселя	-	- частота вращения КВ - положение дросселя - время работы	
	P0107	Низкий уровень сигнала/обрыв	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,1515$ В – остановленный двигатель $U_d < 0,05$ В – работающий двигатель	1 ец	- Расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	- аварийный режим работы по датчику положения дроссельной заслонки
	P0108	Высокий уровень сигнала	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,95$ В	1 ец		
Датчик температуры воздуха на впуске (Intake Air)	P0112	Низкий уровень сигнала	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,07$ В	1 ец	- частота вращения КВ - температура	-аварийный режим работы по модельному

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
Temperature Sensor)	P0113	Высокий уровень сигнала/обрыв	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,95 \text{ В}$	1 ец	OЖ - время работы - Расчетная нагрузка - барометрическое давление	значению температуры воздуха.
Датчик температуры охлаждающей жидкости (Engine Coolant Temperature Sensor)	P0116	Выход сигнала из допустимого диапазона	Расхождение с модельной температурой охлаждающей жидкости на $40^\circ\text{C}$	3 ец	- модельная температура OЖ - частота вращения КВ - время работы - Расчетная нагрузка - барометрическое давление	-аварийный режим работы с включенным реле электромагнитной муфты вентилятора системы охлаждения двигателя
	P0117	Низкий уровень сигнала	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,07 \text{ В}$	1 ец		
	P0118	Высокий уровень сигнала/обрыв	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,95 \text{ В}$	1 ец		
	P0217	Высокий уровень сигнала	Температура ОЖ больше $110^\circ\text{C}$ Время работы больше 180 с. после старта	1 ец		
Первый датчик положения электропривода дроссельной заслонки (Electrical Throttle Position Sensor 1)	P0122	Низкий уровень сигнала/замыкание на землю	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,978 \text{ В}$	1 ец	- положение дросселя - частота вращения КВ - время работы	- работа по значению второго датчика - ограничение частоты вращения двигателя - выключение привода дроссельной заслонки (при наличии неисправностей по обоим датчикам)
	P0123	Высокий уровень сигнала/обрыв	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,95 \text{ В}$	1 ец		
Второй датчик	P0222	Низкий уровень	Ниже граничного	1 ец	- положение	- работа по

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
положения электропривода дроссельной заслонки (Electrical Throttle Position Sensor 2)		сигнала/обрыв	значения напряжения $U_d < 0,978 \text{ В}$		дросселя - частота вращения КВ - время работы	значению первого датчика - ограничение частоты вращения двигателя - выключение привода дроссельной заслонки (при наличии неисправностей по обоим датчикам)
	P0223	Высокий уровень сигнала/замыкание на 5 В	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,95 \text{ В}$	1 ец		
Датчики положения электропривода дроссельной заслонки	P2135	Ошибка корреляции датчиков	-10 % $< (\phi_{d1} - \phi_{d2}) < 10\%$ Расхождение в положении заслонки по датчикам выше допустимого значения	3 ец	- положение дросселя - частота вращения КВ - время работы	- выключение привода дроссельной заслонки
Система управления электроприводом дроссельной заслонкой	P2111	Ошибка регулятора положения в направлении открытия	Разница между уставкой дросселя и текущим положением заслонки $> 15\%$	1 ец	- положение дросселя - частота вращения КВ - время работы	- выключение привода дроссельной заслонки
	P2112	Ошибка регулятора положения в направлении закрытия	Разница между уставкой дросселя и текущим положением заслонки $< -15\%$	1 ец		
Электропривод дроссельной заслонки	P2101	Замыкание на массу	Текущие параметры цепи электропривода дроссельной заслонки не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1 ец	- положение дросселя - частота вращения КВ - время работы	- выключение привода дроссельной заслонки
Электропривод дроссельной	P1632	Ошибка пружины в направлении	Во время выполнения адаптации положения	-	- положение дросселя	- выключение дроссельной

