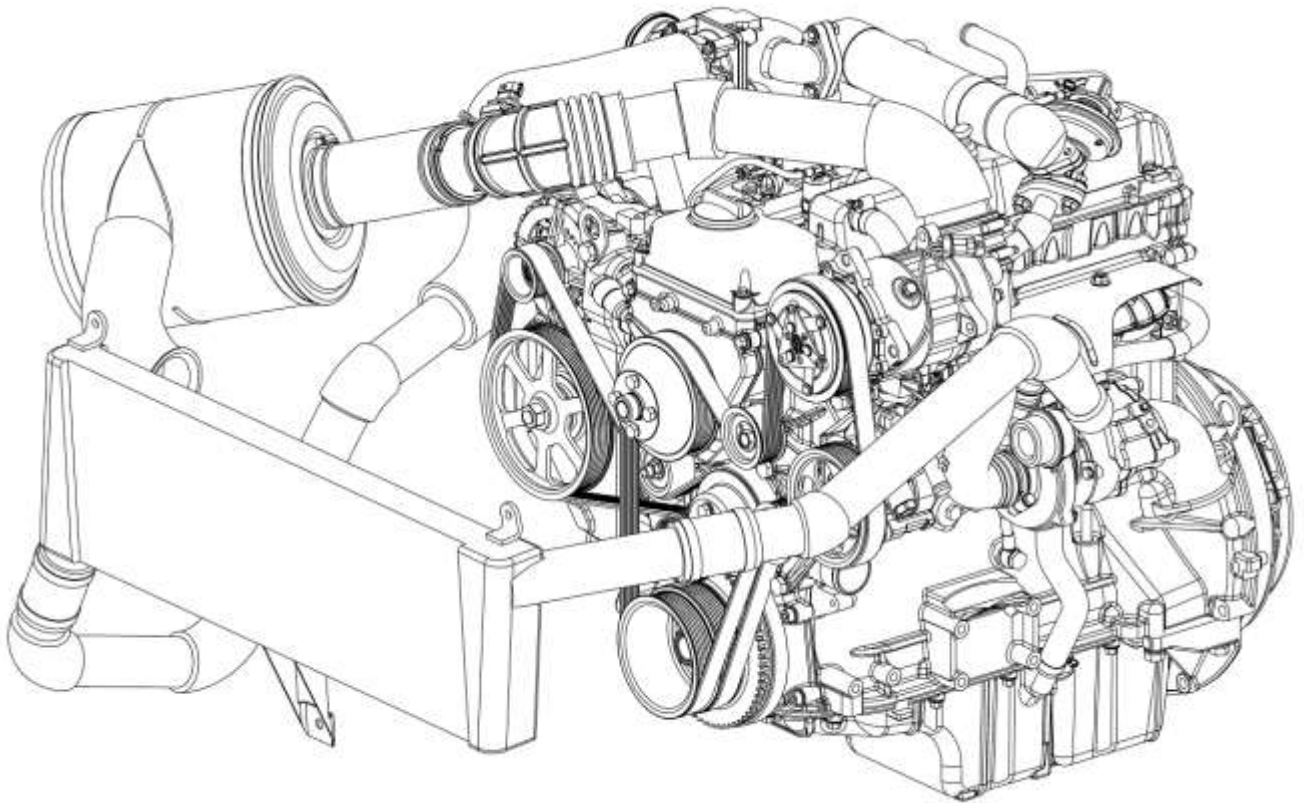


ОАО «Заволжский моторный завод»



**ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ  
МОДЕЛИ ЗМЗ-51432 CRS  
для автомобилей УАЗ экологического класса 4**

Устройство, эксплуатация,  
техническое обслуживание и ремонт



г.Заволжье  
2013 г.

## **К сведению потребителей**

Книга кратко знакомит с конструктивными особенностями дизельного двигателя ЗМЗ-51432 устанавливаемого на автомобили УАЗ экологического класса 4 (Евро 4). В книге приведены основные технические данные и характеристики двигателя и его агрегатов, даны рекомендации по их обслуживанию и ремонту.

Описаны приспособления, применяемые при ремонте и проверке работоспособности отдельных узлов. Указаны возможные неисправности двигателя, их причины и способы устранения.

В связи с постоянным совершенствованием конструкции автомобилей УАЗ и дизельных двигателей ЗМЗ, отдельные детали и узлы Вашего двигателя могут отличаться от приведенных в настоящей книге.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников станций технического обслуживания, автотранспортных предприятий, а также может быть полезна владельцам автомобилей УАЗ, студентам и лицам, изучающим конструкции дизельных двигателей.

Книга по устройству, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту дизельных двигателей модели ЗМЗ-51432 для автомобилей УАЗ экологического класса 4 подготовлена к изданию  
Управлением Главного Конструктора  
Технического департамента ОАО «ЗМЗ».

Ответственный редактор:

Главный конструктор завода М.А. Миронычев

Редакторы-составители: к.т.н. Д.В. Епифанов, Н.К. Шишкин, А.И. Цой

Компьютерная обработка изображений и верстка: к.т.н. Д.В. Епифанов

**Все права на издание принадлежат ОАО «ЗМЗ» и коллективу авторов.  
Тиражирование, перепечатка, перевод на другие языки в любой форме, любыми средствами настоящего издания или его части не допускаются.**

За оказание помощи при написании книги авторы выражают благодарность:

- Мокрышеву А.В., начальнику ЭЦ УГК ОАО ЗМЗ,
- Кузьмину Э.Н., начальнику ОПД и ИРП ЭЦ УГК ЗМЗ,
- Холодилову В.В., ведущему инженеру-исследователю ЭЦ УГК ЗМЗ;
- Макарову В.М., зам. начальника ЦСИД ДП ОАО ЗМЗ,
- Абрамову С.В., руководителю КСИД-8 ДП ОАО ЗМЗ.

# СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	6
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЯ.....	20
2.1 Технические характеристики двигателя и его систем.....	20
2.2 Основные данные для контроля .....	24
3 КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ .....	27
3.1 Кривошипно-шатунный механизм .....	27
3.2 Газораспределительный механизм .....	35
3.3 Система смазывания .....	44
3.4 Система вентиляции картера .....	53
3.5 Система охлаждения .....	54
3.6 Система подачи топлива аккумуляторного типа Common Rail CRS2.0.....	66
3.7 Системы впуска воздуха и выпуска отработавших газов .....	76
3.8 Система рециркуляции отработавших газов (СРОГ) .....	78
3.9 Вакуумный насос .....	84
4 СЦЕПЛЕНИЕ .....	85
4.1 Эксплуатация и техническое обслуживание сцепления .....	88
4.2 Возможные неисправности сцепления и способы их устранения.....	88
4.3 Проверка технического состояния деталей сцепления .....	89
5 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ.....	92
5.1 Генератор .....	92
5.1.1 Технические данные: .....	93
5.1.2 Устройство и эксплуатация .....	95
5.1.3 Особенности технического обслуживания .....	95
5.1.4 Возможные неисправности и методы их устранения.....	96
5.2 Стартер.....	97
5.2.1 Основные технические характеристики .....	97
5.2.2 Особенности технического обслуживания .....	97
5.2.3 Возможные неисправности и методы их устранения.....	97
6 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЕМ BOSCH EDC16.....	99
6.1 Электронный блок управления EDC 16C39-6.H1 (0 281 018 675).....	100
6.1.1 Методика записи признака калибровок .....	101
6.1.2 Паспортные данные.....	102
6.1.3 Основные параметры .....	103
6.1.4 Коды неисправностей .....	104
6.1.5 Терминальная диаграмма EDC 16C39-6.H1.....	108
6.1.5.1 Для УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго .....	108
6.1.5.2 Для УАЗ-315148 Хантер .....	110
6.2 Датчики системы управления двигателем .....	112
6.2.1 Датчик положения коленчатого вала (0 261 210 331) .....	112
6.2.2 Датчик положения распределительного вала (0 232 103 048) .....	113
6.2.3 Датчик положения педали акселератора (0 280 755 115).....	114
6.2.4 Датчик массового расхода воздуха HFМ7 (0 281 006 291).....	115
6.2.5 Датчик температуры охлаждающей жидкости (0 280 130 093).....	118
6.2.6 Датчик температуры топлива (0 280 130 093) .....	119
6.2.7 Высотный датчик .....	119

6.2.8 Контактный датчик педали тормоза 21.3720 .....	120
6.2.9 Контактный датчик педали сцепления 21.3720 .....	121
6.2.10 Датчик наличия воды (1 453 465 049) .....	122
6.2.11 Датчик скорости автомобиля 343.3843 .....	123
6.2.12 Датчик давления топлива RDS 4 (0 281 006 290) .....	123
6.3 Исполнительные механизмы системы управления двигателем .....	124
6.3.1 Электропневматический преобразователь давления системы рециркуляции отработавших газов (модулятор) 256.513 ф.ВІТRON .....	124
6.3.2 Патрубок с дроссельной заслонкой с электроприводом (7.04505.000) .....	126
6.3.3 Клапан регулирования давления топлива .....	127
6.3.4 Подогреватель топлива (1 455 711 005) .....	128
6.3.5 Реле свечей накаливания 16.3777 .....	128
6.3.6 Реле управления электроклапанами системы охлаждения двигателя 31638.3747092 автомобилей семейства УАЗ Патриот .....	129
6.4 Функции системы управления двигателем EDC16C39-6H.1 .....	132
6.4.1 Управление топливоподачей в системе Common Rail .....	136
Замена форсунки .....	144
6.4.2 Управление системой рециркуляции отработавших газов .....	146
6.4.3 Управление системой электрического предпускового подогрева .....	147
6.4.4 Дополнительные функции системы управления двигателем .....	149
6.4.4.1 Функция уменьшения видимого дыма (противодымная функция) .....	149
6.4.4.2 Защита двигателя от перегрева .....	149
6.4.4.3 Защита топливной аппаратуры при перегреве топлива .....	150
6.4.4.4 Бортовая диагностика EOBD .....	150
6.5 Диагностика системы электронного управления двигателем .....	151
6.5.1 Диагностический тестер серии KTS ф. BOSCH .....	152
6.5.2 Диагностический сканер-тестер СТМ-6 .....	157
<b>7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ .....</b>	<b>161</b>
7.1 Предупреждения: .....	161
7.2 Пуск и останов двигателя .....	162
7.2.1 Пуск двигателя .....	163
7.2.3 Останов двигателя .....	164
7.3 Обкатка двигателя в составе автомобиля .....	164
7.4 Рекомендуемые режимы эксплуатации .....	164
<b>8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....</b>	<b>165</b>
8.1 Рекомендации по техническому обслуживанию .....	171
8.1.1 Система смазки .....	171
8.1.2 Система вентиляции картера .....	172
8.1.3 Система охлаждения .....	174
8.1.4 Система питания .....	176
8.1.5 Система рециркуляции отработавших газов .....	177
8.1.6 Проверка дымности ОГ на режиме свободного ускорения .....	178
8.1.7 Система впуска воздуха .....	178
8.1.8 Методика проверки и корректировки фаз газораспределения .....	179
<b>9 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ .....</b>	<b>181</b>

10 РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ .....	189
10.1 Снятие двигателя с автомобиля .....	192
10.2 Разборка двигателя .....	193
10.3 Очистка и промывка деталей .....	198
10.4 Проверка технического состояния, ремонт деталей и узлов двигателя .....	198
10.4.1 Блок цилиндров .....	198
10.4.2 Коленчатый вал .....	200
10.4.3 Шатунно-поршневая группа .....	202
10.4.4 Распределительные валы .....	203
10.4.5 Головка цилиндров .....	204
10.4.6 Водяной насос .....	210
10.4.7 Термостат .....	213
10.4.8 Масляный насос .....	213
10.4.9 Топливная аппаратура .....	215
10.5 Сборка двигателя .....	216
10.5.1 Требования к сборке .....	216
10.5.2 Сборка двигателя .....	216
10.6 Установка двигателя на автомобиль .....	232
10.7 Запуск и обкатка двигателя .....	232
ПРИЛОЖЕНИЕ А (установочные штифты и приспособления) .....	234
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (моменты затяжки резьбовых соединений) .....	264
ПРИЛОЖЕНИЕ В (размеры сопрягаемых деталей) .....	268
Привод клапанов .....	271
Вал промежуточный .....	272
Привод масляного насоса .....	273
Масляный насос и редукционный клапан .....	274
Водяной насос .....	275
Привод вентилятора .....	276
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (допустимый дисбаланс вращающихся деталей) .....	277
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (подшипники) .....	278
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (турбокомпрессор) .....	279
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (маркировка двигателя) .....	283
ПРИЛОЖЕНИЕ З (исполнения и VDS маркировка двигателя) .....	284
ПРИЛОЖЕНИЕ И (манжеты) .....	285
ПРИЛОЖЕНИЕ К (требования к топливу ЕВРО) .....	286
ПРИЛОЖЕНИЕ Л (Классификация моторных масел) .....	296
ПРИЛОЖЕНИЕ М (статьи о моторном масле) .....	312
ПРИЛОЖЕНИЕ Н (статьи о турбокомпрессорах) .....	355
ПРИЛОЖЕНИЕ П (статья о масляном фильтре КОЛАН) .....	376
ПРИЛОЖЕНИЕ Р (статья о прокладках ГБЦ) .....	380
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	391
ОБ АВТОРАХ .....	392

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Дизельные двигатели ОАО «ЗМЗ» выпускаются в комплектации с оборудованием (топливной аппаратурой, электрооборудованием и сцеплением), установленным и закрепленным на двигателе, за исключением фильтра тонкой очистки топлива, который на двигателе закреплен в транспортном положении, при установке двигателя в автомобиль фильтр должен быть установлен и закреплен на кузове автомобиля. На двигателе устанавливаются транспортные скобы для его транспортировки до установки в автомобиль. В составе автомобилей двигатель доукомплектовывается деталями, узлами и агрегатами систем топливоподачи, охлаждения, воздухоподачи, нейтрализации и выпуска отработавших газов, размещаемыми на автомобиле.

Двигатели ЗМЗ-51432 предназначены для установки на автомобили УАЗ с колесной формулой 4×4 и полной массой до 3 500 кг, эксплуатируемых при температурах окружающего воздуха от минус 45 °С до плюс 40 °С, относительной влажности воздуха до 75 % (при температуре плюс 15 °С), запыленности воздуха до 1 г/м<sup>3</sup>, а также в районах, расположенных на высоте до 4 000 м над уровнем моря.

В зависимости от конструктивных особенностей автомобилей комплектации двигателей имеют различия по конструкции некоторых наружных элементов и программному обеспечению, обеспечивающих адаптацию двигателя к конкретной модели автомобиля (см. рисунки 1, 2, 3).

## Модели автомобилей УАЗ с дизелем ЗМЗ-51432.10

### Для перевозки пассажиров класса M1G



**УАЗ-31638 Patriot**



**УАЗ-31648 Patriot Sport**



**УАЗ-315148 HUNTER**

### Для перевозки грузов и пассажиров класс N1G



**УАЗ-236082 Cargo 6x4**



**УАЗ-23638 Pickup**



**УАЗ-23608 Cargo**

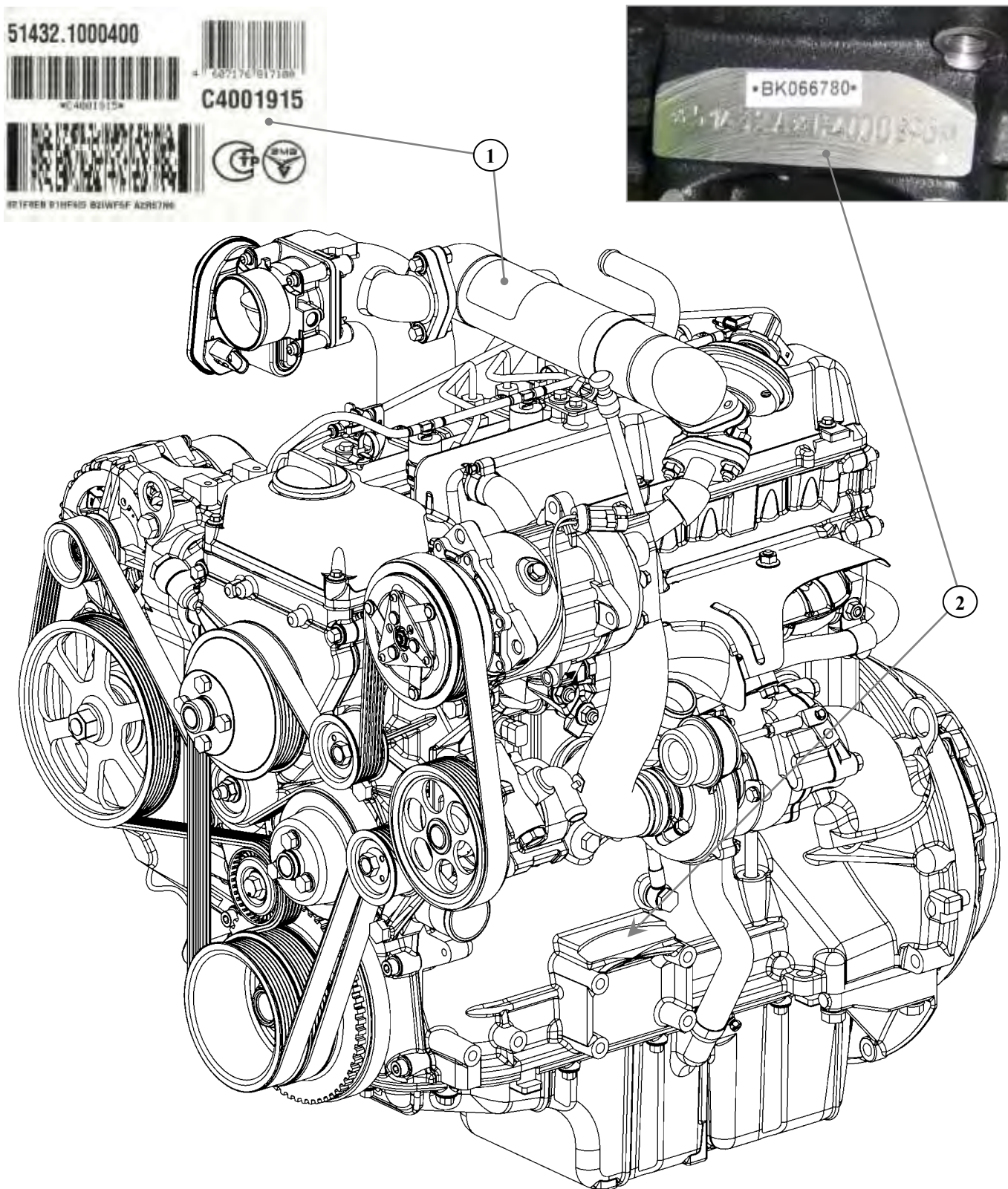


Рис.1. Общий вид двигателя для автомобилей, изготавливаемых на платформе УАЗ-3163 «Патриот», в комплектации с компрессором кондиционера и генератором 120 А:

1 – место размещения самоклеящейся этикетки с обозначением комплектации, порядкового номера двигателя и IMA-кодов топливных форсунок; 2 – место нанесения обозначения комплектации и порядкового номера двигателя ударным способом.

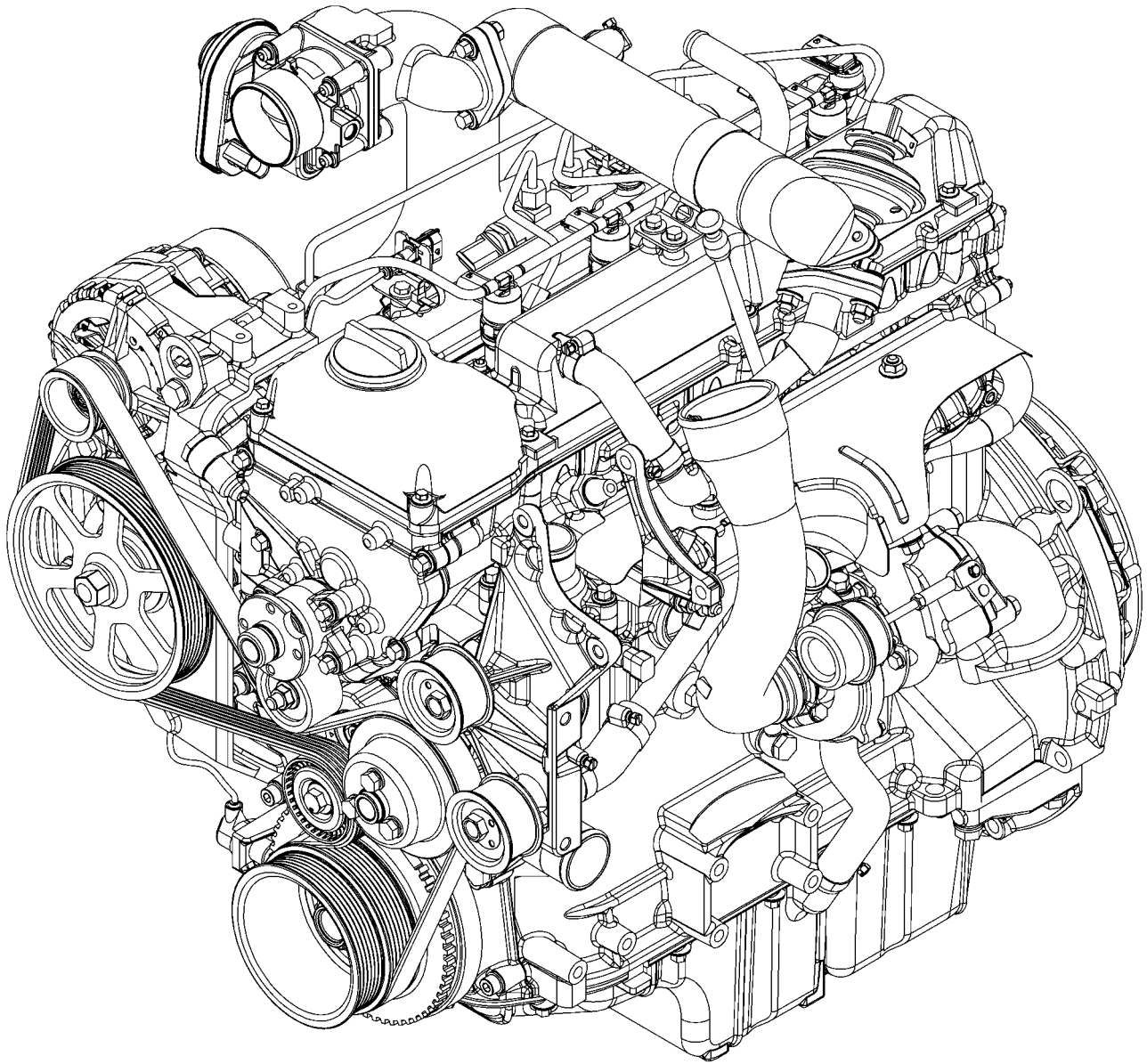


Рис.1а. Внешний вид двигателя без компрессора кондиционера, насоса ГУР и деталей привода вентилятора