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
заслонки		закрытия	дроссельной заслонки, диагностируемые параметры выходят за допустимые пределы		- частота вращения КВ - время работы	заслонки
	P1633	Ошибка пружины в направлении открытия		-		
	P2176	Ошибка процедуры адаптации		-		- выключение привода дроссельной заслонки - установка запроса на адаптацию дроссельной заслонки
	P1635	Ошибка определения закрытого положения заслонки		-		- выключение дроссельной заслонки
	P1636	Ошибка определения обесточенного положения дросселя		-		
Первый датчик положения электрической педали акселератора (Electrical Pedal Position Sensor "1")	P2122	Низкий уровень сигнала/обрыв	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,098 \text{ В}$	1 ец	- частота вращения КВ - цикловое наполнение - время работы	- работа по значению второго датчика
	P2123	Высокий уровень сигнала/замыкание на 5 В	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,90 \text{ В}$	1 ец		- ограничение частоты вращения двигателя - принудительный холостой ход (при наличии неисправностей по обоим датчикам)
Второй датчик положения электрической	P2127	Низкий уровень сигнала/обрыв	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,05 \text{ В}$	1 ец		- работа по значению первого датчика

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
педали акселератора (Electrical Pedal Position Sensor "2")	P2128	Высокий уровень сигнала/замыкание на 5 В	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,90$ В	1 ец		- ограничение частоты вращения двигателя - принудительный холостой ход (при наличии неисправностей по обоим датчикам)
Датчики положения электрической педали акселератора (Electrical Pedal Position Sensor "1" / "2")	P2138	Ошибка корреляции датчиков	Расхождение в положении педали по датчикам выше допустимого значения $-10\% < (\phi_{d1} - \phi_{d2}) < 10\%$	3 ец	- частота вращения КВ - цикловое наполнение - время работы	- принудительный холостой ход
Лямбда-зонд до нейтрализатора (Upstream Lambda Sensor)	P0131	Низкий уровень сигнала	Ниже граничного значения напряжения $U_d < 0,196$ В	Зец	- сопротивление зонда - температура ОЖ - время работы	- отключение лямбда-регулятора
	P0132	Высокий уровень сигнала	Выше граничного значения напряжения $U_d > 4,7996$ В	Зец		
	P0133	Медленный отклик на изменение состава смеси	Увеличение периодов и времени переключения лямбда-зонда в три раза (по сравнению с исправным датчиком)	Зец		
Нагреватель лямбда-зонда до нейтрализатора (Upstream Lambda Sensor Heater)	P0135	Неисправность цепи	Текущие параметры лямбда-зонда не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- сопротивление зонда - температура ОЖ - время работы	- отключение лямбда-регулятора

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
Лямбда-зонд после нейтрализатора (Downstream Lambda Sensor)	P0137	Низкий уровень сигнала	Ниже граничного значения напряжения ( $U_d < 0,0196$ В)	Зец	- сопротивление зонда - напряжение питания - время работы	
	P0138	Высокий уровень сигнала	Выше граничного значения напряжения ( $U_d > 4,7996$ В)	Зец		
Нагреватель лямбда-зонда после нейтрализатора (Downstream Lambda Sensor Heater)	P0141	Неисправность цепи	Текущие параметры лямбда-зонда не соответствуют программным параметрам блока управления	1ец	- сопротивление зонда - напряжение питания - время работы	- отключение второго лямбда-регулятора
Система топливоподачи (Fuel Injection System)	P0171	Бедная смесь или отсутствие отклика лямбда-зонда при обогащении	Работа двигателя на обедненной смеси в течении 30 сек	Зец	- цикловое наполнение - частота вращения КВ - время работы	
	P0172	Богатая смесь или отсутствие отклика лямбда-зонда при обеднении	Работа двигателя на обогащенной смеси в течении 30 сек	Зец		
Датчик температуры газа	P0182	Низкий уровень сигнала	Ниже граничного значения напряжения ( $U_d < 0,0978$ В)	-	- частота вращения КВ - температура ОЖ - время работы - расчетная нагрузка - барометрическое давление	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P0183	Высокий уровень сигнала/обрыв	Выше граничного значения напряжения ( $U_d > 4,9511$ В)	-		
Датчик низкого давления газа	P0192	Низкий уровень сигнала/обрыв	Ниже граничного значения напряжения ( $U_d < 0,0978$ В)	-	- частота вращения КВ - температура ОЖ - время работы	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P0193	Высокий уровень сигнала	Выше граничного значения напряжения	-		

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
			(U <sub>d</sub> > 4,9511 В)		- расчетная нагрузка - барометрическое давление	
Топливные форсунки группа А. Цилиндры 1 и 5 (Injector Cylinder Group A)	P2148	Замыкание на питание	Текущие параметры обмотки форсунки не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	- запрещение диагностики лямбда-зондов
	P2147	Замыкание на массу		Мигание ИН 1ец		
	P2146	Обрыв цепи		1ец		
Топливные форсунки группа В. Цилиндры 2 и 4 (Injector Cylinder Group B)	P2151	Замыкание на питание	Текущие параметры обмотки форсунки не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	- запрещение диагностики лямбда-зондов
	P2150	Замыкание на массу		Мигание ИН 1ец		
	P2149	Обрыв цепи		1ец		
Топливные форсунки группа С. Цилиндры 3 и 6 (Injector Cylinder Group C)	P2154	Замыкание на питание	Текущие параметры обмотки форсунки не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	- запрещение диагностики лямбда-зондов
	P2153	Замыкание на массу		Мигание ИН 1ец		
	P2152	Обрыв цепи		1ец		
Топливные форсунки группа D. Цилиндры 7 и 8 (Injector Cylinder Group D)	P2157	Замыкание на питание	Текущие параметры обмотки форсунки не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	- запрещение диагностики лямбда-зондов
	P2156	Замыкание на массу		Мигание ИН 1ец		
	P2155	Обрыв цепи		1ец		

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
Превышение порога токсичности при пропусках воспламенения (Vehicle Emission Limit Misfire Detected)	P0300	Пропуски воспламенения в цилиндрах	При возникновении пропуска воспламенения в одном или нескольких цилиндрах двигателя, частота вращения коленчатого вала уменьшается и, если ее изменение выходит за установленные пределы, определяется пропуск воспламенения смеси	Мигание ИН 1ец / или Зец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	
Пропуски воспламенения. в цилиндре 1 (Misfire Detected Cylinder 1)	P0301	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы	- отключение подачи топлива в цилиндре 1 и 5
Пропуски воспламенения. в цилиндре 2 (Misfire Detected Cylinder 2)	P0302	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец	- расчетная нагрузка - температура ОЖ	- отключение подачи топлива в цилиндре 2 и 4
Пропуски воспламенения. в цилиндре 3 (Misfire Detected Cylinder 3)	P0303	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец	- барометрическое давление	- отключение подачи топлива в цилиндре 3 и 6
Пропуски воспламенения. в цилиндре 4 (Misfire Detected Cylinder 4)	P0304	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец		- отключение подачи топлива в цилиндре 4 и 2
Пропуски воспламенения. в цилиндре 5 (Misfire Detected Cylinder 5)	P0305	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец		- отключение подачи топлива в цилиндре 5 и 1
Пропуски воспламенения.	P0306	Пропуски воспламенения в		Мигание ИН 1ец /		- отключение подачи топлива в