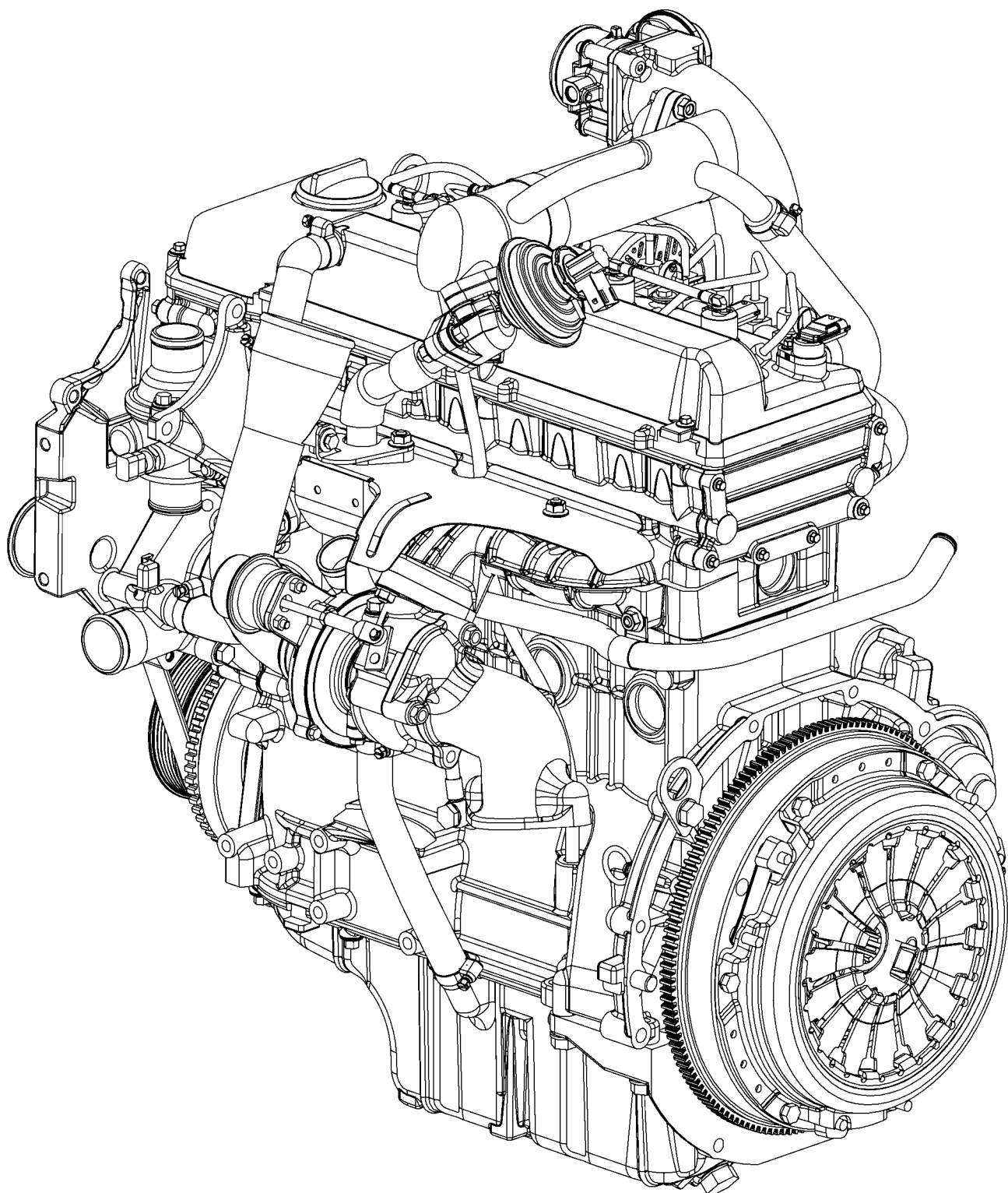


Рис.16. Внешний вид двигателя без компрессора кондиционера, насоса ГУР и деталей привода вентилятора

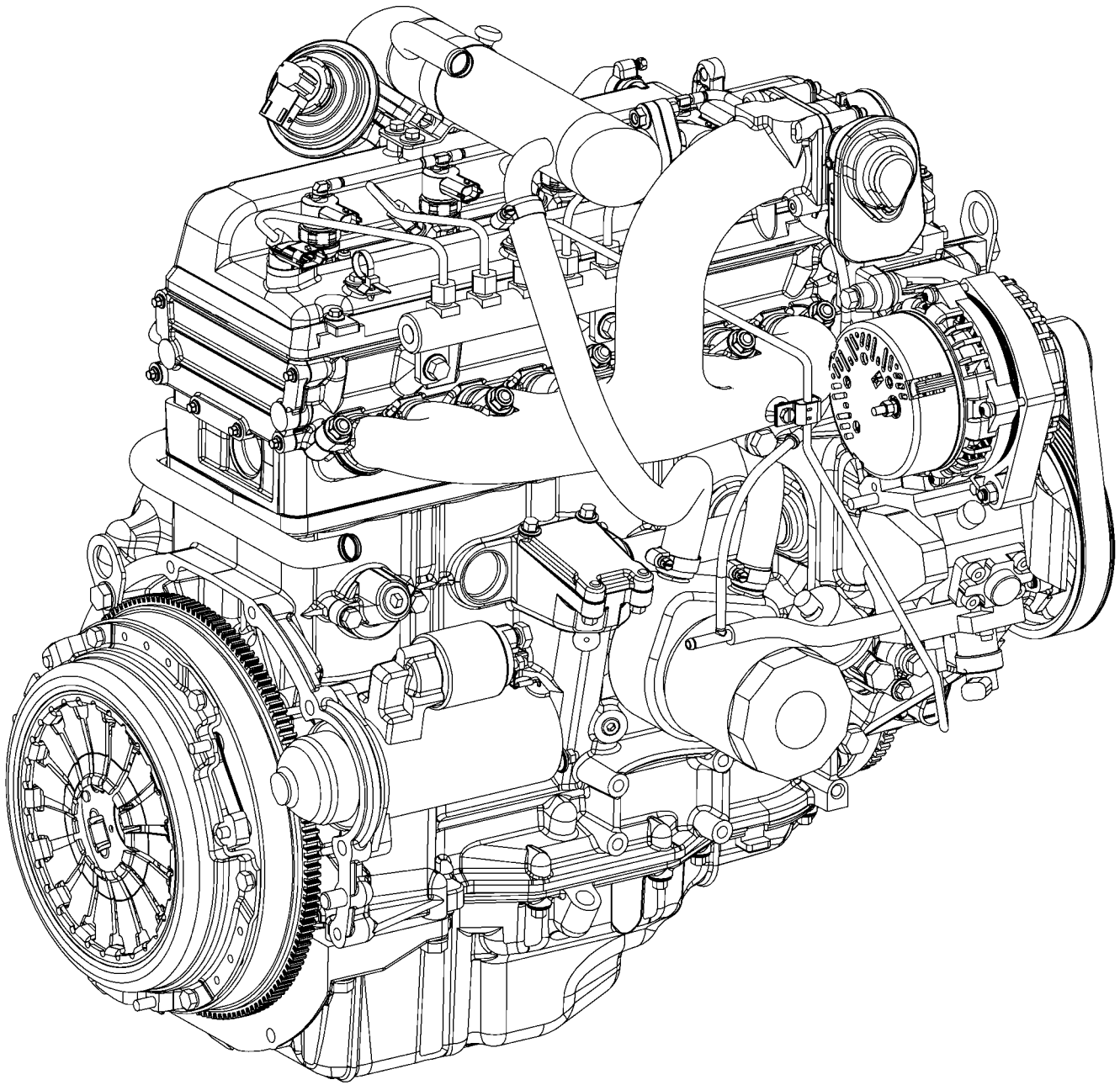


Рис.1в. Внешний вид двигателя без компрессора кондиционера, насоса ГУР и деталей привода вентилятора

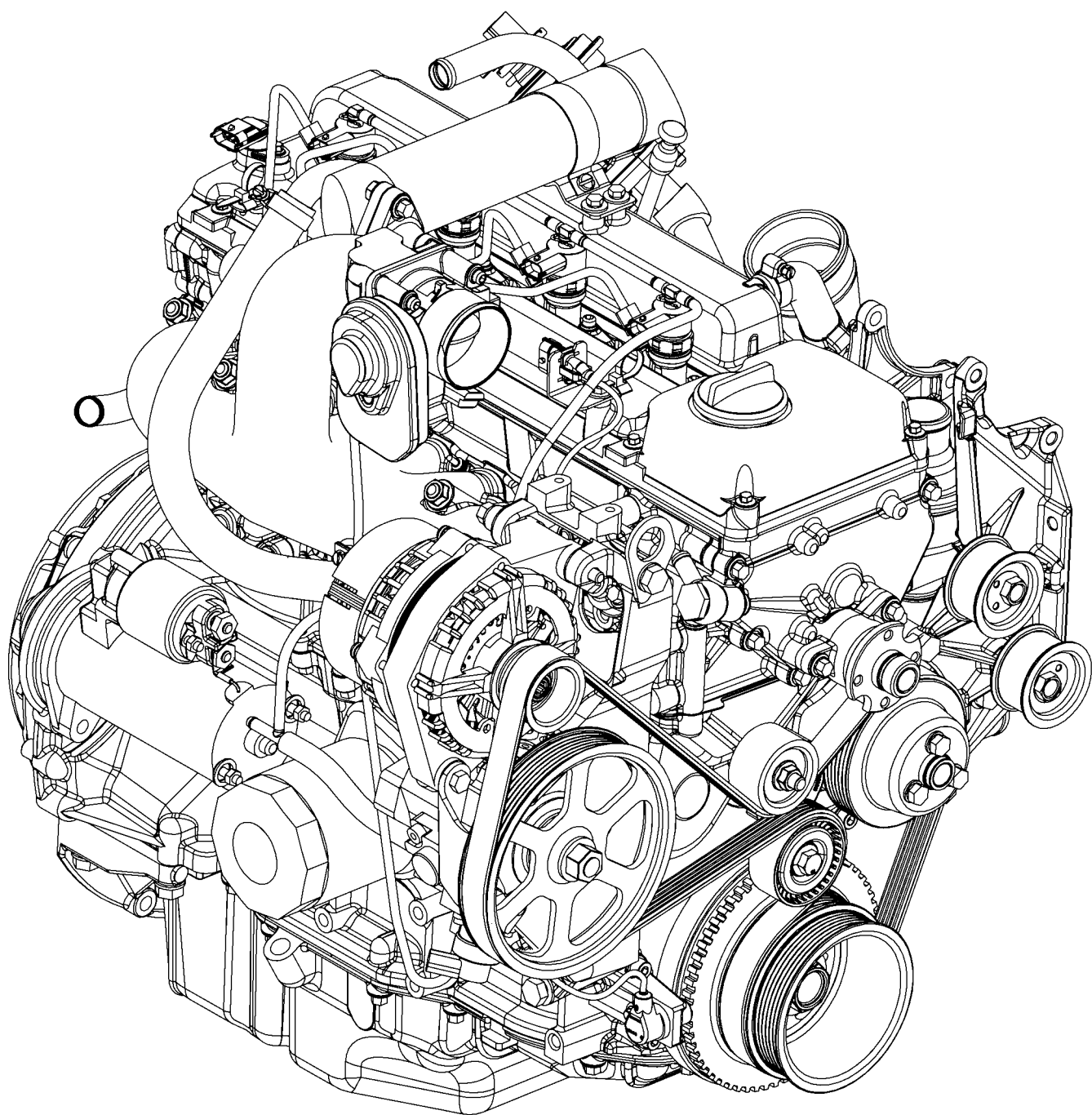


Рис.1в. Внешний вид двигателя без компрессора кондиционера, насоса ГУР и деталей привода вентилятора

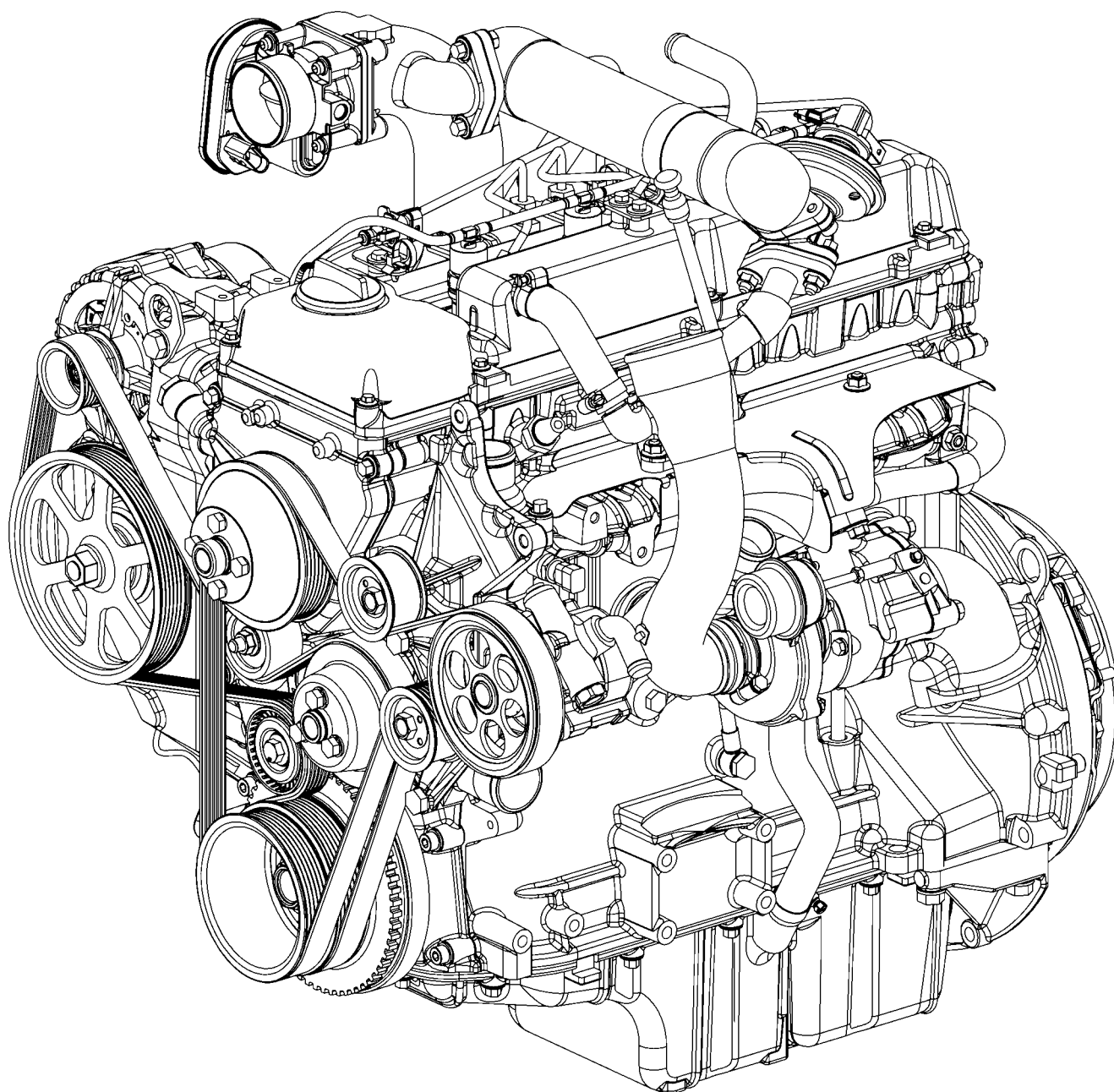


Рис.2. Общий вид двигателя для автомобилей, изготавливаемых на платформе УАЗ-3163 «Патриот», в комплектации без компрессора кондиционера с генератором 80А / 90А.

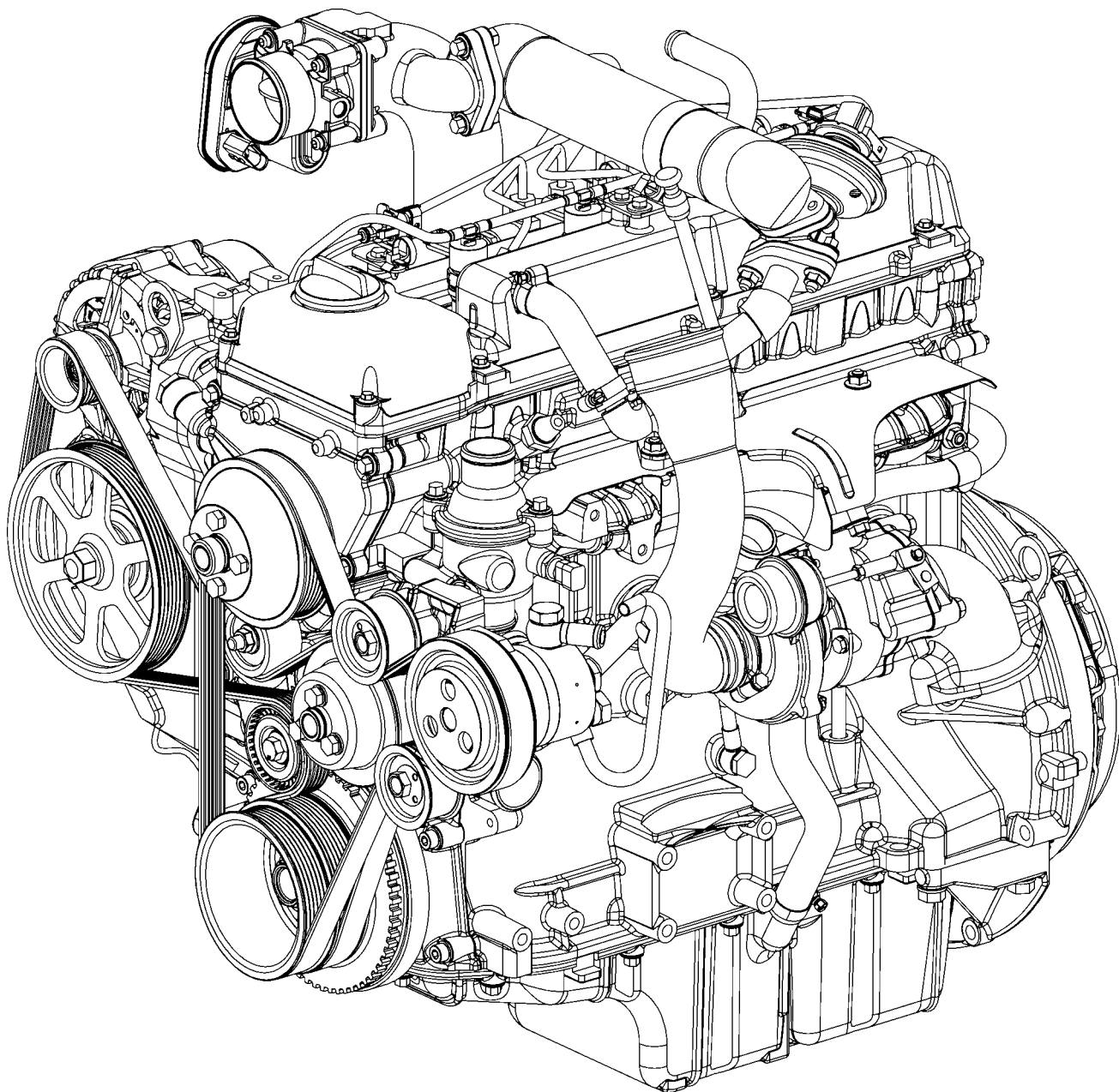


Рис.3. Общий вид двигателя для автомобилей, изготавливаемых на платформе УАЗ-315148 «Хантер», в комплектации с насосом гидроусилителя руля, без компрессора кондиционера, с генератором 80А /90А.

Конструктивные особенности: трубка отопителя с дополнительным патрубком, шланг подвода топлива от фильтра тонкой очистки топлива к ТНВД длиной 480 мм (на двигателях по рис. 1 и 2 – 720 мм).

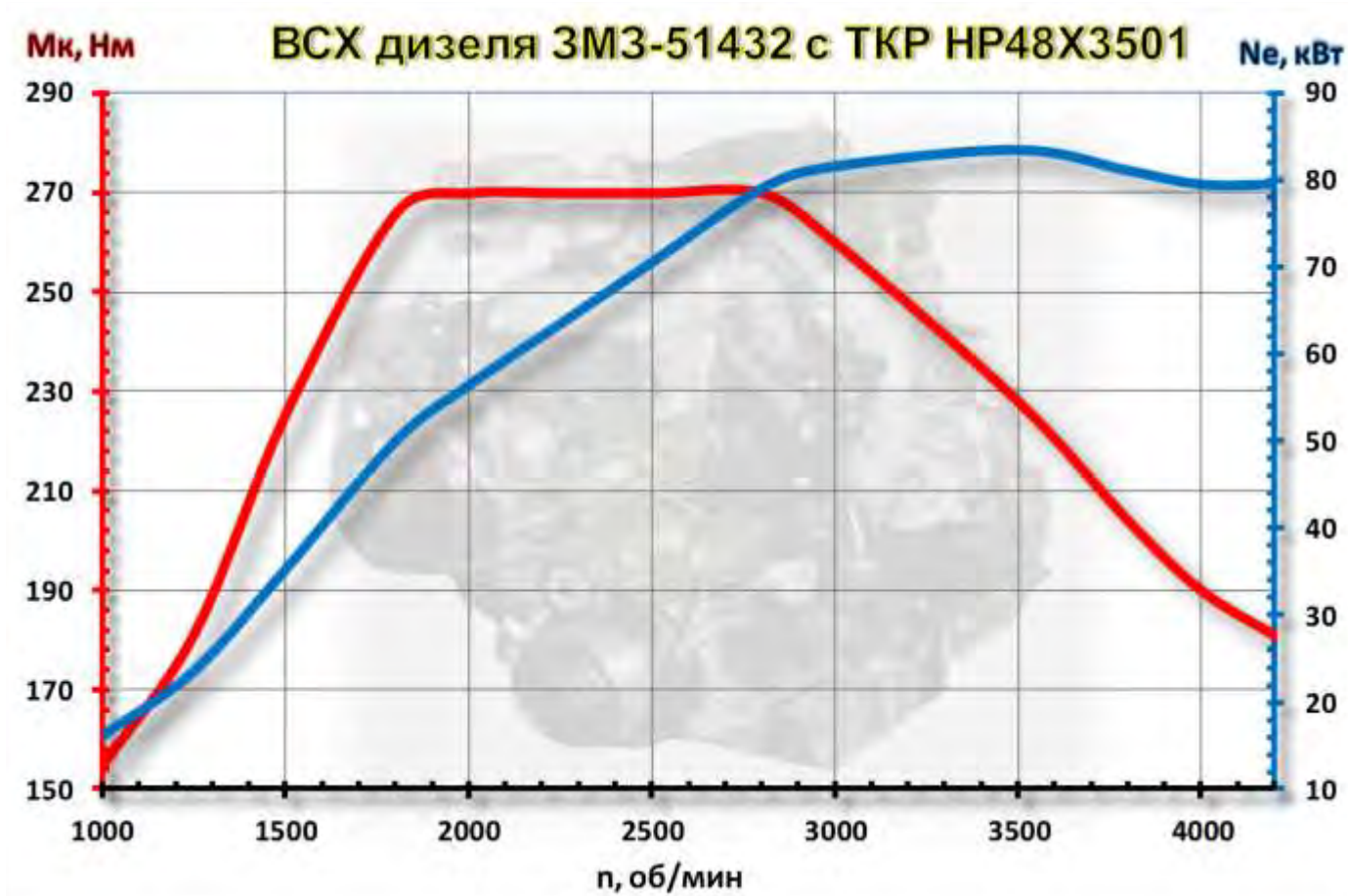


Рис.4. Внешняя скоростная характеристика по крутящему моменту и мощности дизеля 3М3-51432 в комплектации НЕТТО.