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
в цилиндре 6 (Misfire Detected Cylinder 6)		цилиндре		или Зец		цилиндре 6 и 3
Пропуски воспламенения. в цилиндре 7 (Misfire Detected Cylinder 7)	P0307	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец		- отключение подачи топлива в цилиндре 7 и 8
Пропуски воспламенения. в цилиндре 8 (Misfire Detected Cylinder 8)	P0308	Пропуски воспламенения в цилиндре		Мигание ИН 1ец / или Зец		- отключение подачи топлива в цилиндре 8 и 7
Датчик углового положения коленчатого вала (ДПКВ) (Crankshaft Position Sensor)	P0335	Обрыв цепи	Для регистрации неисправности, распределительный вал должен сделать не менее 5 оборотов без сигнала с датчика ПКВ	Зец	<ul style="list-style-type: none"> <li>- напряжение питания</li> <li>- температура ОЖ</li> <li>- время работы</li> </ul>	
	P0336	Ошибка синхронизации	Диагностируется за оборот коленчатого вала, сравнением числа зубьев до найденного пропуска с программным значением (58)	Зец		
Датчик фаз (датчик положения распределительного вала) ДПРВ (Camshaft Position Sensor)	P0342	Низкий уровень сигнала	Отсутствие переключения сигнала в точке соответствующей спаду первого (после пропуска зуба) каждого оборот коленчатого вала	Зец	<ul style="list-style-type: none"> <li>- частота вращения двигателя</li> <li>- температура ОЖ</li> <li>- время работы</li> <li>- расчетная нагрузка</li> <li>- барометрическое давление</li> </ul>	
	P0343	Высокий уровень сигнала		Зец		

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
Катушка зажигания цилиндра 1	P0351	Обрыв цепи	Сравнением напряжения насыщения ключа зажигания во время накопления энергии катушки зажигания с порогом	1ец	- цикловое наполнение - частота вращения - время работы	
Катушка зажигания цилиндра 2	P0352	Обрыв цепи				
Катушка зажигания цилиндра 3	P0353	Обрыв цепи				
Катушка зажигания цилиндра 4	P0354	Обрыв цепи				
Катушка зажигания цилиндра 5	P0355	Обрыв цепи				
Катушка зажигания цилиндра 6	P0356	Обрыв цепи				
Катушка зажигания цилиндра 7	P0357	Обрыв цепи				
Катушка зажигания цилиндра 8	P0358	Обрыв цепи				
Нейтрализатор (Catalyst)	P0422	Эффективность нейтрализатора ниже допустимого порога	Текущие параметры эффективности нейтрализатора не соответствуют программным значениям	3ец	- температура ОЖ - температура ОГ - частота вращения - цикловое наполнение	
Датчик скорости автомобиля (Vehicle Speed Sensor)	P0500	Неисправность цепи	При выполнение условий регистрации неисправности в течение 3 сек, максимальная скорость должна превышать 0 км/час	1ец	- цикловое наполнение - частота вращения КВ - время работы	- увеличение порогов для определения пропусков воспламенения
Концевой выключатель педали тормоза	P0504	Рассогласование сигналов	Текущие параметры концевого выключателя педали тормоза не соответствуют	1ец	- частота вращения КВ - скорость автомобиля - время работы	- реализация заданного программного значения параметра педали тормоза

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
			программным параметрам электронного блока управления		- температура ОЖ - частота вращения КВ - время работы	(нажата)
	P2299	Несоответствие с сигналом электрической педали акселератора	При нажатой педали тормоза значение положения педали акселератора более 10 % и скорость а\м более 20 км\ч. Задержка реакции 5 с.			Значение положения педали акселератора принимает 0%
Датчик давления масла	P0520	Обрыв цепи	Отсутствует сигнал с датчика на остановленном двигателе		- температура ОЖ - частота вращения КВ - время работы	
	P0524	Низкое давление масла	Замыкание канала обработки датчика на массу.			
Напряжение бортовой сети автомобиля (System Voltage)	P0562	Низкое напряжение питания	Напряжение питания, измеряемое блоком управления ниже одного из программных значений: $U_c < 6,5$ В – при остановленном двигателе; $U_c < 7,5$ В – при пуске двигателя; $U_c < 10$ В – при работающем двигателе	1ец	- напряжение бортовой сети - температура ОЖ - время работы	
	P0563	Высокое напряжение питания	Напряжение питания, измеряемое блоком управления выше программного значения $U_c > 16$ В	1ец		
	P0560	Недопустимое	Разность напряжения			