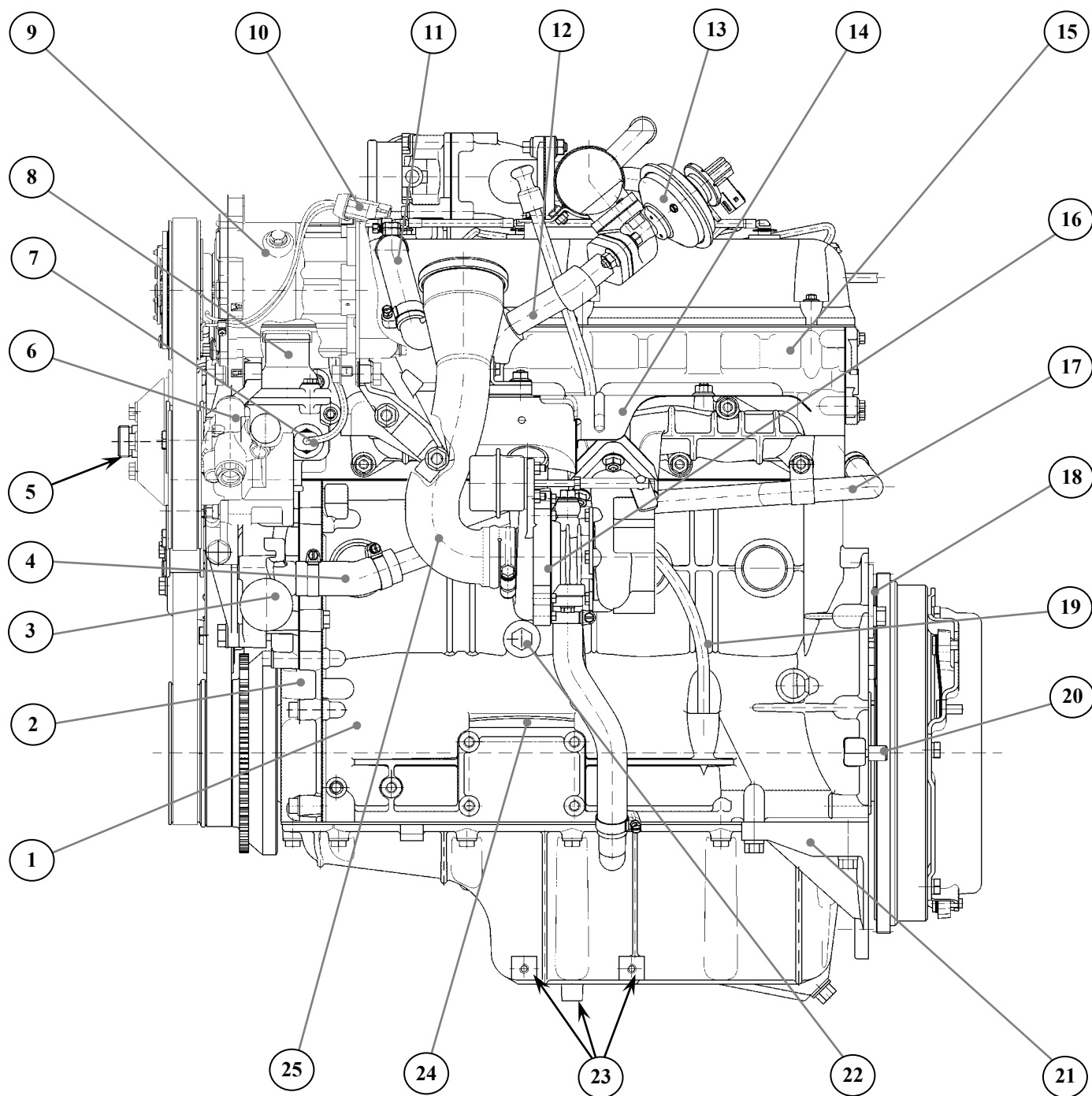


Рис.5. Двигатель (вид слева):

1 – блок цилиндров; 2 – крышка цепи; 3 – патрубок подвода охлаждающей жидкости в водяной насос (Ø44 мм); 4 – шланг соединительный трубки отопителя с патрубком водяного насоса; 5 – опора вентилятора (М24×1,5 левая); 6 – насос ГУР; 7 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 – патрубок термостата (отвода нагретой охлаждающей жидкости из двигателя - Ø38 мм); 9 – компрессор кондиционера; 10 – разъем электропровода компрессора кондиционера; 11 – шланг вентиляции; 12 – трубка рециркуляции отработавших газов; 13 – клапан рециркуляции отработавших газов; 14 – экран теплоизоляционный; 15 – головка цилиндров; 16 – турбокомпрессор; 17 – трубка отопителя; 18 – скоба подъема двигателя (транспортное положение); 19 – трубка указателя уровня масла; 20 – штифт установочный картера сцепления (коробки перемены передач); 21 – усилитель картера сцепления; 22 – пробка (К1/4") слива охлаждающей жидкости из блока цилиндров; 23 – точки крепления лотка подогревателя (М8); 24 – место указания обозначения комплектации и порядкового номера двигателя; 25 – патрубок впускной турбокомпрессора.

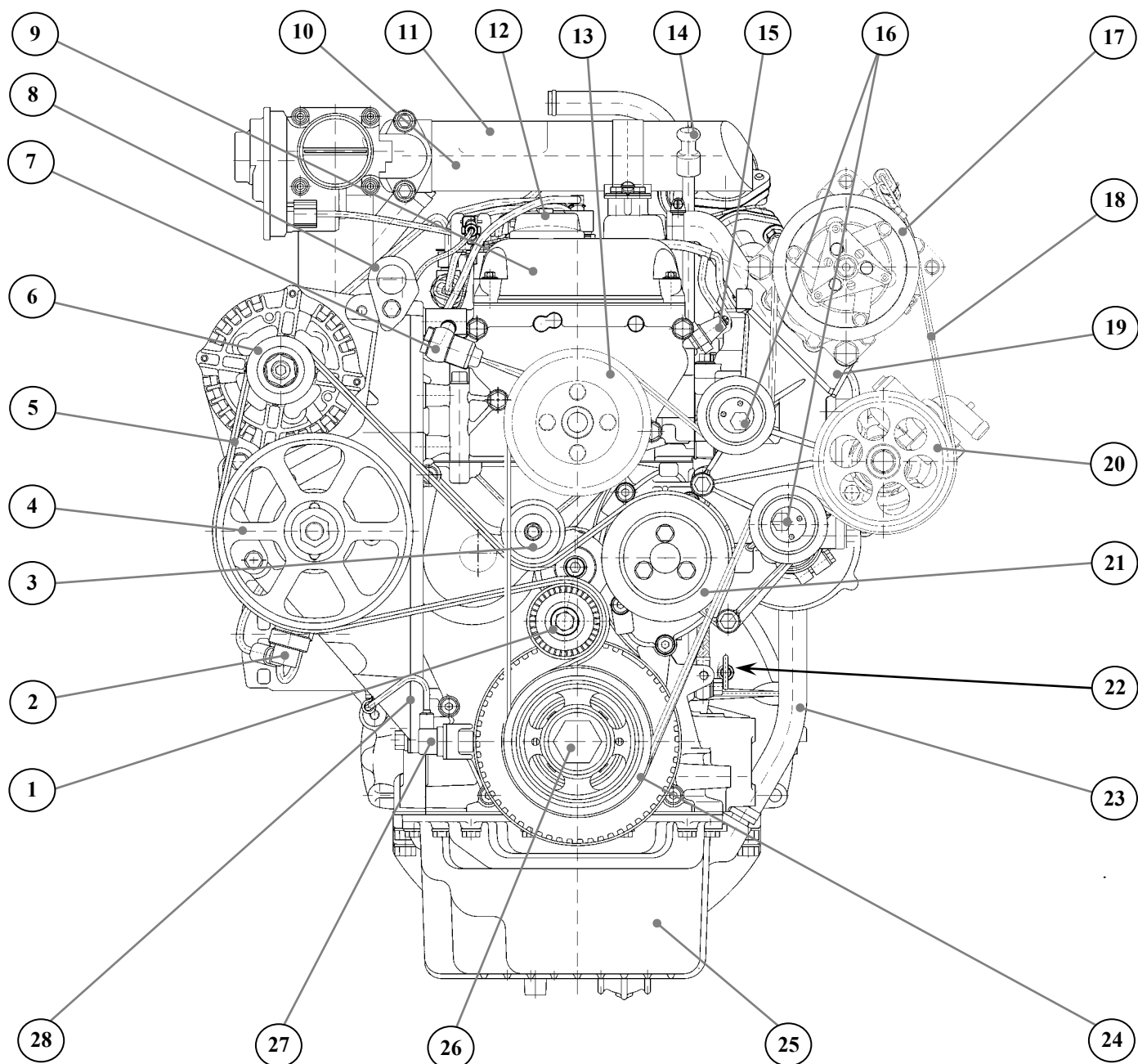


Рис.6. Двигатель (вид спереди):

1 – ролик натяжной ремня (автоматический,  $\varnothing 65$ ) привода водяного насоса, генератора и ТНВД; 2 – электромагнитный клапан управления расходом топлива; 3 – ролик опорный ( $\varnothing 55$ ); 4 – шкив ТНВД ( $\varnothing 167,5$ ); 5 – ремень привода водяного насоса, генератора и ТНВД (6РК 1600); 6 – шкив генератора ( $\varnothing 52,1$ ); 7 – штуцер отбора вакуума из вакуумного насоса; 8 – скоба подъема двигателя; 9 – крышка клапанов; 10 – охладитель рециркулируемых газов (ОРГ); 11 – этикетка с обозначением комплектации, порядкового номера двигателя и IMA-кодов топливных форсунок; 12 – крышка маслозаливной горловины; 13 – шкив вентилятора ( $\varnothing 120,1$ ); 14 – указатель уровня масла; 15 – датчик аварийного давления масла; 16 – ролики натяжения ремня привода вентилятора, компрессора кондиционера и насоса ГУР ( $\varnothing 55$ , эксцентриситет 6 мм); 17 – шкив компрессора кондиционера ( $\varnothing 121$ ); 18 – ремень привода вентилятора, компрессора кондиционера и насоса ГУР (6РК1700); 19 – кронштейн компрессора кондиционера и насоса ГУР; 20 – шкив насоса ГУР ( $\varnothing 121$ ); 21 – шкив водяного насоса ( $\varnothing 108,8$ ); 22 – заглушка отверстия под штифт-фиксатор коленчатого вала; 23 – шланг слива масла с турбокомпрессора; 24 – шкив коленчатого вала ( $\varnothing 120,3$ ); 25 – картер масляный; 26 – болт стяжной коленчатого вала (М 20×1,5); 27 – датчик положения коленчатого вала; 28 – кронштейн ТНВД и генератора.



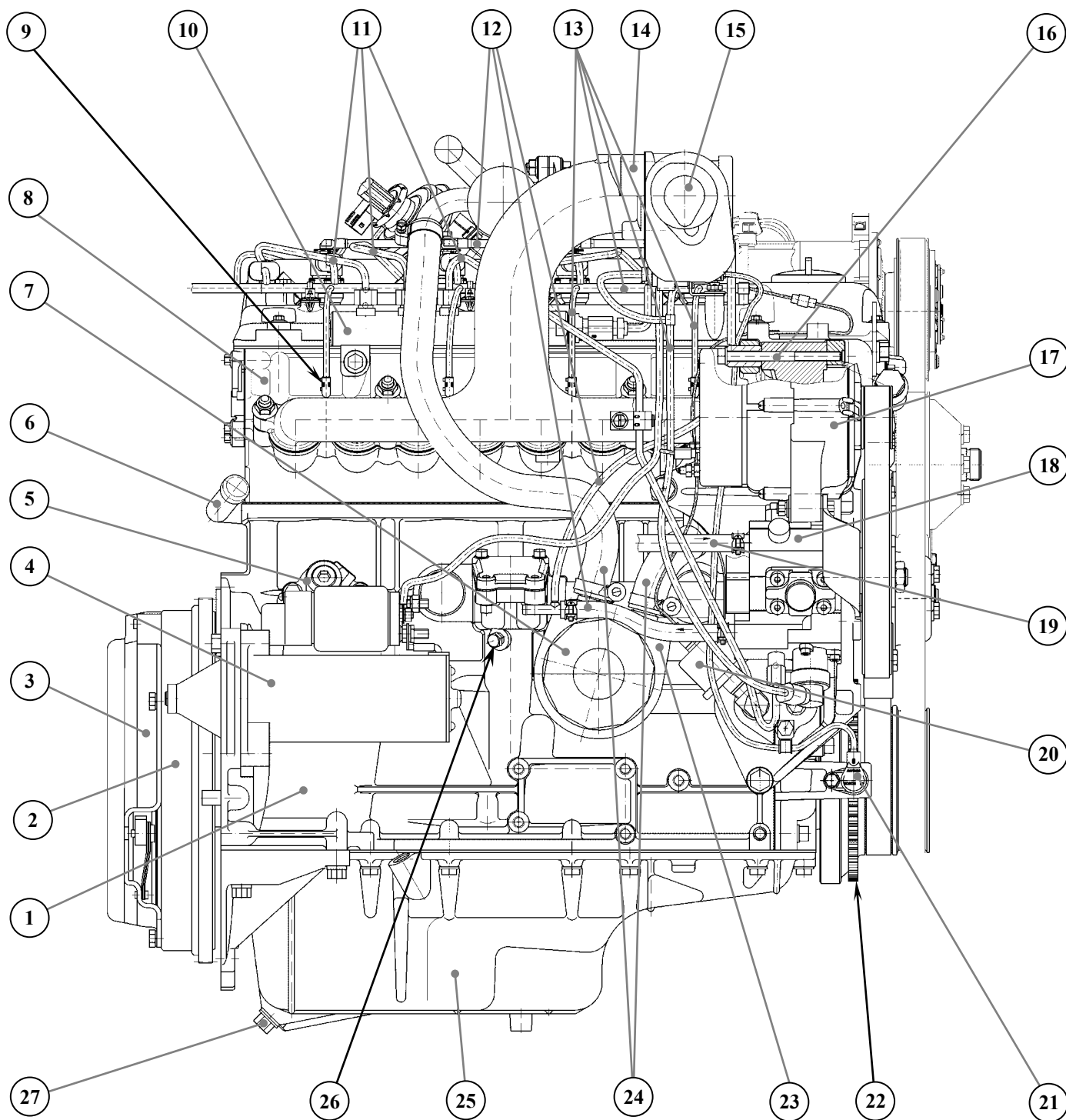


Рис.7. Двигатель (вид справа):

1 – блок цилиндров; 2 – маховик; 3 – сцепление; 4 – стартер; 5 – патрубок отопителя; 6 – трубка отопителя; 7 – фильтр масляный; 8 – головка цилиндров; 9 – свеча накаливания; 10 – аккумулятор; 11 – топливопроводы высокого давления; 12 – топливопроводы отсечного топлива; 13 – жгут электропроводов системы управления двигателем; 14 – труба впускная; 15 – патрубок воздухоподающий; 16 – болт крепления генератора; 17 – генератор; 18 – топливный насос высокого давления; 19 – топливопровод подачи отфильтрованного топлива низкого давления к ТНВД; 20 – датчик указателя давления масла; 21 – датчик положения коленчатого вала; 22 – ротор датчика положения коленчатого вала; 23 – жидкостно-масляный теплообменник (ЖМТ); 24 – шланги подвода-отвода охлаждающей жидкости к ЖМТ; 25 – картер масляный; 26 – пробка (K1/8") канала подвода масла к приводу масляного насоса; 27 - пробка слива масла из двигателя (S15, M14x1,5).

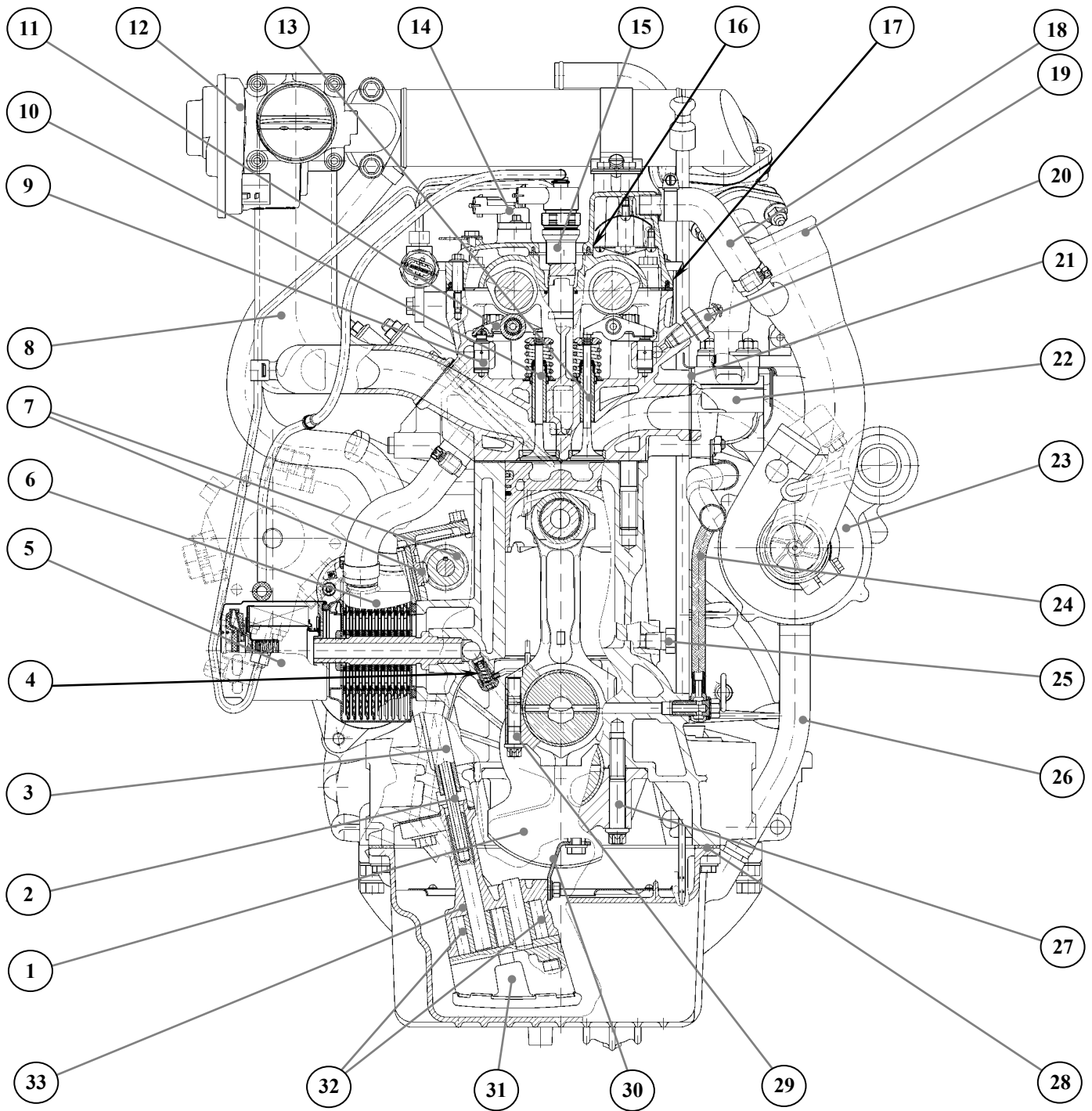


Рис.8. Поперечный разрез:

1 – вал коленчатый; 2 – валик привода масляного насоса; 3 – привод масляного насоса; 4 – клапан форсунки охлаждения поршня; 5 – масляный фильтр; 6 – жидкостно-масляный теплообменник; 7 – шестерни привода масляного насоса; 8 – труба впускная; 9 – гидроопора рычага привода клапана; 10 – клапан впускной; 11 – рычаг привода клапана; 12 – патрубок воздухоподающий; 13 – клапан выпускной; 14 – датчик фазы; 15 – электромагнитная форсунка; 16 – уплотнитель крышки клапанов; 17 – кольцо уплотнительное; 18 – шланг вентиляции; 19 - патрубок впускной турбокомпрессора; 20 – датчик аварийного давления масла; 21 – прокладка выпускного коллектора; 22 – коллектор выпускной; 23 – турбокомпрессор; 24 – трубка нагнетательная подвода масла к турбокомпрессору; 25 – пробка слива охлаждающей жидкости из блока цилиндров (К 1/4"); 26 – шланг слива масла из турбокомпрессора; 27 – болт крышки коренного подшипника; 28 – жидкая прокладка масляного картера (Loctyte5900); 29 – болт крышки шатунного подшипника; 30 – кронштейн крепления масляного насоса; 31 – патрубок маслоприемный; 32 – шестерни масляного насоса; 33 – корпус масляного насоса.

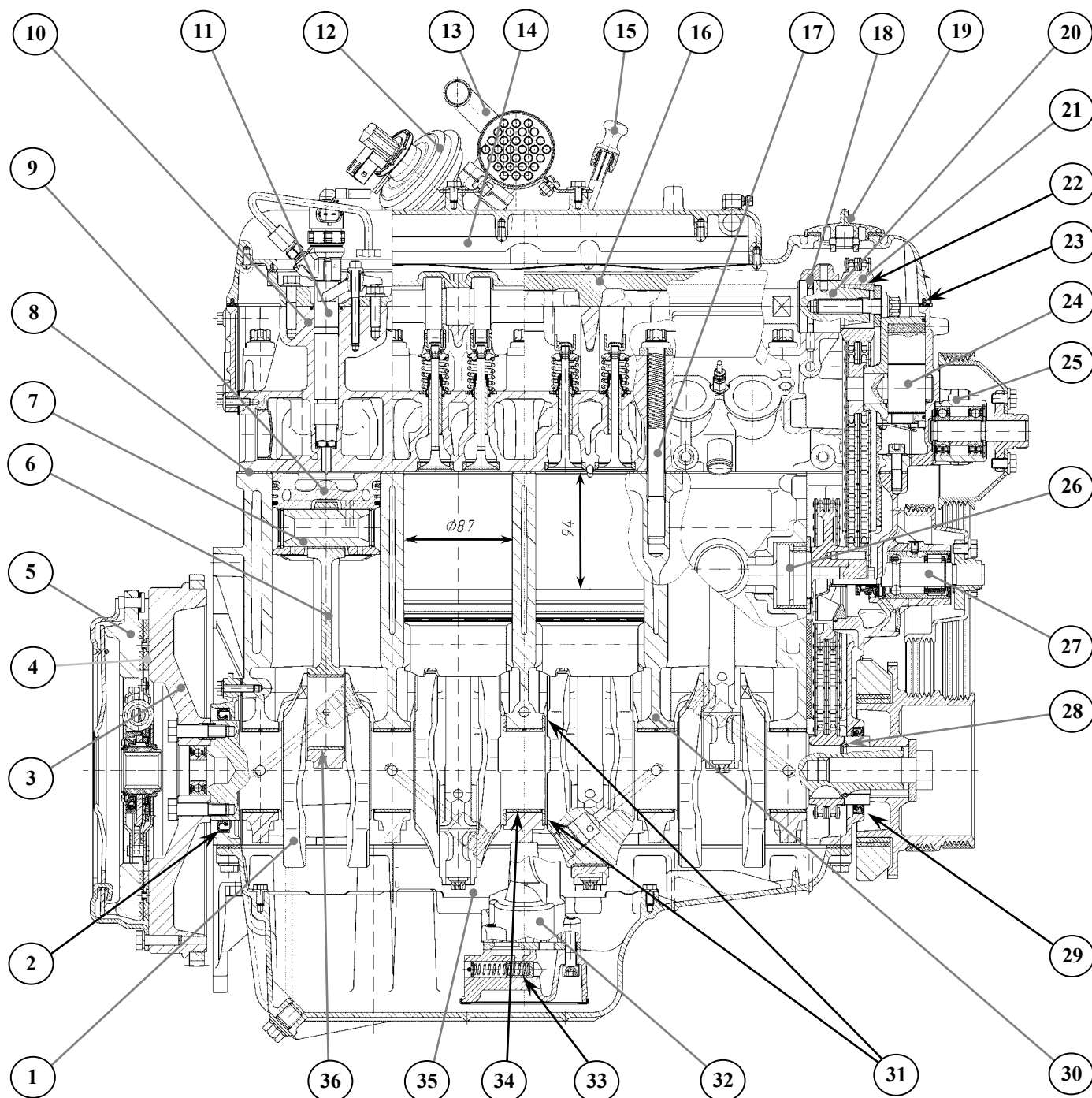


Рис.9. Продольный разрез:

1 – вал коленчатый; 2 – сальник коленчатого вала задний; 3 – маховик; 4 – диск сцепления ведомый; 5 – диск сцепления нажимной; 6 – шатун; 7 – палец поршневой; 8 – прокладка головки цилиндров; 9 – поршень; 10 – головка цилиндров; 11 – топливная форсунка; 12 – клапан рециркуляции отработавших газов; 13 – охладитель рециркулируемых газов; 14 – маслоотделитель; 15 – указатель уровня масла; 16 – блок крышек опор распределительных валов; 17 – болт крепления головки цилиндров; 18 – фланец упорный распределительного вала; 19 – крышка маслозаливной горловины; 20 – вал распределительный; 21 – звездочка распределительного вала; 22 – втулка цанговая; 23 – прокладка крышки клапанов; 24 – ротор вакуумного насоса; 25 – опора вентилятора; 26 – вал промежуточный; 27 – насос водяной; 28 – уплотнительное кольцо носка коленчатого вала; 29 – сальник коленчатого вала передний; 30 – блок цилиндров; 31 – подшипник коленчатого вала упорный; 32 – насос масляный; 33 – клапан редукционный масляного насоса; 34 – подшипник коленчатого вала коренной; 35 – успокоитель масла; 36 – подшипник коленчатого вала шатунный.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЯ

### 2.1 Технические характеристики двигателя и его систем

Тип двигателя	Дизельный, с непосредственным впрыском и турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха
Число тактов	4
Число цилиндров	4
Расположение цилиндров	Вертикально в ряд
Порядок работы цилиндров	1-3-4-2
Направление вращения коленчатого вала по ГОСТ 22836	Правое
Диаметр цилиндра, мм	87
Ход поршня, мм	94
Рабочий объем двигателя, л	2,24
Степень сжатия	19,0
Максимальная мощность нетто по ГОСТ 14846 при частоте вращения 3500 мин <sup>-1</sup> , кВт (л. с.)	83,5 (114)
Номинальная мощность нетто по ГОСТ 14846 при частоте вращения 3800 мин <sup>-1</sup> , кВт (л. с.)	81 (110)
Максимальный крутящий момент нетто по ГОСТ 14846 при частоте вращения 1800...2800 мин <sup>-1</sup> , Н·м (кгс·м)	270 (27,5)
Удельный расход топлива нетто: -минимальный	225 (165)
-при номинальной мощности, г/кВт·ч	260 (191)
Внешняя скоростная характеристика	Рис.4
<b>Система питания:</b>	Аккумуляторного типа с электронным управлением CRS2.0 ф.«BOSCH», Германия
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Радиально-плунжерного типа, CP1H, 0 445 010 330, ф.«BOSCH», Германия
Ремень привода ТНВД и агрегатов	Поликлиновой, 6PK1600, ОАО «БРТ» Россия, ф. «Gates», ф. «Dayco», ф. «Optibelt» Евросоюз.

Форсунки	Электрогидравлическая, CRI 2.14, 0 445 110 502, ф.«BOSCH», Германия
Топливная рампа	LWR2-16, 0 445 214 285, ф.«BOSCH», Германия
Фильтр тонкой очистки топлива	с подогревателем, ручным подкачивающим насосом, датчиком температуры топлива и датчиком наличия воды, 0 450 126 273, ф.«BOSCH», Германия
Сменный фильтрующий элемент топливного фильтра	1 457 434 310, ф.«BOSCH», Германия
<b>Система смазки</b>	Комбинированная: под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, подшипники распределительных и промежуточных валов, детали привода масляного насоса, опоры рычагов привода клапанов и натяжители цепей, подшипники турбокомпрессора, струями масла охлаждаются поршни. Остальные поверхности смазываются разбрызгиванием. На двигателе предусмотрены места под соединения предпускового подогревателя к водяной рубашке блока и места крепления лотка подогревателя на масляном поддоне.
Масляный фильтр	с фильтрующим элементом перепускного клапана, 2101С-1012005-НК-2, ф.«Колан» или 406.1012005-02 ф.«ИННА».
Жидкостно-масляный теплообменник	Встроенный в систему охлаждения и смазки, полнопоточный.
Масляный насос	Шестеренчатый, односекционный, расположен в масляном картере.
<b>Система охлаждения</b>	Жидкостная, закрытая, с принудительной циркуляцией и подачей охлаждающей жидкости в блок цилиндров. На двигателе предусмотрены места подсоединения предпускового подогревателя к водяной рубашке блока, вентилятора с вязкостной или электромагнитной муфтой включения.
Термостат	Одноклапанный, типа ТА108-01
Насос системы охлаждения	Центробежный, приводимый от шкива коленчатого вала ремнем
<b>Система наддува</b>	Турбокомпрессором, приводимым отработавшими газами

Турбокомпрессор	WGT- с клапаном перепуска ОГ минуя турбину: - GT1549S ф. «GARRETT», - HP48X3501 ф. «F-Diesel Power Co.,Ltd», - ТКР50.04.07 ЗАО НПО «Турботехника».
Охладитель надувочного воздуха (устанавливается на автомобиле)	Воздух-воздух, 3163-1172012-20, ОАО «БЗР», г.Бугуруслан, Россия
<b>Система рециркуляции отработавших газов</b>	С пневмоэлектрическим управлением.
Клапан рециркуляции	Пневматический, 51432.1213008 (7.00069.00.0) ф.PIERBURG.
Дроссельная заслонка	С электроприводом, 51432.1148090, (7.04505.000) ф.PIERBURG.
<b>Сцепление</b>	Сухое, однодисковое, с диафрагменной нажимной пружиной
Нажимной диск	4064.1601090-03
Ведомый диск	с демпфером холостого хода 514.1601130 (LUK 324021511) ф. «LUK», Германия
<b>Система вентиляции</b>	Закрытая, принудительная
<b>Воздушный фильтр</b> (устанавливается на автомобиле)	С сухим фильтрующим элементом, производи- тельностью 500 м <sup>3</sup> /ч
<b>Вакуумный насос</b>	Однолопастного типа, расположен на передней крышке головки цилиндров, с минимальным разрежением при оборотах коленчатого вала 850 мин <sup>-1</sup> - 0,8 бар. Время достижения разрежения 0,6 и 0,8 бар из объема 5,5 л не более 8 и 20 с соответственно.
<b>Электрооборудование</b>	Постоянного тока, номинальное напряжение 12 В, система однопроводная, отрицательные выводы источников и потребителей электрической энергии соединены с корпусом двигателя
Генератор	ААК 5727 14V <b>120 А</b> 11.203.614 (409.3701000) ф. «Iskra» или 5122.3771000-30 14V <b>120 А</b> ф. «Прамо-Электро»;  ААК 5730 14V <b>80А</b> 11.203.640 (4052.3701000-01) ф. «Iskra» или 5122.3771000 14V <b>80А</b> ф. «Прамо-Электро» или 3212.3771000-10 14V <b>90А</b> ОАО «БАТЭ»

Стартер	6012.3708 пр-ва ОАО «ЗИТ», г. Самара или 11.131.262 типа AZE 2154, 12V, 1,9 kWt (405.3708000) ф.«Iskra», Словения или AZE 2203 12V 1,9kW z9 11.131.568 (405.3708000-01) ф. «Прамо Искра» или DW-12V, 2,0 kW, В 001 116 163 (514.3708005) ф. «BOSCH»
Свечи накаливания	Штифтовые, металлические, GLP S-RSK, 0 250 202 045, ф. «BOSCH», Германия, 0 100 226 573 ф «BERU», Ю. Корея
<b>Система управления двигателем</b>	
Электронный блок управления (устанавливается на автомобиле)	Микропроцессорный, EDC16C39-6.H1, 0 281 018 675, ф.«BOSCH»
Датчик температуры охлаждающей жидкости	Терморезистивный, TF, 0 280 130 093, ф.«BOSCH»
Датчик синхронизации	Индуктивного типа, DG6, 0 261 210 331, ф.«BOSCH»
Датчик фазы	На эффекте Холла, PG3.8, ф.«BOSCH» 0 232 103 048 или 0 232 103 097,
Датчик массового расхода воздуха (устанавливается на автомобиле)	Термоанемометрический, пленочный с интегрированным терморезистивным датчиком температуры воздуха, HFM 6-4.7, 0 281 006 291, ф.«BOSCH»
Модуль педали акселератора (устанавливается на автомобиле)	Потенциометрического типа, APM 1.2, 0 280 755 115, ф.«BOSCH»
Реле включения свечей накаливания (устанавливается на автомобиле)	Электромагнитного типа
Реле подогрева топлива (устанавливается на автомобиле)	Электромагнитного типа
Клапан управления системой рециркуляции отработавших газов – модулятор (устанавливается на автомобиле)	Электромагнитный, ф. ВITRON, Испания
<b>Датчики приборов:</b>	
Сигнализатора перегрева охлаждающей жидкости (устанавливается на автомобиле)	ТМ 111-03, контактного типа
Указателя давления масла	3902.3829, реостатного типа
Сигнализатора аварийного давления масла	6002.3829, контактного типа
<b>Масса незаправленного смазкой двигателя со сцеплением, кг</b>	220

## 2.2 Основные данные для контроля

Минимальная частота вращения холостого хода, мин <sup>-1</sup>	850
Максимальная частота вращения холостого хода, мин <sup>-1</sup>	4500
Давление масла в центральной масляной магистрали блока цилиндров, при температуре масла в масляном картере в зоне приемника масляного насоса в пределах от плюс 78 до плюс 82°С при частоте вращения коленчатого вала 850 мин <sup>-1</sup> , должно быть не менее, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	108 (1,1)
Рабочая температура охлаждающей жидкости, °С	60...110
Рабочая температура масла, °С	60...130
Дымность отработавших газов в режиме свободного ускорения по коэффициенту поглощения света, м <sup>-1</sup> , не более	2,72



### 3 Эксплуатационные материалы, применяемые на двигателе

Таблица 1

Основные	Дублирующие	Периодичность смены		Объемы, заправляемые в изделие	Примечание
		Основная марка	Дублирующая марка		
1	2	3	4	5	6
<b>Дизельное топливо</b> «Евро» – по ГОСТ Р 52368-2005 (EN590:2004), вид II					Сорт и класс топлива в зависимости от климатических условий эксплуатации (прил.И)
<b>Масло моторное</b> по СТО ААИ 003-98:  SAE 5W-30, ААИ ДЗ/Б4 SAE 5W-40, ААИ ДЗ/Б4 SAE 10W-30, ААИ ДЗ/Б4 SAE 10W-40, ААИ ДЗ/Б4 SAE 15W-30, ААИ ДЗ/Б4 SAE 15W-40, ААИ ДЗ/Б4 SAE 20W-40, ААИ ДЗ/Б4 SAE 20W-50, ААИ ДЗ/Б4	Масло моторное по SAE J 300, API <sup>1)</sup> :  SAE 5W-30, API CF-4/SG SAE 5W-40, API CF-4/SG SAE 10W-30, API CF-4/SG SAE 10W-40, API CF-4/SG SAE 15W-30, API CF-4/SG SAE 15W-40, API CF-4/SG SAE 20W-40, API CF-4/SG SAE 20W-50, API CF-4/SG	10 тыс. км		6,3...6,5 л - первоначальный объем заправки сухого двигателя 5,1...5,3 л – объем масла при замене	Диапазон температур применения: от минус 25 °С <sup>2)</sup> до плюс 20 °С от минус 25 °С <sup>2)</sup> до плюс 35 °С от минус 20 °С <sup>2)</sup> до плюс 30 °С от минус 20 °С <sup>2)</sup> до плюс 35 °С от минус 15 °С до плюс 35 °С от минус 15 °С до плюс 45 °С от минус 10 °С до плюс 45 °С от минус 10 °С до плюс 45 °С и выше

<sup>1)</sup> Допускается применение моторных масел более высоких групп по классификации API (CG-4, CH-4 и выше); ACEA – A3/B4, C1, C2, C3, C4;

<sup>2)</sup> Рекомендуются к использованию при температуре ниже минус 25 °С при условии оснащения автомобиля предпусковым подогревательным устройством по ОСТ 37.001.052

SAE 30, ААИ ДЗ	SAE 30, API CF-4				от минус 5 °С до плюс 45 °С
SAE 40, ААИ ДЗ	SAE 40, API CF-4				от 0 °С до плюс 45 °С
SAE 50, ААИ ДЗ	SAE 50, API CF-4				от 0 °С до плюс 45 °С и выше
<b>Охлаждающая жидкость</b> ОЖ-40 «Лена» - до минус 40 °С ОЖ-65 «Лена» - до минус 65 °С ТУ 113-07-02	Автожидкость охлаждающая Тосол-А40М – до минус 40 °С Тосол-А65М – до минус 65 °С ТУ 6-57-95 Антифриз «Термосол» марки А-40 – до минус 40 °С марки А-65 – до минус 65 °С ТУ 301-02-141	2 года	3 года  10 лет	3,7 л Без учета емкости радиатора, отопителя и соединительных шлангов	

## 3 КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ

### 3.1 Кривошипно-шатунный механизм

**Блок цилиндров** (рис.10) – отлит из серого чугуна и выполнен в виде моноблока с картерной частью, опущенной ниже оси коленчатого вала на 60 мм. Масса блока цилиндров в сборе равна 60 кг.

В нижней части блока расположены пять опор коренных подшипников, закрываемых индивидуальными крышками 6. Крышки коренных подшипников 6, изготавливаемые из высокопрочного чугуна, обрабатываются в сборе с блоком цилиндров, поэтому являются не взаимозаменяемыми, пронумерованы для каждой коренной опоры в соответствии с их порядковыми номерами. При установке крышек замочные пазы под вкладыши в блоке цилиндров и в крышках располагают с одной стороны.

В картерной части блока цилиндров на специальных бобышках, имеющих крепежные отверстия с выходом в центральную масляную магистраль, устанавливаются форсунки 5 для охлаждения поршней моторным маслом, оборудованные перепускными клапанами 10, открывающимися при давлении масла  $1,1 \dots 1,6 \text{ кгс/см}^2$ .

Вокруг цилиндров имеется полость для охлаждающей жидкости. На плоскостях переднего торца и верхней плиты имеются отверстия (каналы) для подвода - отвода охлаждающей жидкости и масла.

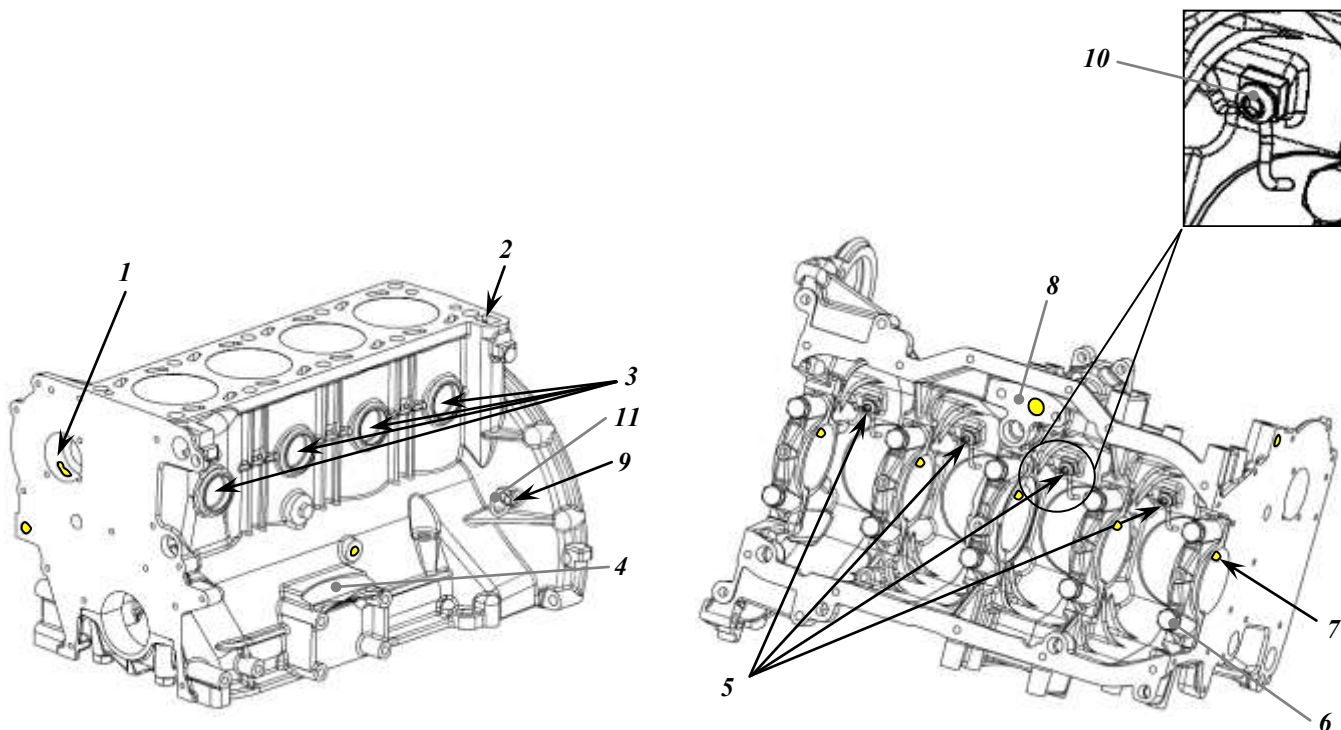


Рис.10. Блок цилиндров:

1 – опора промежуточного вала; 2 – канал слива масла с головки цилиндров; 3 – места маркировки размерных групп цилиндров; 4 – место маркировки обозначения комплектации и порядкового номера двигателя ударным способом; 5 – форсунки охлаждения поршней; 6 – крышка коренного подшипника; 7 – отверстие для подвода масла к коренному подшипнику; 8 – место установки масляного насоса; 9 – отверстие для установки штифта-фиксатора коленчатого вала; 10 – перепускной клапан форсунки охлаждения поршня; 11 – заглушка.

**Головка цилиндров (рис.11)** – отлита из алюминиевого сплава. В головке цилиндров располагаются впускные и выпускные газовые каналы, по два на каждый цилиндр; рубашка охлаждения для отвода тепла от нагретых стенок камеры сгорания, распылителей топливных форсунок, седел и направляющих клапанов; каналы системы смазки; в верхней части головки цилиндров располагаются опоры распределительных валов и гидроопор рычагов привода клапанов, а так же колодцы под топливные форсунки, свечи накаливания и болты крепления головки к блоку цилиндров. Снаружи имеются бобышки с резьбовыми отверстиями и фланцевые поверхности для установки и крепления навесного оборудования, ТНВД, генератора, топливного аккумулятора, впускной трубы, выпускного коллектора, передней и задней крышек, крышки клапанов. Крышки 2, 3, 4 и 5-й опор распределительных валов выполнены единым блоком, крышки первых опор так же выполнены единым блоком, крышки распределительных валов обрабатываются в сборе с головкой, поэтому, они не взаимозаменяемы с крышками других головок. Масса головки цилиндров 15 кг.