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
		напряжение питания	питания на клеммах 15 и 30 превышает порог: -20 В < ΔU < 20 В			
Дополнительное реле стартера (Starter Relay)	P0617	Замыкание на питание	Текущие параметры реле не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- напряжение бортовой сети - температура ОЖ - время работы	
	P0616	Замыкание на массу		1ец		
Реле бензонасоса (Fuel Pump Relay)	P0627	Обрыв цепи	Текущие параметры обмотки реле не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1ец	- напряжение бортовой сети - частота вращения КВ - время работы	
	P0628	Замыкание на массу				
	P0629	Замыкание на питание				
Реле муфты компрессора кондиционера (A/C Clutch Relay Control) (Опционально)	P0646	Замыкание на массу	Текущие параметры обмотки реле не соответствуют программным параметрам электронного блока управления	-	- напряжение бортовой сети - температура ОЖ - время работы	
	P0647	Замыкание на питание		-		
	P0645	Обрыв цепи		-		
Лампа индикатора неисправности ИН (Malfunction Indication Lamp)	P0650	Обрыв цепи управления или замыкание на массу	Текущие параметры лампы не соответствуют программным параметрам электронного блока	1ец		
Главное реле системы (Main Relay Control)	P0685	Обрыв цепи	Текущие параметры обмотки реле не	1ец	- частота	- запрещение диагностики входных и

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
	P0687	Замыкание на питание	соответствуют программным параметрам электронного блока управления	1 ец	вращения КВ - скорость автомобиля - время работы	выходных каскадов
Газовая форсунка 1	P1201	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P1262	КЗ катушки или замыкание цепи управления на бортовую сеть	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления выше порога ( $U_A > 0,2$ В)	1 ец	- расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	Выключение ИН через 5 сек. после начала работы на бензине.
Газовая форсунка 2	P1202	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P1265	КЗ катушки или замыкание цепи управления на бортовую сеть	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления выше порога ( $U_A > 0,2$ В)	1 ец	- расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	Выключение ИН через 5 сек. после начала работы на бензине.
Газовая форсунка 3	P1203	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P1268	КЗ катушки или замыкание цепи управления на	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления	1 ец	- расчетная нагрузка	Выключение ИН через 5 сек. после

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
		бортовую сеть	выше порога ( $U_A > 0,2$ В)		- температура ОЖ - барометрическое давление	начала работы на бензине.
Газовая форсунка 4	P1204	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P1271	КЗ катушки или замыкание цепи управления на бортовую сеть	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления выше порога ( $U_A > 0,2$ В)	1 ец	- время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	Выключение ИН через 5 сек. после начала работы на бензине.
Газовая форсунка 5	P1205	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P1274	КЗ катушки или замыкание цепи управления на бортовую сеть	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления выше порога ( $U_A > 0,2$ В)	1 ец	- время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	Выключение ИН через 5 сек. после начала работы на бензине.
Газовая форсунка 6	P1206	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива.
	P1277	КЗ катушки или замыкание цепи управления на	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления	1 ец	- время работы - расчетная нагрузка	Выключение ИН через 5 сек. после

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
		бортовую сеть	выше порога ( $U_A > 0,2$ В)		- температура ОЖ - барометрическое давление	начала работы на бензине.
Газовая форсунка 7	P1207	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива. Выключение ИН через 5 сек. после начала работы на бензине.
	P1281	КЗ катушки или замыкание цепи управления на бортовую сеть	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления выше порога ( $U_A > 0,2$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	
Газовая форсунка 8	P1208	Обрыв цепи управления, питания или замыкание на массу	Измеренный ток через резистор ниже порога ( $U_A < 0,04$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	-переключение на питание бензином, частое мигание (2,5 Гц) индикатора вида топлива. Выключение ИН через 5 сек. после начала работы на бензине.
	P1283	КЗ катушки или замыкание цепи управления на бортовую сеть	Измеренный ток через резистор в начале импульса управления выше порога ( $U_A > 0,2$ В)	1 ец	- напряжение питания - частота вращения КВ - время работы - расчетная нагрузка - температура ОЖ - барометрическое давление	
Контроллер системы управления двигателем (Electronic Control Unit)	P1602	Пропадание напряжение питания контроллера (бросок клеммы 30 или первое включение контроллера)	Отключение источника питания в период выключенного замка зажигания и включенного главного реле	1ец	- температура ОЖ - частота вращения КВ - время работы	- начальная инициализация всех данных адаптаций и очистка памяти неисправностей.