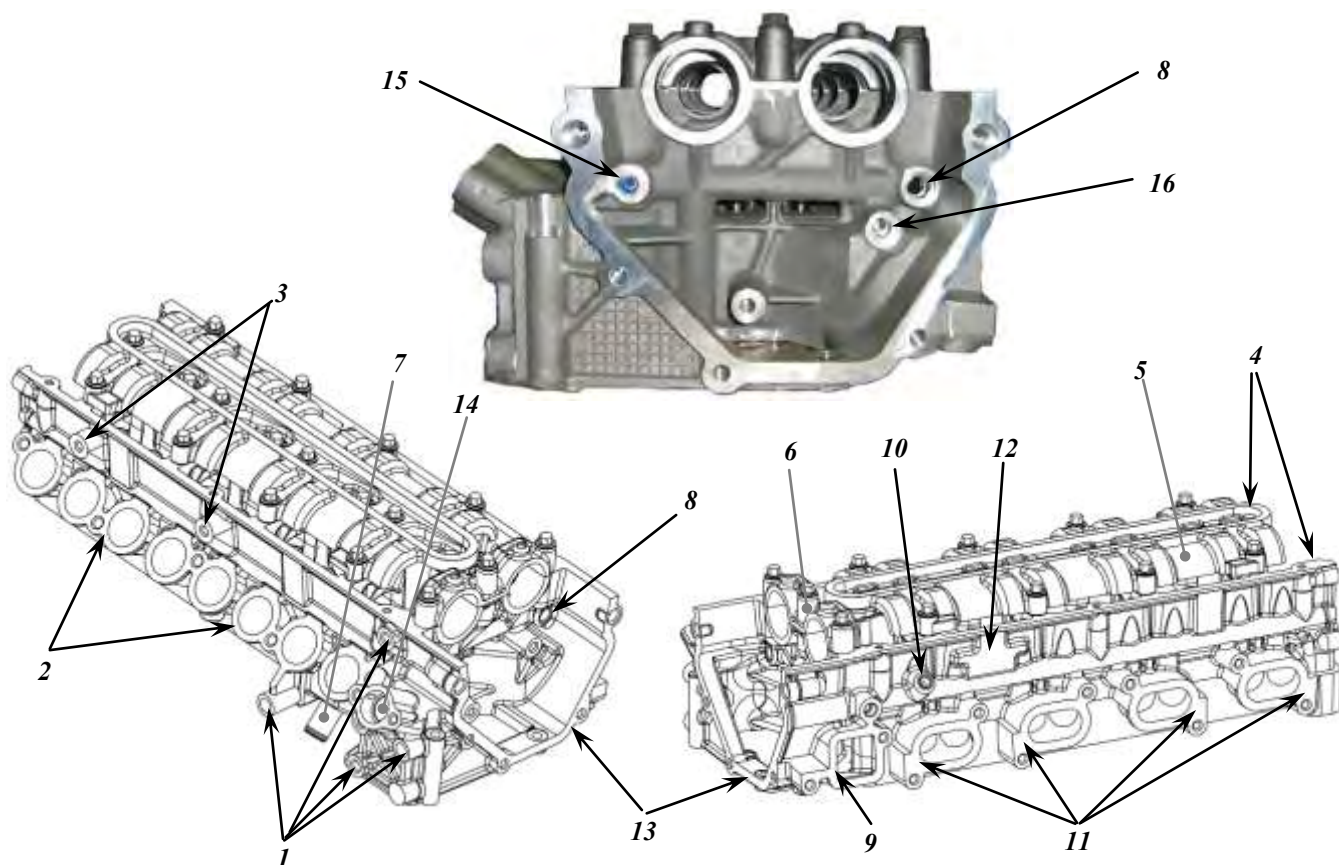


Рис.11. Головка цилиндров:

1 – бобышки крепления кронштейна ТНВД и генератора; 2 – фланец для установки и крепления впускной трубы; 3 – бобышки для установки и крепления аккумулятора топлива высокого давления; 4 – фланцы для установки и крепления крышки клапанов; 5 – блок крышек 2, 3, 4 и 5-й опор распределительных валов; 6 – крышка 1-х опор распределительных валов; 7 – патрубок подвода охлаждающей жидкости к ЖМТ; 8 – отверстие для подвода масла к вакуумному насосу; 9 – фланец для установки и крепления термостата; 10 – отверстие (К 1/4") для установки датчика аварийного давления масла; 11 – фланцы для установки и крепления выпускного коллектора; 12 – место нанесения порядкового номера головки цилиндров; 13 – фланец для установки и крепления крышки передней в сборе с вакуумным насосом; 14 – место установки гидронатяжителя; 15 – заглушка масляного канала; 16 – ступенчатое резьбовое отверстие для болта крепления успокоителя цепи.

**Прокладка головки цилиндров** (рис.12) – стальная, трехслойная, с уплотняющим покрытием 1 в виде рисунка по периметрам окон цилиндров, каналов охлаждения 2 и смазки 3 и 5. Толщина прокладки 1,02 мм.

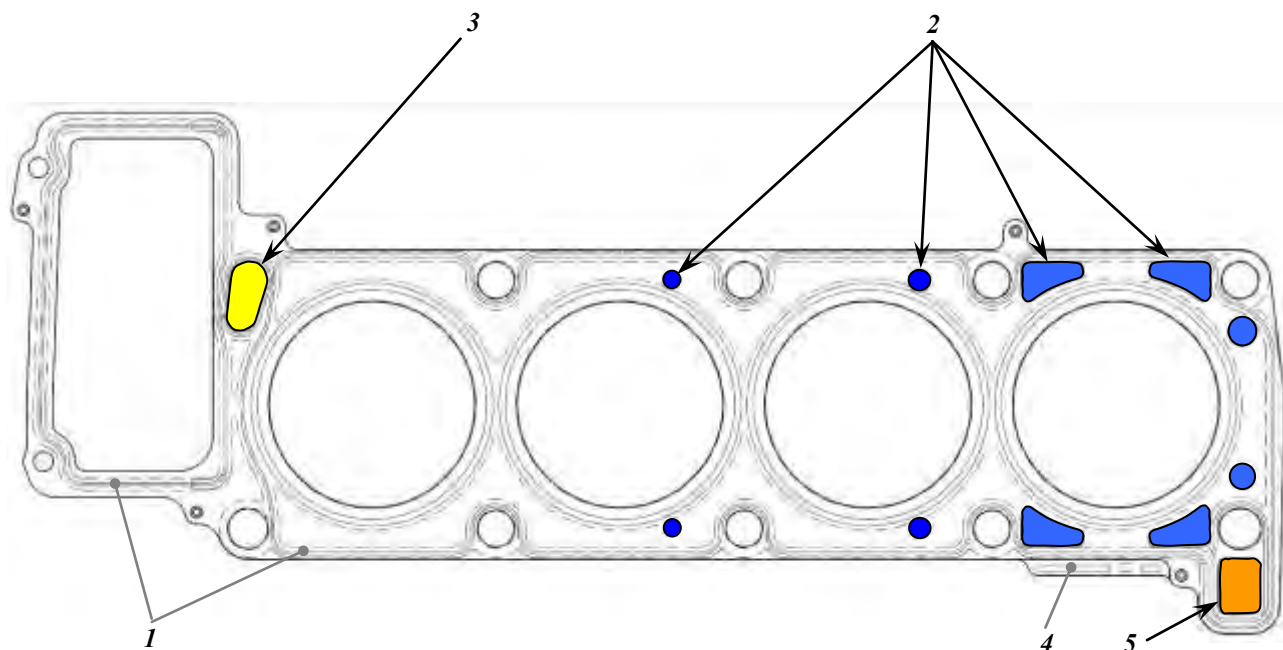


Рис.12. Прокладка головки цилиндров:

1 – уплотняющее покрытие; 2 – отверстия для подвода охлаждающей жидкости в головку цилиндров; 3 – отверстие для подачи смазочного масла в головку цилиндров; 4 – место маркировки обозначения прокладки; 5 – отверстие для слива смазочного масла из головки цилиндров в масляный картер и прохождения картерных газов в маслоотделитель.

**Поршень** (рис.13) – отлит из специального алюминиевого сплава DM104. В головке поршня выполнены камера сгорания омега ( $\omega$ ) - образной формы и канал охлаждения. Масса поршня стандартного размера  $586 \pm 5$ г.

Юбка поршня имеет бочкообразный вертикальный профиль и в поперечном сечении форму овала. Направление наименьшего диаметра овала совпадает с направлением оси поршневого пальца. Наибольший диаметр юбки поршня располагается на расстоянии 13 мм от нижней кромки поршня.

Юбка имеет специальный микрорельеф для удержания смазки и антифрикционное графитовое покрытие толщиной 7...15 мкм для снижения потерь на трение. На нижней кромке юбки выполнена выемка, которая обеспечивает расхождение поршня с трубкой форсунки охлаждения.

В головке поршня выполнены три канавки под поршневые кольца: в двух верхних установлены компрессионные кольца, в нижней – маслосъемное. Канавка под верхнее компрессионное кольцо выполнена в упрочняющей вставке из нирезистового чугуна. Ось отверстия под поршневой палец смещена на 0,5 мм от диаметральной плоскости поршня в сторону расположения впускных клапанов.

Поршни по диаметру юбки делятся на 3 размерные группы А, В и У. По диаметру отверстия под поршневой палец и массе поршни на размерные (весовые) группы не делятся. Маркировка размерных групп и стрелка-указатель ориентации поршня в блоке цилиндров выбиваются на днище (рис.13).

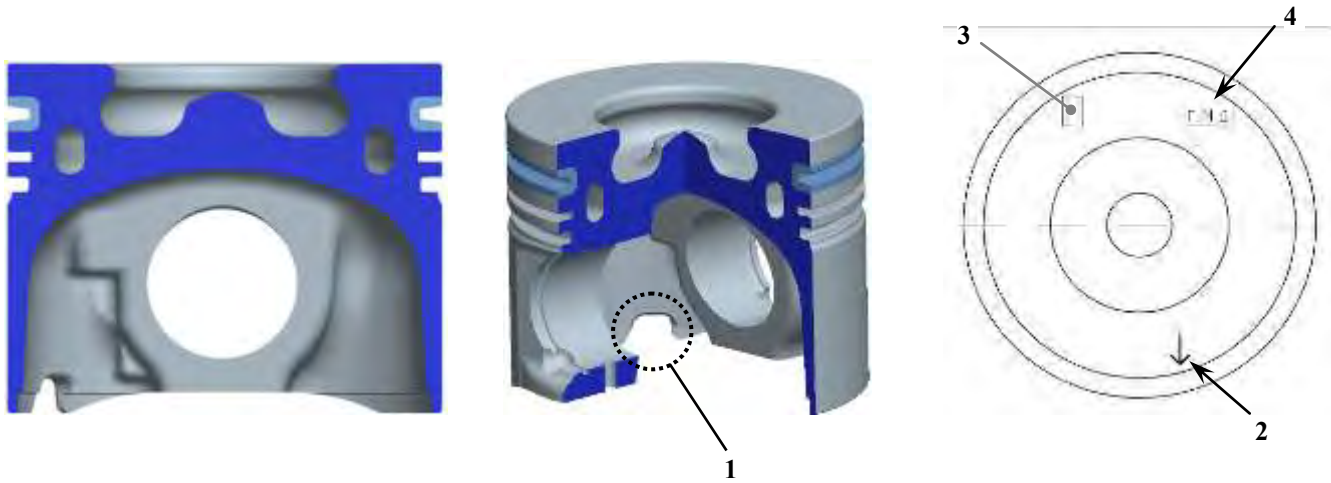


Рис.13. Поршень:

1 – вырез под форсунку охлаждения поршня; 2 – стрелка для правильной ориентации поршня при сборке цилиндропоршневой группы; 3 – место маркировки размерной группы поршня; 4 – место маркировки даты изготовления поршня («Г»-год, «М»-месяц обозначается латинскими буквами от А-январь, В - февраль, С – март, D – апрель, Е – май, F – июнь, G – июль, Н – август, I – сентябрь, J – октябрь, К – ноябрь до L-декабрь, «Д»-день).

### Поршневые кольца (рис.14).

Верхнее компрессионное кольцо 2 изготовлено из стали RIK SP3 и имеет равносторонний трапециевидальный профиль (угол  $6^{\circ}12'$ ) и износостойкое антифрикционное покрытие наружной рабочей поверхности IP-251.

Нижнее компрессионное кольцо 3 изготовлено из чугуна RIK 20A, имеет коническую («минутную» угол  $1^{\circ}30'$ ) наружную рабочую поверхность с износостойким антифрикционным покрытием. Высота кольца  $2_{-0,03}^{-0,01}$  мм.

Маслосъемное кольцо 4 изготовлено из стали RIK SP3M, коробчатого типа, с пружинным расширителем 5, с износостойким антифрикционным покрытием рабочих поясков поверхности, обращенной к зеркалу цилиндра. Высота кольца  $3_{-0,03}^{-0,01}$  мм.

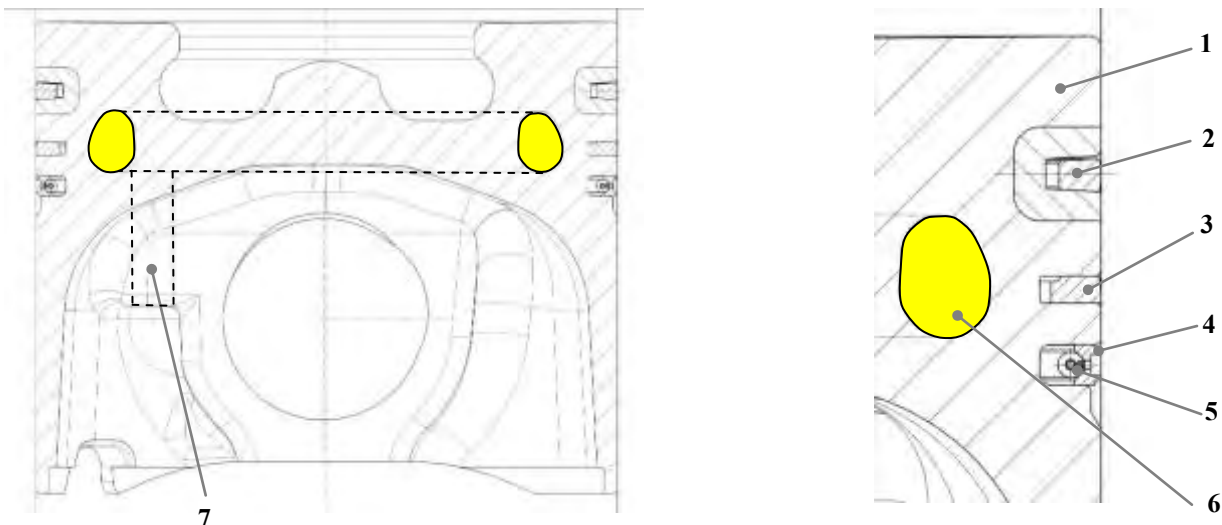


Рис.14. Поршневые кольца в сборе с поршнем:

1 – поршень; 2 – верхнее компрессионное кольцо; 3 – нижнее компрессионное кольцо; 4 – маслосъемное кольцо; 5 – пружинный расширитель; 6 – канал для охлаждения стенок камеры сгорания и зоны расположения поршневых колец; 7 – отверстие для подвода масла в канал охлаждения.

Поршневые кольца в соответствующие канавки устанавливаются маркировкой «R» вверх, замки компрессионных колец разводятся в противоположные стороны, замок маслосъемного перпендикулярно линии, соединяющей стыки компрессионных.

**Поршневой палец** (рис.15) – трубчатого сечения, плавающего типа, при работе двигателя свободно вращается в бобышках поршня и втулке шатуна. Осевое перемещение пальца ограничивается стопорными кольцами. Палец изготовлен из стали SCM420H и для увеличения твердости и износостойкости наружная поверхность пальца подвергнута цементации. Поршневые пальцы по наружному диаметру на размерные группы не делятся. Масса пальца  $272 \pm 1,5$  г.

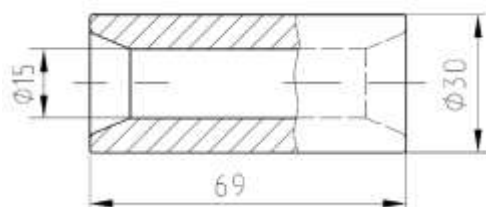


Рис.15. Поршневой палец

**Шатун** (рис.16) – для повышения прочности кованый из легированной хромом и никелем стали 40XH. Крышка шатуна 2 из той же стали, обрабатывается в сборе с шатуном 1 и, поэтому, является индивидуальной (не взаимозаменяемой) для каждого шатуна. Крышка к шатуну крепится болтами 3 изготовленными из стали 38ХГНМ, имеющими центрирующие пояски для обеспечения постоянства формы опоры шатунного подшипника при разборке-сборке двигателя и его надежной работы. В поршневую головку шатуна запрессована сталебронзовая втулка 4, имеющая канавки 5 для подвода смазки к сопряжению палец-втулка.

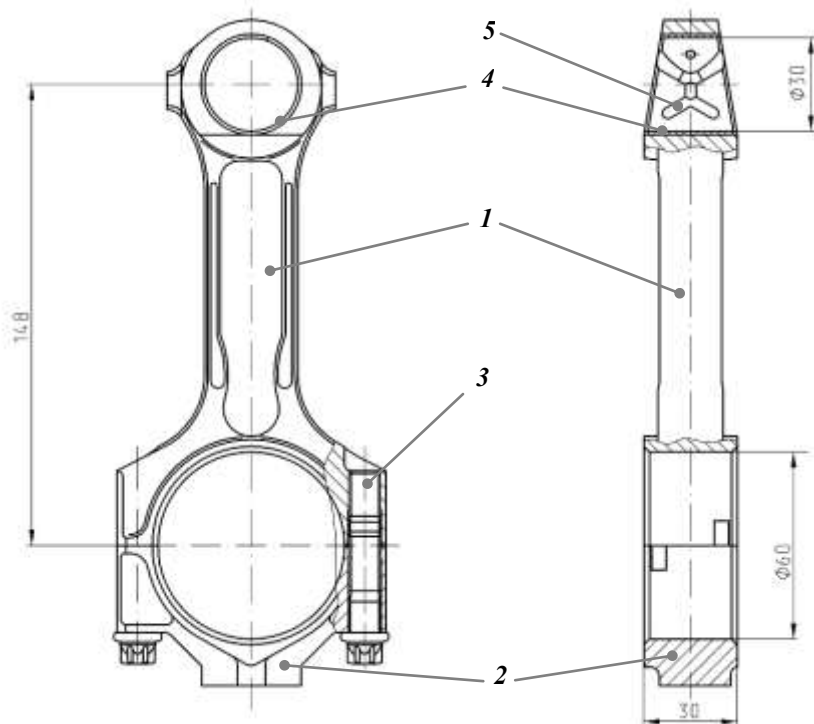


Рис.16. Шатун:

- 1 – шатун;
- 2 – крышка;
- 3 – шатунный болт;
- 4 – втулка;
- 5 – канавки для подвода масла.

В зависимости от массы шатуны делят на 2 группы и маркируют белой или зеленой краской. При массе шатуна  $m = 1030_{+5}$  г. его маркируют белой краской, при массе шатуна  $m = 1030_{-5}$  г. его маркируют зеленой краской.

**Коленчатый вал** (рис.17) – кованый из легированной хромом, молибденом и ванадием высококачественной стали 42ХМФА, пятиопорный, имеет для разгрузки опор восемь противовесов. Износостойкость рабочих поверхностей шеек коленчатого вала обеспечивается газовым азотированием. Диаметры коренных шеек  $\varnothing 62_{-0,049}^{-0,035}$  мм, шатунных  $\varnothing 56_{-0,039}^{-0,025}$  мм. Ширина шатунных шеек  $30^{+0,1}$  мм, коренных  $34^{+0,3}$  мм, средней коренной  $34^{+0,05}$  мм. Масса коленчатого вала 25 кг.

Направление вращения коленчатого вала – правое (при направлении взгляда со стороны носка). Вал подвергнут динамической балансировке.

В коренных (кроме средней) и шатунных шейках просверлены масляные каналы для подачи масла от коренных к шатунным подшипникам, соединенные между собой косыми отверстиями. Внешние выходы сверлений в кривошипах закрыты пробками 7. В процессе вращения коленчатого вала продукты износа, находящиеся в масле, отделяются за счет действия центробежной силы инерции и накапливаются в полостях под пробками.

На переднем конце коленчатого вала (рис.18) устанавливаются на шпонках 4 и 18 ведущая звездочка привода распределительных валов 7 и шкив-демпфер, между ними установлена стальная распорная втулка 9, которые крепятся одним стяжным болтом 1 (M20×1,5).

Наружная поверхность втулки 9, контактирующая с рабочей кромкой манжеты 10, для увеличения износостойкости имеет закаленный слой.

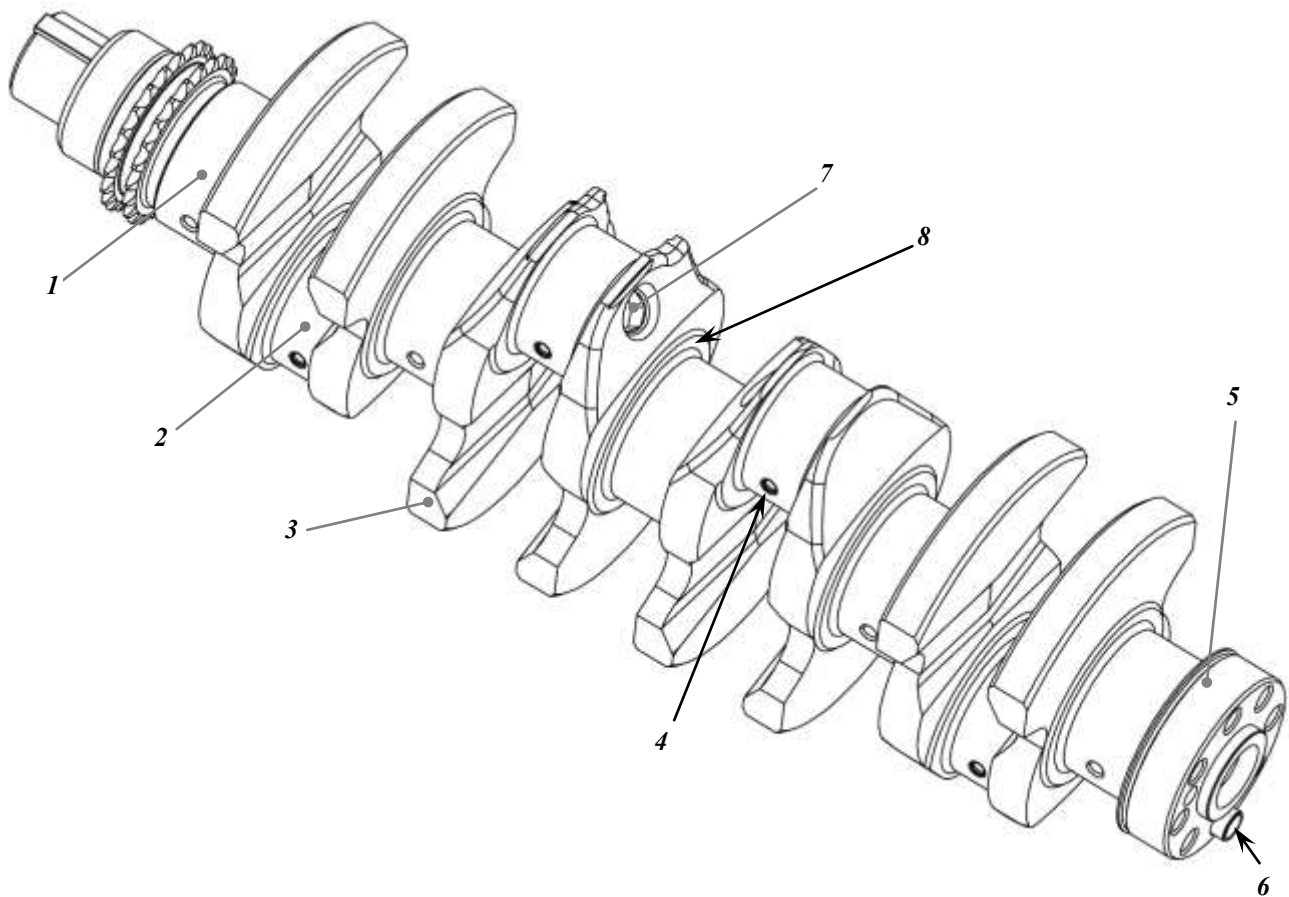


Рис.17. Вал коленчатый в сборе с пробками, установочным штифтом и звездочкой: 1 – 1-я коренная шейка; 2 – 1-я шатунная шейка; 3 – 3-й противовес; 4 – отверстие для подвода масла к 3-му шатунному подшипнику; 5 – шейка под задний сальник; 6 – штифт установочный маховика; 7 – пробка (заглушка) масляного канала; 8 – опорная поверхность под упорный подшипник.