Компонент	Код неисправности	Метод контроля	Критерий определения неисправности	Включение лампы ИН	Вторичные параметры	Реакция на неисправность
Катушка зажигания цилиндра 1	P2301	Замыкание на питание	Сравнение напряжения насыщения ключа зажигания во время накопления энергии катушки зажигания	1ец	- цикловое наполнение - частота вращения - время работы	- отключение подачи топлива в соответствующий цилиндр
Катушка зажигания цилиндра 2	P2304	Замыкание на питание				
Катушка зажигания цилиндра 3	P2307	Замыкание на питание				
Катушка зажигания цилиндра 4	P2310	Замыкание на питание				
Катушка зажигания цилиндра 5	P2313	Замыкание на питание				
Катушка зажигания цилиндра 6	P2316	Замыкание на питание				
Катушка зажигания цилиндра 7	P2319	Замыкание на питание				
Катушка зажигания цилиндра 8	P2322	Замыкание на питание				
CAN-шина	U0010	Ошибка передачи данных	Отсутствует приём сообщений от MADIC		- напряжение бортовой сети - частота вращения КВ - время работы	
	U0018	Замыкание CAN-L на CAN-H				

**Примечание:**

ОМЧВ – режим ограничения минимальной частоты вращения холостого хода

ИН – индикатор неисправности (сигнализатор “Неисправность двигателя” в комбинации приборов автобуса)

ец – ездовым цикл. Ездовым циклом считается цикл работы двигателя, начинающийся с его запуска, последующего движения автобуса с работающим двигателем и заканчивающийся остановкой двигателя. «1 ец» в графе таблицы «Включение лампы ИН» означает, что при возникновении неисправности при работе двигателя индикатор неисправности загорится только после того, как двигатель будет заглушен и далее снова запущен, при условии, что неисправность обнаружена снова (не устранилась)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

**Типичные параметры, отображаемые диагностическим сканером АСКАН-10 при работе двигателя ЗМЗ-5245.10**

Параметр	Единица или состояние	Значения данных при прогретом двигателе		Примечание
		Зажигание включено	Холостой ход	
Частота вр. (Частота вращения коленчатого вала)	об/мин	0	Поддерживаются с точностью ±50 об/мин	Минимальное значение уставки частоты вращения 650 об/мин
Устав.ОМЧВ (Уставка частоты вращения на режиме ОМЧВ)	об/мин	0	Изменяется в зависимости от текущей температуры жидкости	Диапазон от 1300 до 650 об/мин
Темп.ОЖ (Температура охлаждающей жидкости)	т°C	-40 °C... 120 °C	85° + 110°C	В корпусе термостата
Расх.возд. (Текущий расход воздуха)	кг/час	0	23...27	Расход по ДАД
Темп.возд. (Температура воздуха на впуске)	т°C	-40 °C...150°C	15° + 75°C	Температура воздуха на впуске
Педаль акселерат. (Положение педали)	%	0...100	0...0,2	Модуль педали с встроенными датчиками
Дроссель (Положение дроссельной заслонки)	%	6...10 %	4...6 %	Управляется с помощью электродвигателя
Режим ДВС (Режим работы двигателя)	-	0	2	
Время впрыска	мс	0	3 – 5 6 - 8	-при последовательном впрыске бензина - при последовательном впрыске газа
Напр.борт.сети (Напряжение бортовой сети автомобиля (напряжение на клемме «15»))	В	11,5...14,2	13,2...14,2	Между контактом С4 (X2) ЭБУ и "массой"
УОЗ без детон. (Угол опережения зажигания (до коррекции по детонации))	-10...60 град П.К.В	0	0...20	
Рег. УОЗ ОМЧВ (Коррекция угла опережения зажигания при регулировании ОМЧВ)	-20...25 град П.К.В	0	-10....10	
Напр.ЛЗ (Напряжение АЦП лямбда-зонда до нейтрализатора pULAMUP)	В	4,9	Колебания от 0,1 до 0,8 В с периодом от 1, до 3 сек	Функционирует на режимах (MODE) 2 и 3 при прогретом двигателе