Передний конец коленчатого вала уплотняется с помощью резиновой манжеты 10, установленной в крышке цепи 19, и резинового кольца 8 круглого сечения, установленного между звездочкой и распорной втулкой.

Шкив-демпфер коленчатого вала состоит из двухручьевого шкива 15 под поликлиновые ремни и диска демпфера 11. Диск демпфера напрессован на шкив через кольцо демпфера 14. Демпфер служит для гашения крутильных и частично осевых колебаний коленчатого вала, благодаря чему обеспечивается равномерность работы ТНВД, уменьшается шум и облегчаются условия работы цепного привода распределительных валов. На шкиве 15 расположен ротор 12, имеющий «60 – 2» равномерно расположенных зуба, которые, пересекая магнитное поле датчика синхронизации, обеспечивают формирование импульсов, с помощью которых микропроцессорный блок управления определяет частоту вращения, угловое положения коленчатого вала и момент начала впрыска топлива.

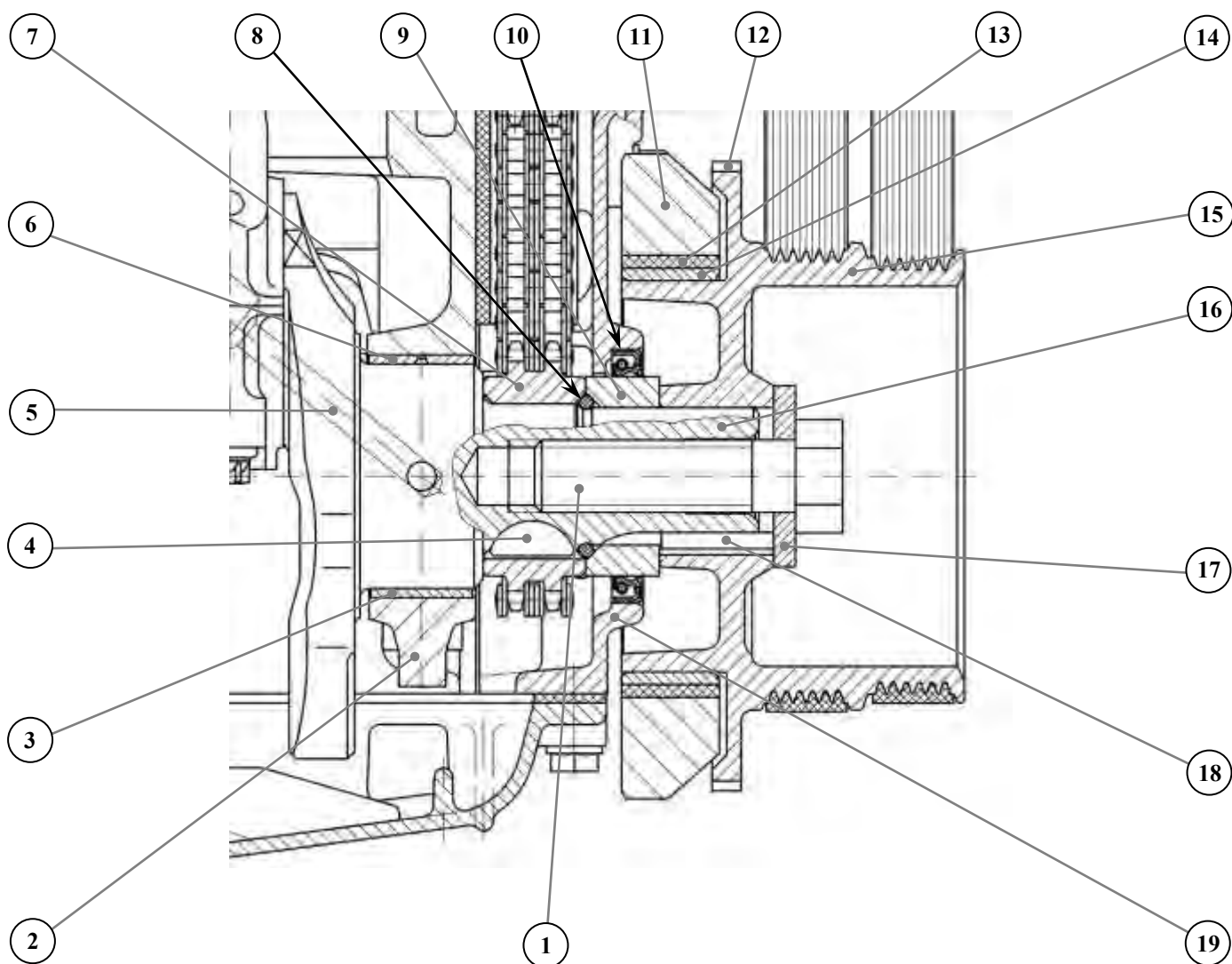


Рис.18. Передний конец коленчатого вала в сборе:

1 – стяжной болт; 2 – крышка коренного подшипника; 3 – нижний коренной вкладыш; 4 – шпонка сегментная; 5 – канал подачи масла в шатунную шейку; 6 – верхний коренной вкладыш; 7 – звездочка привода; 8 – уплотнительное кольцо; 9 – втулка распорная; 10 – манжета; 11 – диск демпфера; 12 – зубчатый венец ротора датчика положения коленчатого вала; 13 – элемент демпфирующий; 14 – кольцо демпфера; 15 – шкив коленчатого вала; 16 – вал коленчатый; 17 – шайба стяжного болта; 18 – шпонка призматическая; 19 – крышка цепи.

Кромка паза, образованного на месте 2-х вырезанных зубьев, на зубчатом венце ротора, в момент нахождения поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке (ВМТ), составляет угол  $114^\circ$  с плоскостью, проходящей через ось датчика положения коленчатого вала.

Шкив-демпфер для устранения дисбаланса подвергнут статической балансировке.

На центрирующий посадочный цилиндрический выступ фланца коленчатого вала (рис.19) и втулку 11, запрессованную в задний фланец коленчатого вала, установлен маховик 7, прикрепленный к фланцу с помощью восьми самостоорящихся болтов 8 через термоупрочненную шайбу 10. Термоупрочненная шайба служит для увеличения надежности соединения. В гнездо маховика установлен подшипник 9 передней опоры первичного вала коробки передач.

Задний конец коленчатого вала уплотняется с помощью резиновой манжеты 6, установленной в сальниководержателе 5. Центрирование задней манжеты относительно коленчатого вала осуществляется выступами сальниководержателя.

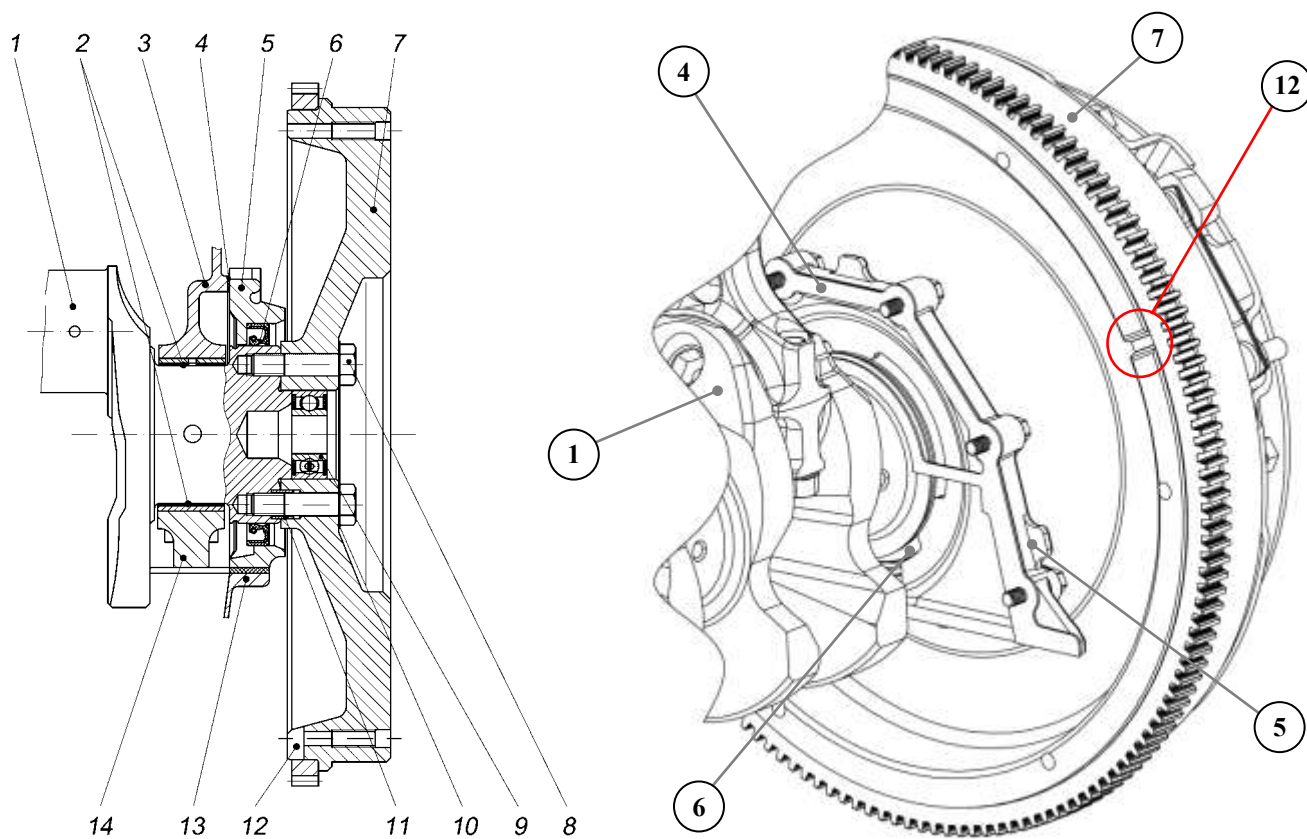


Рис.19 – Задний конец коленчатого вала:

1 – коленчатый вал; 2 – вкладыши коренного подшипника; 3 – блок цилиндров; 4 – прокладка сальниководержателя; 5 – сальниководержатель; 6 – манжета; 7 – маховик; 8 – болт маховика; 9 – подшипник первичного вала КПП; 10 – шайба болтов маховика; 11 – установочная втулка; 12 – паз для фиксации коленчатого вала в ВМТ; 13 – масляный картер; 14 – крышка коренного подшипника; 15 – зубчатый венец маховика.

**Вкладыши** коренных подшипников коленчатого вала - сталеалюминевые. Верхние вкладыши с канавками и отверстиями, нижние - без канавок и отверстий.

Вкладыши шатунных подшипников сталеалюминевые, без канавок и отверстий.

**Упорный подшипник** коленчатого вала (рис.20). Осевое перемещение коленчатого вала ограничивается упорными полушайбами 6 и 7, расположенными по обе стороны средней (третьей) коренной опоры.

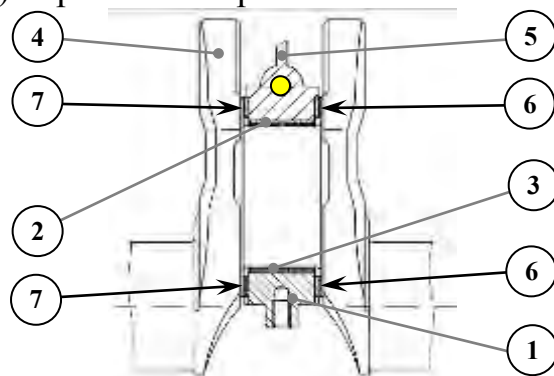


Рис.20. Средний коренной подшипник коленчатого вала:

1 – крышка подшипника; 2 – вкладыш коренного подшипника верхний; 3 – вкладыш коренного подшипника нижний; 4 – коленчатый вал; 5 – блок цилиндров; 6 – упорные полушайбы верхняя и нижняя (металлические из сплава ВЗЗ, ф.ДайдоМеталлРусь); 7 – упорные полушайбы передние (пластиковые из материала Zytel 101L, ф.Дупон).

Полушайбы антифрикционным слоем с пазами обращены к щекам коленчатого вала 3. Нижние полушайбы удерживаются от вращения за счет выступов, входящих в пазы на торцах крышки коренного подшипника 1.

**Маховик** (рис.19) – отлит из серого чугуна, имеет напрессованный стальной, упрочненный закалкой токами высокой частоты, зубчатый венец 15. Маховик подвергается статической балансировке отдельно от коленчатого вала. Масса маховика 13,2 кг.

На торце маховика, обращенном к двигателю, имеется паз 12 (или глухое отверстие) под установочный штифт-фиксатор, обеспечивающий при сборке двигателя точное угловое положение первого кривошипа коленчатого вала и поршня первого цилиндра в ВМТ.

Внешний торец маховика имеет шлифованную поверхность и резьбовые отверстия для монтажа сцепления.

### 3.2 Газораспределительный механизм

**Привод распределительных валов** (рис.21 и рис.22) – цепной, двухступенчатый. Привод включает в себя: звездочку 1 коленчатого вала (23 зуба), ведомую 6 (38 зубьев) и ведущую 8 (19 зубьев) звездочки промежуточного вала, звездочки 11 распределительных валов (23 зуба), две цепи 7 и 9 (72 звена - нижняя и 82 звена - верхняя), гидронатяжители 5, рычаги натяжных устройств 4 со звездочками, успокоители цепей 2 и 16.

Цепи привода втулочные, двухрядные, с шагом 9,525 мм. Диаметр втулок цепей 6,35 мм.

Натяжение цепи каждой ступени осуществляется гидронатяжителями, размещенными: для нижней цепи – в крышке цепи, для верхней – в головке цилиндров, и закрытыми крышками.

Ведущая звездочка промежуточного вала – стальная, для увеличения твердости и износостойкости зубья термообработаны. Звездочки коленчатого вала, распределительных валов и ведомая промежуточного вала изготовлены из высокопрочного чугуна.

Рычаги натяжных устройств установлены на консольных осях, ввернутых: нижняя – в передний торец блока цилиндров, верхняя – в опору, закрепленную на переднем торце блока цилиндров.

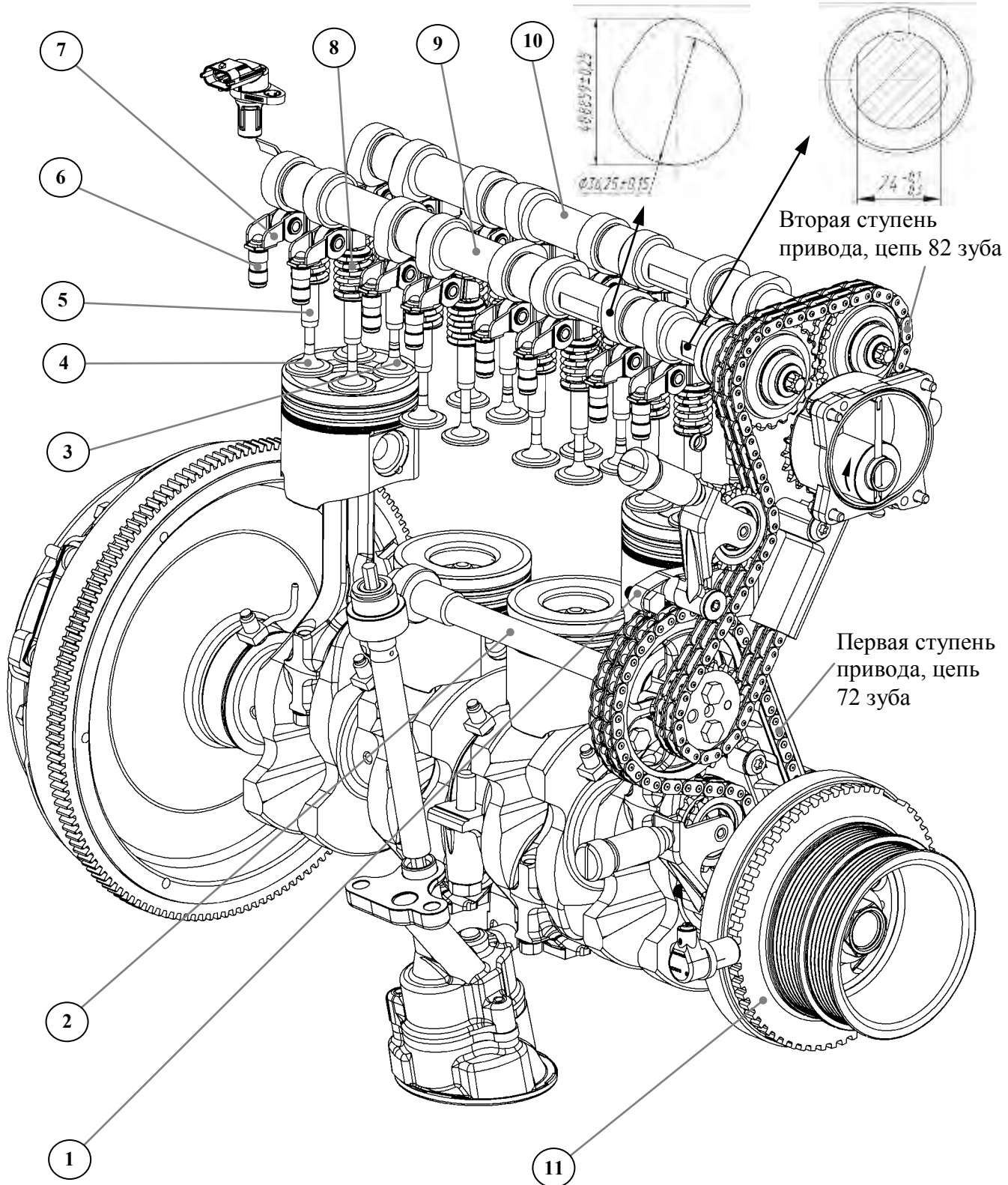


Рис.21. Общий вид привода газораспределительного механизма (распределительных валов)

1 – опора рычага натяжного устрой; 2 – вал промежуточный; 3 – выпускной клапан; 4 – впускной клапан; 5 – втулка направляющая клапана; 6 – гидроопора; 7 – рычаг привода клапана; 8 – пружина клапана; 9 – распределительный вал впускных клапанов; 10 - распределительный вал выпускных клапанов; 11 – шкив-демпфер коленчатого вала.

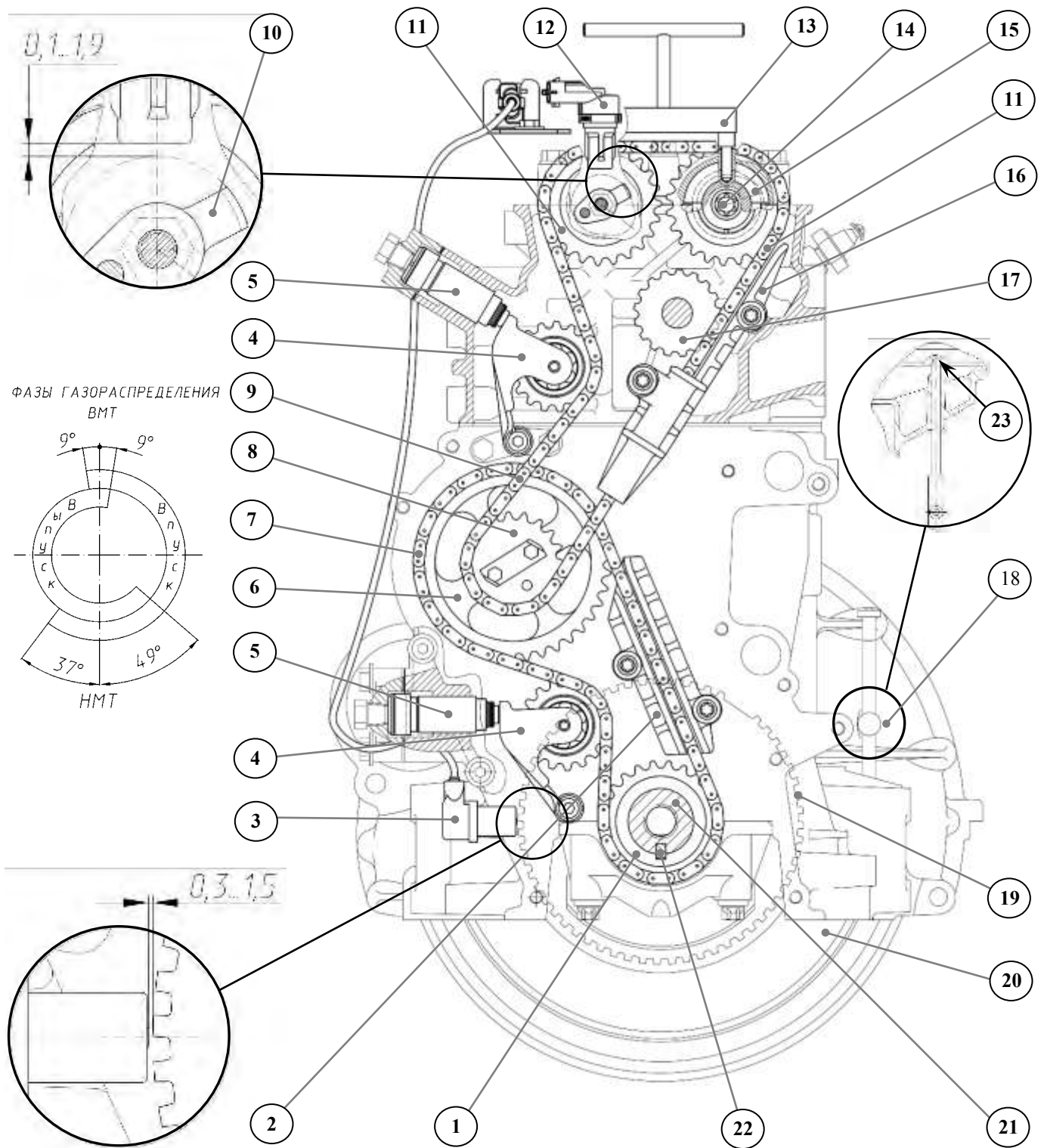


Рис.22. Привод распределительных валов:

1 – звездочка коленчатого вала (23 зуба); 2 – успокоитель цепи нижний; 3 – датчик положения коленчатого вала; 4 – натяжное устройство; 5 – гидронатяжитель; 6 – звездочка промежуточного вала ведомая (38 зубьев); 7 – цепь нижняя (72 звена); 8 – звездочка промежуточного вала ведущая (19 зубьев); 9 – цепь верхняя (82 звена); 10 – отметчик датчика фазы; 11 – звездочка распределительного вала (23 зуба); 12 – датчик фазы; 13 – штифт-фиксатор распределительных валов; 14 – болт стяжной крепления звездочки распределительного вала выпускных клапанов; 15 – фланец упорный распределительного вала; 16 – успокоитель цепи средний; 17 – звездочка привода вакуумного насоса; 18 – штифт-фиксатор коленчатого вала; 19 – ротор датчика положения коленчатого вала; 20 – маховик; 21 – вал коленчатый; 22 – шпонка сегментная (6×10); 23 – паз (отверстие) в маховике под штифт-фиксатор коленчатого вала.

Рабочие ветви цепей проходят через успокоители 2 и 16, изготовленные из полимерного материала и закрепленные двумя болтами каждый: нижний – на переднем торце блока цилиндров, средний – на переднем торце головки цилиндров.

Привод обеспечивает частоту вращения распределительных валов с частотой в два раза меньше частоты вращения коленчатого вала.

Правильная сборка и точная установка привода обеспечивается при положении поршня первого цилиндра в ВМТ с помощью штифтов 13, устанавливаемых через отверстия в крышке передней распределительных валов в соответствующие отверстия в передних опорных шейках распределительных валов.

Положение поршня первого цилиндра в ВМТ обеспечивается штифтом-фиксатором, установленным через отверстие в блоке цилиндров в паз маховика. При этом углы между кромкой выреза 2-х зубьев и датчиком положения коленчатого вала на блоке цилиндров, и между отметчиком и датчиком фазы на головке цилиндров будут соответствовать величинам:  $114^\circ$  и  $57^\circ$ , соответственно.

**Распределительные валы** – изготовлены из низкоуглеродистой легированной стали 18ХГТ, подвергнуты, для увеличения износостойкости рабочих поверхностей, химико-термической обработке - цементации.

Двигатель имеет два распределительных вала 9 и 10 (рис.21) для привода впускных и выпускных клапанов. Кулачки впускного и выпускного распределительных валов имеют разный профиль. Для отличия валов на их задних торцах выбита маркировка: впускной – «ВП», выпускной – «ВЫП».

Каждый вал имеет пять опорных шеек и вращается в опорах, образованных головкой цилиндров и крышками. От осевых перемещений каждый распределительный вал удерживается упорной полушайбой 15, которая установлена в выточку крышки передней опоры и выступающей частью входит в проточку на первой опорной шейке распределительного вала.

Для точной установки фаз газораспределения в первой опорной шейке каждого распределительного вала имеется технологическое отверстие с точно заданным угловым расположением относительно профиля кулачков.

На первой промежуточной шейке распределительных валов имеются лыски под ключ, предназначенные для поворота и удержания вала при затяжке болта крепления звездочки после окончательного натяжения цепи.

Передние концы распределительных валов имеют конусные поверхности для установки звездочек привода. Звездочки устанавливаются через стальные разрезные втулки и крепятся стяжным болтом 14 с шайбой.

При затягивании стяжного болта разрезная втулка, под воздействием шайбы смещаясь на конусе вала, разжимается и создает натяг, обеспечивающий передачу крутящего момента через звездочку на распределительный вал. При этом звездочка должна быть прижата к торцу передней опорной шейки вала и ориентирована меткой «П» (перед), выбитой на её торце, в сторону переа двигателя.

**Гидронатяжитель** (рис.23) – представляет собой плунжерную пару с подобраным зазором, состоит из корпуса 4, плунжера 3, шарикового клапана 1, пружины 5, стопорного 6 и запорного 3 колец.

Гидронатяжитель обеспечивает постоянное натяжение цепи независимо от колебаний ее длины (вследствие износа и температурного расширения деталей привода) и гашение её колебаний при изменении режимов работы двигателя.

На внутренней поверхности корпуса выполнены канавки специального профиля и канавка под стопорное кольцо 6, на наружной поверхности – лыски под ключ.

Плунжер имеет форму стакана, внутри которого установлена пружина 5, сжатая клапаном 1, ввернутым в корпус. На наружной поверхности плунжера имеются две канавки специального профиля, в которых установлены разрезные пружинные кольца – стопорное кольцо 6 и запорное кольцо 2.

Стопорное кольцо предотвращает выход плунжера из корпуса при транспортировке и установке гидронатяжителя на двигатель, запорное кольцо ограничивает обратный ход плунжера при работе.

В рабочем состоянии плунжер 3 с запорным кольцом под действием пружины 5 и давления масла перемещаются из канавки в канавку корпуса 4, выдвигаясь из него в зависимости от величины вытяжения цепи. Обратному перемещению плунжера препятствует запорное кольцо и специальный (храповой) профиль канавок корпуса.

В корпусе клапана 1 расположен обратный шариковый клапан, через который масло из магистрали двигателя поступает внутрь гидронатяжителя. К шариковому клапану масло поступает через прорезь на торце и отверстие 8 в корпусе клапана.

Транспортный стопор 7 служит для исключения вероятности «разрядки» гидронатяжителя (выхода плунжера из корпуса гидронатяжителя) при его транспортировке. Перед установкой гидронатяжителя на двигатель транспортный стопор необходимо снять.

Гидронатяжитель устанавливается на двигатель в собранном (заряженном) состоянии, когда плунжер 3 удерживается в корпусе 4 с помощью стопорного кольца 6 (рис.20).

Для приведения гидронатяжителя в рабочее состояние (разрядки) необходимо после окончательной затяжки болтов крепления крышки гидронатяжителя через отверстие крышки нажать на гидронатяжитель с усилием, обеспечивающим выход плунжера из корпуса гидронатяжителя. Под действием пружины корпус гидронатяжителя переместится до упора в крышку, а плунжер через рычаг натяжного устройства со звездочкой натянет цепь.

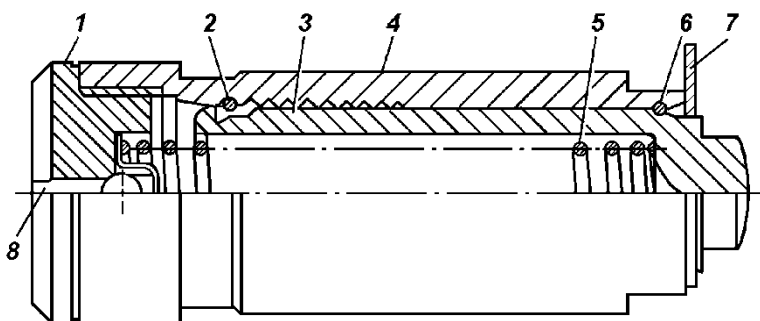


Рис.23. Гидронатяжитель с транспортным стопором:

- 1 – корпус клапана в сборе;
- 2 – запорное кольцо;
- 3 – плунжер;
- 4 – корпус;
- 5 – пружина;
- 6 – стопорное кольцо;
- 7 – транспортный стопор;
- 8 – отверстие для подвода масла

Работает гидронатяжитель следующим образом (рис.24).

Под действием пружины и давления масла, поступающего из масляной магистрали по каналам 5 в корпусе клапана, плунжер нажимает на рычаг 6 натяжного устройства со звездочкой, а через нее на цепь, обеспечивая постоянный контакт звездочки и цепи.

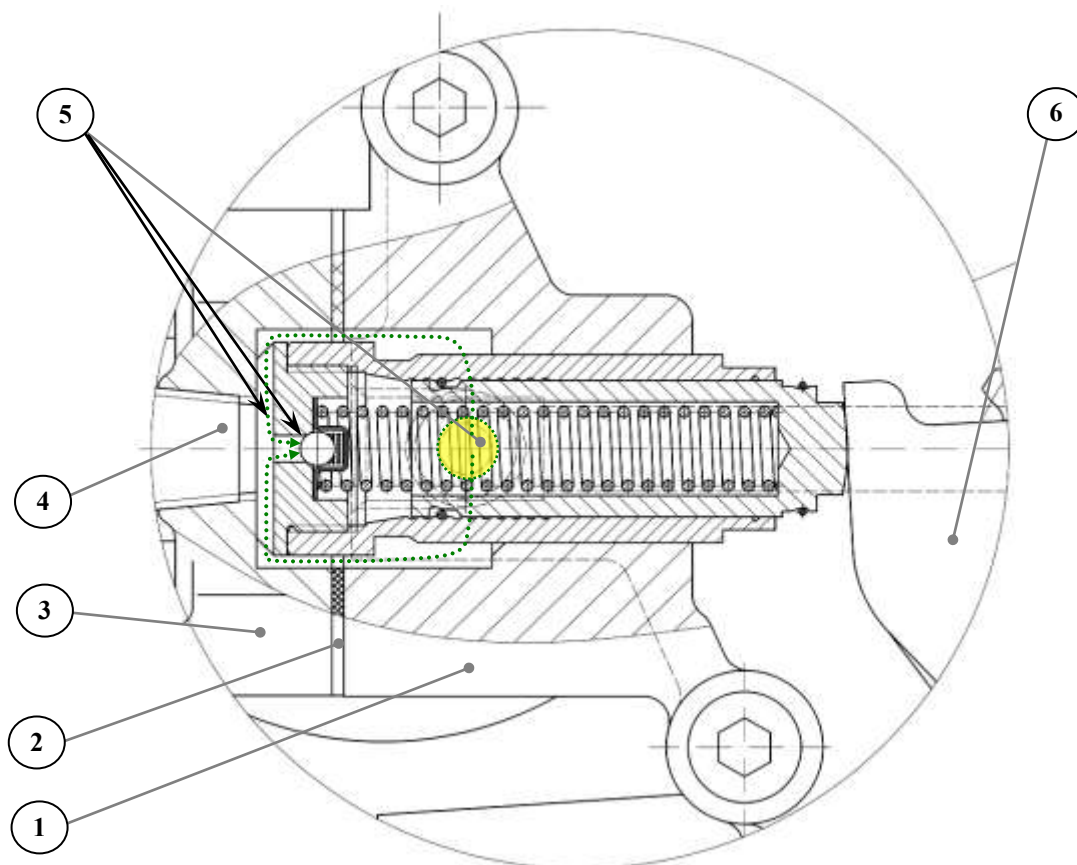


Рис.24. Гидронатяжитель в рабочем положении:

1 – блок цилиндров; 2 – прокладка; 3 – крышка гидронатяжителя; 4 – пробка К1/8"; 5 – каналы для подвода масла; 6 – рычаг натяжного устройства

При воздействии цепи на гидронатяжитель (при изменении режима работы двигателя) плунжер перемещается назад, сжимая пружину 5, шариковый клапан гидронатяжителя закрывается и происходит демпфирование (гашение) колебаний цепи за счет пружины и перетекания масла через зазор между плунжером и корпусом. По мере вытяжения цепи плунжер выдвигается из корпуса. Когда величина перемещения достигнет или превысит величину шага канавок, запорное кольцо переместится в следующую канавку корпуса, обеспечивая постоянное натяжение цепи.

Ход плунжера назад ограничивается запорным кольцом. При гашении колебаний цепи и при компенсации температурных удлинений деталей привода, плунжер с запорным кольцом перемещается в пределах ширины канавки на плунжере.

**Привод клапанов** (рис.25). Клапаны приводятся от распределительных валов через рычаги 3 с роликами. Рычаги одним концом, имеющим внутреннюю сферическую поверхность, опираются на сферический торец плунжера гидропоры 1. Другим концом, имеющим криволинейную поверхность, рычаги опираются на торец стержня клапана.

Ролик 6 (рис.26) рычага привода клапана благодаря гидроопорам 1 беззазорно контактирует с кулачком распределительного вала. Для уменьшения трения в приводе клапанов ролик установлен на оси 4 на игольчатом подшипнике 3. Рычаг передает перемещения, задаваемые профилем кулачка распределительного вала, клапану.



При установке на двигатель рычаг подсобирается с гидроопорой с помощью пружинной скобы 2 охватывающей шейку плунжера гидроопоры.

Впускной 16 (рис.25) и выпускной 14 клапаны изготовлены из жаропрочной стали. Выпускной клапан имеет жароупорную износостойкую наплавку рабочей поверхности тарелки и наплавку из углеродистой стали на торце стержня, закаленную для повышения износостойкости.

Сухари 9 и тарелка 10 пружины клапана изготовлены из малоуглеродистой легированной стали и подвергнуты углеродоазотированию для повышения износостойкости.

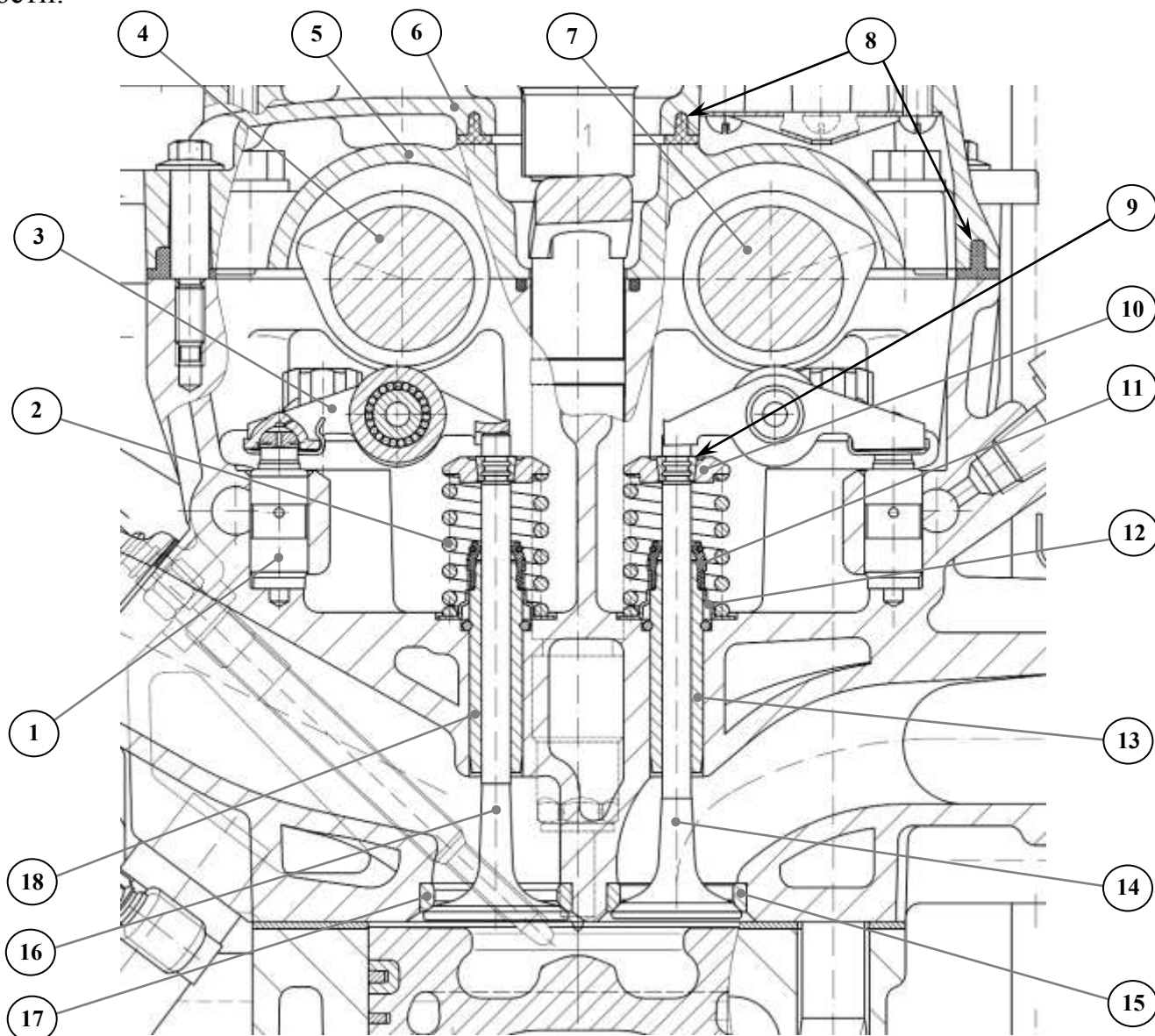


Рис.25. Привод клапанов:

1 – гидроопора; 2 – пружина клапана; 3 – рычаг привода клапана; 4 – распределительный вал впускных клапанов; 5 – крышка распределительных валов; 6 – крышка клапанов; 7 – распределительный вал выпускных клапанов; 8 – уплотнители крышки клапанов; 9 – сухарь клапана; 10 – тарелка пружины клапана; 11 – маслоотражательный колпачок; 12 – опорная шайба пружины клапана; 13 – направляющая втулка выпускного клапана; 14 – выпускной клапан; 15 – седло выпускного клапана; 16 – впускной клапан; 17 – седло впускного клапана; 18 – направляющая втулка впускного клапана.

Под пружину 2 устанавливается стальная опорная шайба 12. Клапаны работают в направляющих втулках 13 и 18, изготовленных из дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе порошковой меди или из порошкового материала на основе железа. Втулки клапанов снабжены стопорными кольцами.

Седла 15 и 17 клапанов изготовлены из специального чугуна или из порошкового материала на основе железа. Седла запрессованы в головку цилиндров и окончательно обрабатываются в сборе с головкой.

Для уменьшения расхода масла через зазор между втулкой и стержнем клапана, на верхние концы всех направляющих втулок напрессованы маслоотражательные колпачки 11, изготовленные из маслостойкой резины.

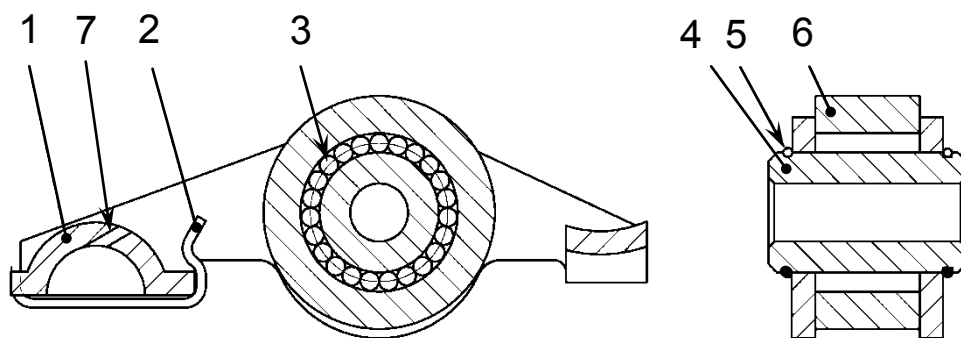


Рис.26. Рычаг привода клапана:

1 – рычаг привода клапана; 2 – скоба для фиксации рычага на гидроопоре; 3 – игольчатый подшипник; 4 – ось ролика рычага клапана; 5 – стопорное кольцо; 6 – ролик рычага клапана; 7 – канал подачи масла для смазки ролика.

Для исключения регулировки тепловых зазоров в кинематических звеньях, передающих движение от кулачков распределительных валов к клапанам газораспределения, в приводе газораспределительного механизма применены гидроопоры (рис.27), которые компенсируют износы сопрягаемых деталей: кулачков, роликов, сферических поверхностей плунжеров и рычагов, торцов клапанов, фасок седел и тарелок клапанов.

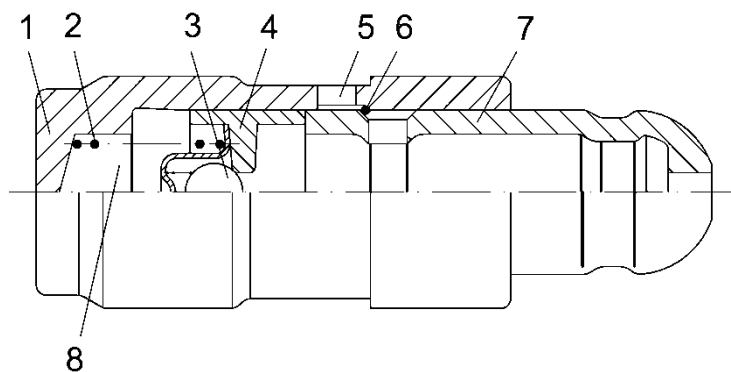


Рис.27. Гидроопора:

1 – корпус; 2 – пружина; 3 – обратный клапан; 4 – поршень; 5 – отверстие для подвода масла; 6 – стопорное кольцо; 7 – плунжер; 8 – полость между корпусом и поршнем

Работает гидроопора следующим образом.

При набегании кулачка распределительного вала на ролик рычага плунжер гидроопоры смещается вниз. Давление масла под поршнем резко повышается, шариковый клапан закрывается, масло в закрытом пространстве становится не сжимаемым рабочим телом, которое обеспечивает передачу усилия и движения от кулачка распределительного вала через рычаг к клапану.

Небольшая часть масла выдавливается через зазор между корпусом и поршнем, при этом гидроопора проседает на величину от 0,01 до 0,05 мм.

При сбегае ролика рычага с вершины кулачка и при его движении по цилиндрическому участку кулачка усилие с плунжера гидроопоры снимается. Под действием давления масла шариковый клапан открывается, гидроопора пополняется маслом, плунжер перемещается вверх, обеспечивая постоянный контакт ролика рычага с кулачком распределительного вала без зазора.

В плунжере гидроопоры выполнено отверстие для подвода смазки под давлением к сферическим опорным поверхностям плунжера и рычага.

Через отверстие в рычаге струей масла смазываются рабочие поверхности кулачка распределительного вала и ролика рычага.

**Промежуточный вал** (рис.28) – служит для передачи вращения от коленчатого вала распределительным валам через промежуточные звездочки с понижением частоты вращения в 2 раза, а также для привода масляного насоса. Размещение звездочек понижающей передачи на промежуточном вале позволяет уменьшить высоту двигателя за счет применения на распределительных валах звездочек с небольшим числом зубьев.

Промежуточный вал стальной, имеет 2 опорные шейки: переднюю  $\varnothing 49$  мм, воспринимающую радиальные усилия от натяжения цепи, и заднюю  $\varnothing 22$  мм, воспринимающую радиальные усилия от привода масляного насоса, на концах вала имеются шейки для установки и крепления: спереди звездочек привода газораспределительного механизма, сзади шестерни привода масляного насоса. Наружные поверхности опор вала для повышения износостойкости подвергнуты химико-термической обработке.