## ПРИЛОЖЕНИЕ 13

**Параметры эксплуатации, отображаемые диагностическим сканером АСКАН-10 при работе двигателя ЗМЗ-5245.10. «Черный ящик»**

Название	Описание	Граница в ЭСУД	Единица измерения	Мин. знач.	Макс. значение
<b>Общ. пробег</b>	Общий пробег автомобиля	-	километр	0	429496729,5
<b>Суммарн. топл.</b>	Общее количество израсходованного топлива	-	литр	0	21474836
<b>Общ. вр. работы</b>	Общее время работы двигателя	-	минута	0	2147483647
<b>Общ. вр. перегрева</b>	Общее время работы с превышением температуры охлаждающей жидкости	>110 °C	секунда	0	65535
<b>Число пусков</b>	Общее число пусков двигателя	-	-	0	65535
<b>Число усп. пуск.</b>	Общее число пусков двигателя и последующей работы	>1000 мс	-	0	65535
<b>вр.прев. част. вр</b>	Общее время работы с превышением частоты вращения	3595 об/мин	минута	0	65535
<b>вр.прев.скор.1</b>	Общее время работы с превышением скорости автомобиля в периоды обкатки	>90 км/ч (<500 км)	минута	0	65535
<b>вр.прев.скор.2</b>	Общее время работы с превышением скорости автомобиля в периоды обкатки	>110 км/ч (500-2000 км)	минута	0	65535
<b>вр.ошибк. скор.</b>	Общее время работы с неисправным датчиком скорости автомобиля	-	минута	0	65535
<b>Числ.снятия кл30</b>	Общее число снятий клеммы 30 (постоянного питания контроллера)	-	-	0	65535
<b>вр. пропусков</b>	Общее время работы с пропусками воспламенения	-	минута	0	65535
<b>вр. ошибк.ЛЗ</b>	Общее время работы с неисправным лямбда-зондом	-	минута	0	65535
<b>вр. лампы MIL</b>	Общее время работы с включенной лампой MIL	-	минута	0	65535
<b>вр.низ.дав.масла</b>	Общее время работы с низким давлением масла	-	секунда	0	65535
<b>вр.неисп.дав.</b>	Общее время работы с неисправным датчиком давления	-	минута	0	65535

<b>масла</b>	масла				
<b>вр.напр.борт.с ети</b>	Общее время работы с высоким или низким напряжением питания	-	минута	0	65535
<b>вр.авар.работ ы</b>	Общее время работы в безопасном режиме	-	минута	0	65535
<b>Ошибка.серви са</b>	Неисправность сохранности данных функции регистрации	-	-	0	255

**Комментарии к параметрам, представленным в разделе меню «Параметры эксплуатации» сканера АСКАН.**

1. **Общий пробег автомобиля.** Параметр должен совпадать с показаниями одометра автомобиля (за исключением случаев передвижения автомобиля с выключенным зажиганием).
2. **Общее количество израсходованного топлива.** Расчёт расхода осуществляется исходя из заданного состава смеси и измеренного расхода воздуха, с учётом поправочных коэффициентов по результатам работы лямбда-регулятора. Наибольшая точность расчётного расхода топлива достигается в том случае, если блок управления функционирует без регистрации ошибок управления в режиме лямбда-регулирования (с обратной связью по сигналу с датчика кислорода).
3. **Общее время работы двигателя.** Время работы двигателя с момента первого включения блока управления. Позволяет, в сочетании с общим количеством израсходованного топлива, вычислить средний расход топлива в час, характеризующий интенсивность эксплуатации автомобиля.
4. **Общее время работы с превышением температуры ОЖ.** Время работы двигателя с перегревом. Перегрев – результат неисправности системы охлаждения двигателя (забитый загрязнениями радиатор, пережатые трубопроводы, неисправный вентилятор системы охлаждения, неисправный термостат). Работа с перегревом приводит к повреждению прокладки головки блока или короблению головки блока.
5. **Общее время работы с предельными коррекциями углов опережения зажигания по детонации.** Время работы двигателя с предельными (малыми) для данного двигателя углами опережения зажигания. Причиной может являться использование низкооктанового бензина. Приводит к перегреву выпускных клапанов, камеры сгорания и поршня с повреждениями этих деталей.
6. **Общее число пусков двигателя. Общее число пусков двигателя с последующей работой.** Параметры, позволяющие сделать вывод о качестве аккумулятора и исправности системы топливоподачи (наличия паровых пробок в трубопроводе, качестве

используемого бензина), исправности компонентов системы зажигания (свечей, высоковольтных проводов). Кроме того, по интенсивности пусков (количество пусков на пробег) можно судить о длительности поездок.

7. **Общее время работы двигателя с превышением частоты вращения.** Работа двигателя с превышением заданной (граничной, максимальной) частоты вращения свидетельствует о возможных перегрузках в двигателе, которые могут привести к повреждению деталей цилиндропоршневой группы, поломке клапанных пружин и т.п.
8. **Общее время работы с превышением скорости автомобиля.** Превышение заданной скорости движения в период обкатки автомобиля может привести к задирам рабочих поверхностей движущихся деталей двигателя и автомобиля.
9. **Общее время работы с неисправным датчиком скорости.** Неисправный датчик скорости приводит к невозможности измерения величины пробега автомобиля и производных параметров.
10. **Общее число снятия клеммы «30».** Отключение блока управления от аккумулятора может привести к потере данных в блоке управления, которые автоматически определяются (настраиваются) в течение эксплуатации автомобиля. Последствия – увеличенный расход топлива за поездку, неудовлетворительные ездовые качества, несоответствие расчётного расхода топлива фактическому расходу. На автомобилях с отключаемой «массой», допускается отключение «массы», не менее чем через 30 с. после выключения замка зажигания и полной остановки двигателя.
11. **Общее время работы с пропусками сгорания.** Эксплуатация с неисправными компонентами системы топливоподачи и зажигания, приводит к потере мощности, увеличению расхода топлива, повышению токсичности отработавших газов. Может привести к повреждению нейтрализатора.
12. **Общее время работы двигателя с неисправным лямбда-зондом.** Эксплуатация с неисправным лямбда-зондом (датчиком кислорода) может привести к отклонению выходных параметров двигателя (снижению мощности, увеличению расхода топлива, ухудшению ездовых качеств автомобиля). Приводит к повышению токсичности отработавших газов и повреждению нейтрализатора.
13. **Общее время работы с включённой лампой ИН («Проверь двигатель»).** Свидетельствует об эксплуатации автомобиля с повреждениями и с несвоевременным их устранением.
14. **Ошибка сервиса.** Неисправность сохранности данных функций регистрации (Служебный параметр разработчика ПО). При всех введённых в БУ идентификационных данных, параметр равен «О».

- 15. Общее время работы с низким давлением масла.** Свидетельствует о работе двигателя с низким давлением масла, что может привести к повреждениям и выходу из строя двигателя.
- 16. Общее время работы с неисправным датчиком давления масла.** Эксплуатация двигателя с неисправным датчиком давления масла ведет к отсутствию информации о действительном давлении масла, что может привести к повреждению и выходу из строя двигателя.
- 17. Общее время работы с высоким или низким напряжением питания.** Свидетельствует о работе с нештатным напряжением питания контроллера, что может привести к отказу электронных компонентов системы управления.
- 18. Общее время работы в режиме безопасности.** Свидетельствует об эксплуатации автомобиля в режиме безопасности: ограничение частоты вращения, мощности или отключение дроссельной заслонки для обеспечения безопасного движения автомобиля до станции технического обслуживания.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 14

### Схема электрических соединений комплексной микропроцессорной системы управления двигателем