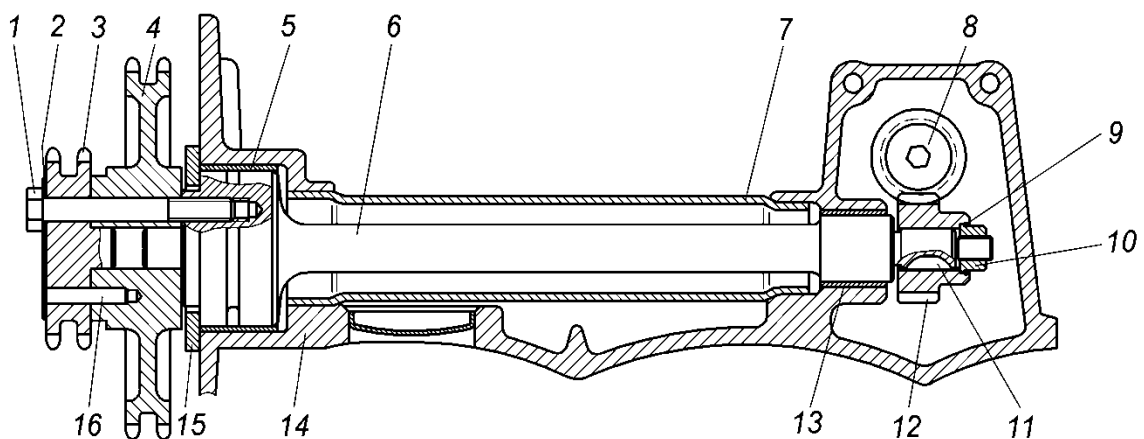


Рис.28. Вал промежуточный:

1 – болт; 2 – стопорная пластина; 3 – звездочка ведущая; 4 – звездочка ведомая; 5 – передняя втулка вала; 6 – промежуточный вал; 7 – кожух; 8 – ведомая шестерня привода масляного насоса; 9 – кольцо; 10 – гайка; 11 – шпонка; 12 – ведущая шестерня привода масляного насоса; 13 – задняя втулка вала; 14 – блок цилиндров; 15 – фланец промежуточного вала; 16 – штифт.

Промежуточный вал 6 установлен в блоке цилиндров 14 и герметично закрыт стальным трубчатым кожухом 7, запрессованным в опоры вала с анаэробным герметиком. От осевого перемещения в блоке цилиндров вал удерживается упорным фланцем 15.

Вал вращается в 2-х опорах, с подшипниками скольжения в виде сталеалюминевых втулок 5 и 13, запрессованных в отверстия блока. При вращении промежуточный вал, под действием осевой силы от приводных шестерен с винтовыми зубьями, передней опорной шейкой прижимается к упорному фланцу. Фланец для повышения износостойкости закален, а для улучшения приработки торцевые поверхности фланца шлифованы, для снижения трения к упорному фланцу через отверстие в торце вала под давлением подводится смазка.

Ведущая и ведомая звездочки от взаимного проворота фиксируются цилиндрическим штифтом 16, запрессованным в ведущую звездочку. Обе звездочки к промежуточному валу крепятся двумя стяжными болтами 1. Для предотвращения самовывинчивания болтов под их головки устанавливается стопорная пластина 2, свободные углы которой отгибаются на грани болтов.

### **3.3 Система смазывания**

Система смазывания двигателя комбинированная. Смазка трущихся деталей двигателя осуществляется под давлением и разбрызгиванием.

Масло также выполняет функцию охлаждающей жидкости для охлаждения поршней и подшипников турбокомпрессора и рабочего тела в гидроопорах и гидронатяжителях.

Циркуляция масла происходит следующим образом.

Масляный насос засасывает масло из масляного картера и по каналу 1 в блоке цилиндров подводит его к жидкостно-масляному теплообменнику, а затем к полнопоточному масляному фильтру.

В жидкостно-масляном теплообменнике происходит охлаждение масла охлаждающей жидкостью при работе прогретого двигателя. При прогреве после холодного пуска двигателя нагретая стенками камеры сгорания охлаждающая жидкость подогревает масло.

После фильтра очищенное масло поступает в центральную масляную магистраль блока цилиндров и по каналам в блоке поступает к «потребителям»: коренным подшипникам, форсункам охлаждения поршней, подшипникам промежуточного вала, верхнему подшипнику валика привода масляного насоса, к гидронатяжителю цепи первой ступени привода распределительных валов, в головку цилиндров.

От коренных подшипников масло по каналам коленчатого вала поступает к шатунным подшипникам. Поршневые пальцы и верхние головки шатунов смазываются разбрызгиванием.

От верхнего подшипника валика привода масляного насоса масло через поперечные сверления и внутреннюю полость валика подается для смазки торцевой поверхности ведомой шестерни привода и нижнего подшипника валика.

Шестерни привода масляного насоса смазываются струей масла, выходящей из калиброванного отверстия, выполненного в стенке центральной масляной магистрали.

В головке цилиндров располагается система отверстий для подвода масла к опорам распределительных валов, гидронатяжителю цепи второй ступени привода распределительных валов, вакуумному насосу, гидроопорам и датчику аварийного давления масла.

Через отверстия гидроопор и каналы в рычагах привода клапана струями масла смазываются поверхности роликов рычагов, кулачки распредвалов и подшипники роликов. Вращающиеся кулачки распредвалов создают масляный «туман», которым смазываются торцы и направляющие клапанов, торцы клапанных пружин, зубья звездочек распредвалов.

Стекающее по передней части головки и блока цилиндров масло смазывает приводные цепи, звездочки, оси рычагов натяжных устройств, их подшипники, направляющие успокоителей приводных цепей.

В задней части головки и блока цилиндров имеется отверстие для слива масла в масляный картер двигателя.

Из блока цилиндров масло под давлением по нагнетательной трубке поступает в турбокомпрессор для смазки и охлаждения подшипникового узла. Отработавшее масло по шлангу стекает в масляный картер двигателя.

Очистка масла осуществляется многоступенчато: сеткой, установленной на приемном парубке масляного насоса, фильтрующими элементами грубой и тонкой очистки полнопоточного масляного фильтра.

Охлаждение поршней осуществляется струями масла, вытекающими из форсунок в блоке цилиндров при давлении масла свыше  $1,1 \dots 1,6 \text{ кгс/см}^2$ , к которым масло поступает через клапаны из центральной масляной магистрали.

Масло в двигатель заливается через маслоналивное отверстие в крышке клапанов, закрытое крышкой. Уровень масла контролируется указателем уровня масла по меткам «П» и «0» на его стержне. При эксплуатации автомобиля по пересеченной местности с критическими углами крена уровень масла следует поддерживать вблизи метки «П», но не превышая его. Слив масла производится через отверстие в масляном картере, закрытое пробкой.

Контроль давления масла в двигателе осуществляется с помощью датчика указателя давления масла, установленного на блоке цилиндров и датчика-сигнализатора аварийного давления масла, установленного на головке цилиндров. Сигнализатор аварийного давления масла (контрольная лампа на панели приборов) загорается при давлении масла ниже  $40 \dots 80 \text{ кПа}$  ( $0,4 \dots 0,8 \text{ кгс/см}^2$ ). При этом давление масла в головке цилиндров, в зависимости от увеличения зазоров в подшипниках по мере их износа, может быть меньше, чем в центральной масляной магистрали блока цилиндров на  $0,2 \dots 0,8 \text{ кгс/см}^2$ .

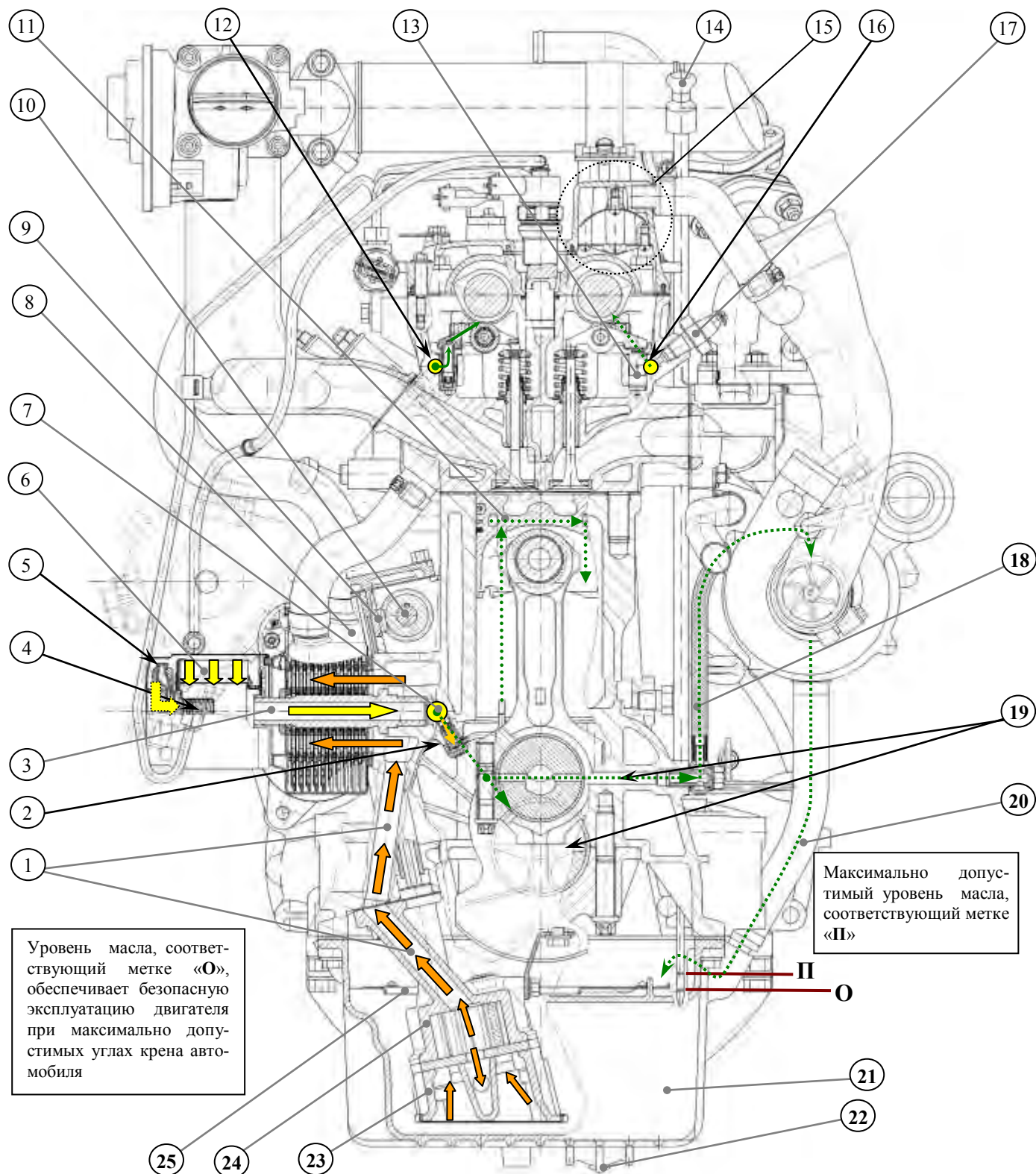
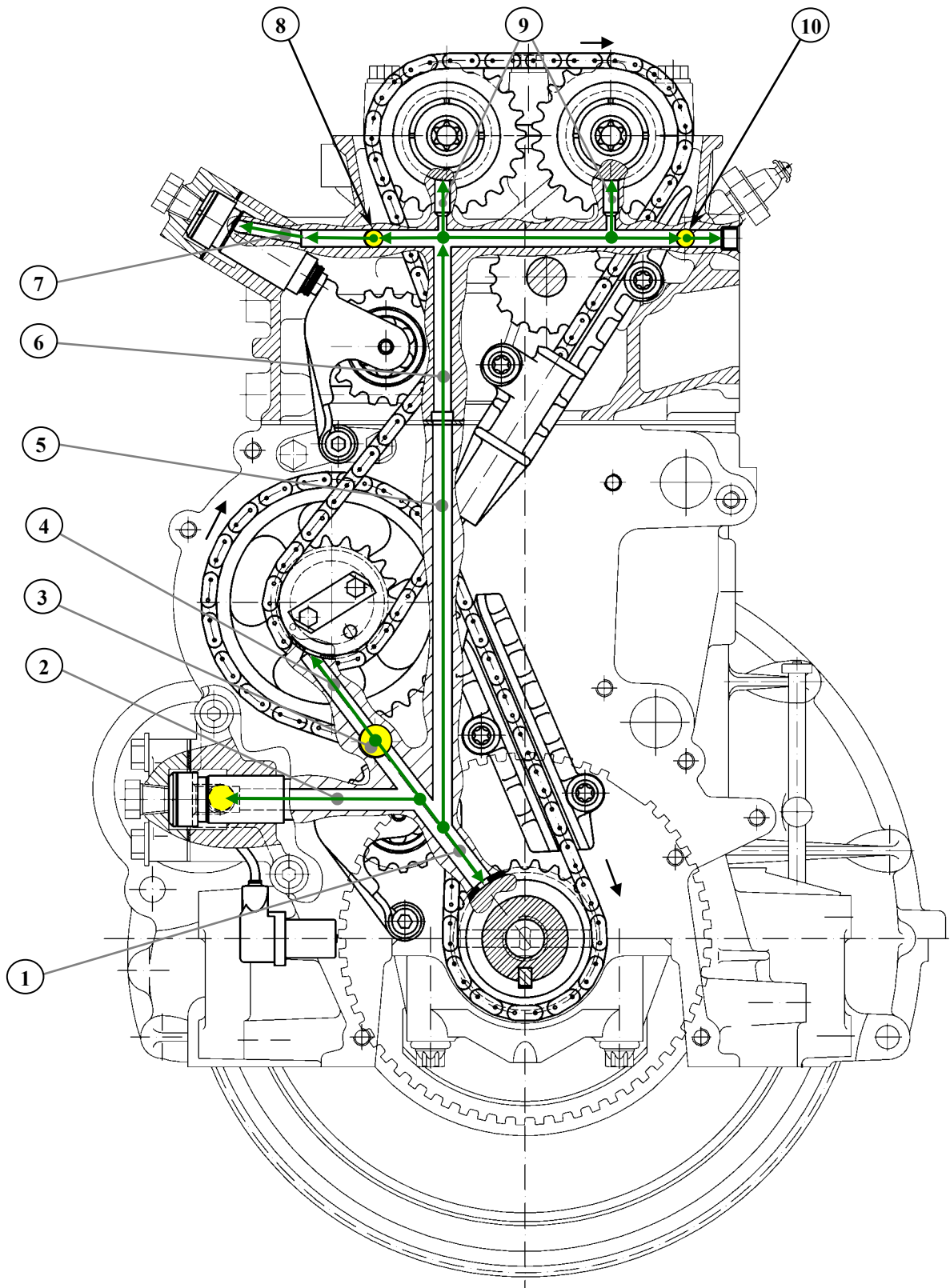


Рис.29. Схема циркуляции смазочного масла в двигателе:

1 – нагнетательные каналы; 2 – форсунка охлаждения поршня; 3 – канал подвода масла в центральную масляную магистраль; 4 – центральная масляная магистраль; 5 – фильтр грубой очистки; 6 – фильтр тонкой очистки; 7 – перепускной клапан; 8 – теплообменник; 9 – ведомая шестерня привода масляного насоса; 10 – промежуточный вал с ведущей шестерней привода масляного насоса; 11 – канал охлаждения поршня; 12 – канал подвода масла к гидроопорам рычагов привода впускных клапанов; 13 – гидроопора; 14 – указатель уровня масла; 15 – маслоотделитель; 16 – канал подвода масла к гидроопорам рычагов привода выпускных клапанов; 17 – датчик аварийного давления масла; 18 – трубка нагнетательная; 19 – каналы подачи масла; 20 – шланг слива масла из турбокомпрессора; 21 – масляный картер; 22 – пробка слива масла; 23 – маслоприемный патрубок; 24 – масляный насос; 25 – успокоитель масла.



→ - направление движения масла

Рис.30. Схема подачи смазочного масла из ЦММ:

1 – канал подвода масла к первому коренному подшипнику; 2 – канал подвода масла к нижнему гидронатяжителю; 3 – центральная масляная магистраль; 4 – канал подвода масла к первой опоре промежуточного вала; 5 – канал подвода масла к головке цилиндров; 6 – канал подвода масла к системе смазки деталей привода клапанов; 7 – канал подвода масла к верхнему гидронатяжителю; 8 – канал подвода масла к деталям привода впускных клапанов; 9 – каналы подвода масла к первым опорам распредвалов; 10 – канал подвода масла к деталям привода выпускных клапанов.

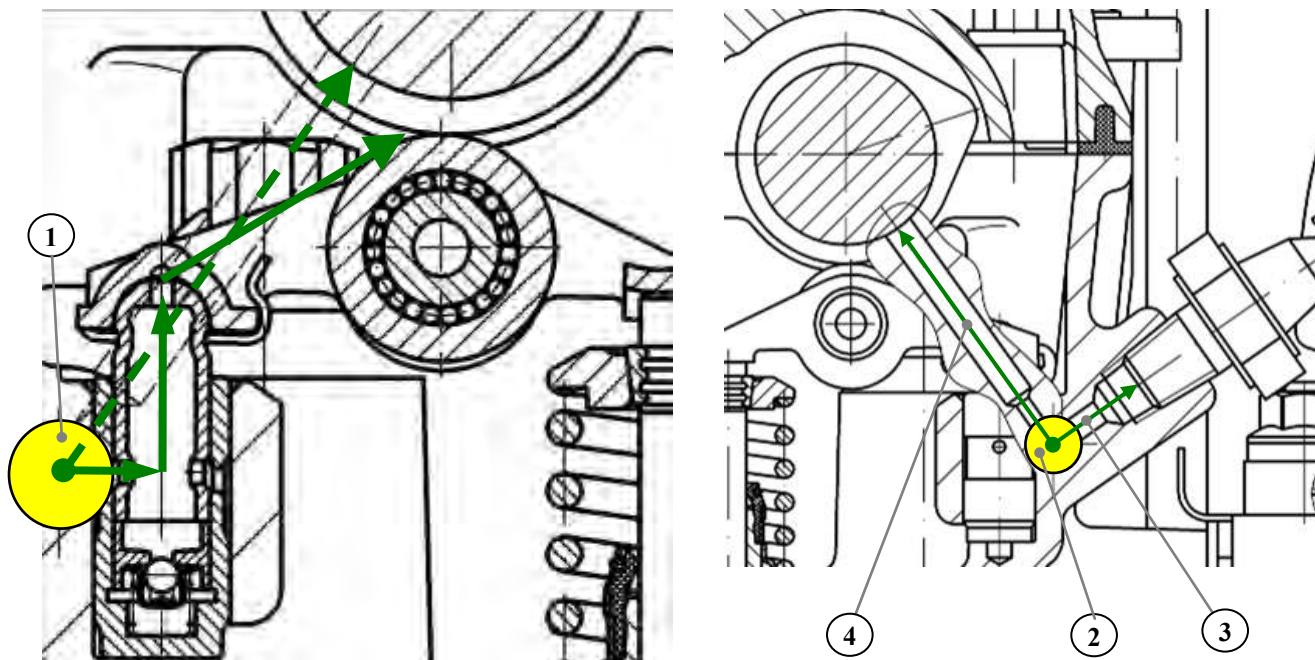


Рис.31. Схема подачи смазочного масла к ГРМ:

1 – канал подвода масла к гидроопорам рычагов привода впускных клапанов; 2 – канал подвода масла к деталям привода выпускных клапанов; 3 – канал подвода масла ко второй опоре выпускного распредвала; 4 – канал подвода масла к датчику аварийного давления масла.

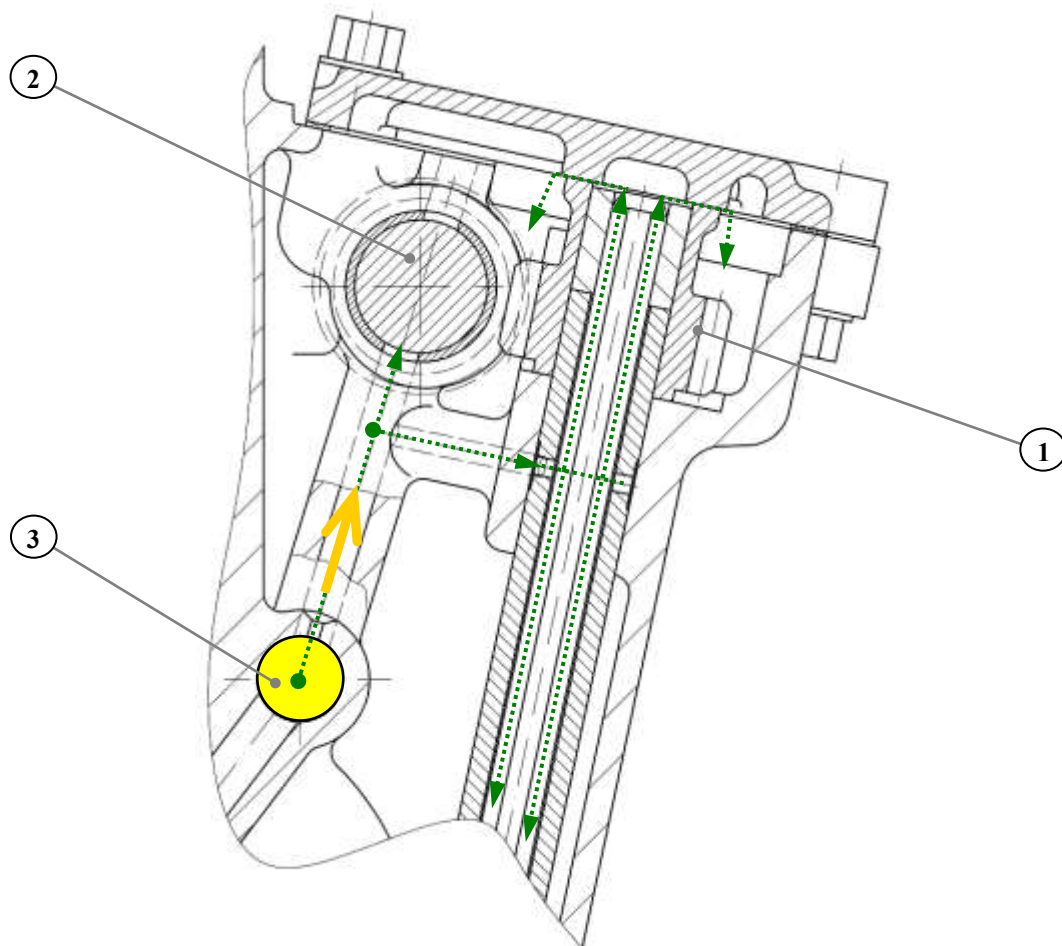


Рис.32. Схема подачи смазочного масла к приводу масляного насоса:

1 – ведомая шестерня привода масляного насоса; 2 – промежуточный вал с ведущей шестерней привода масляного насоса; 3 – центральная масляная магистраль (ЦММ).



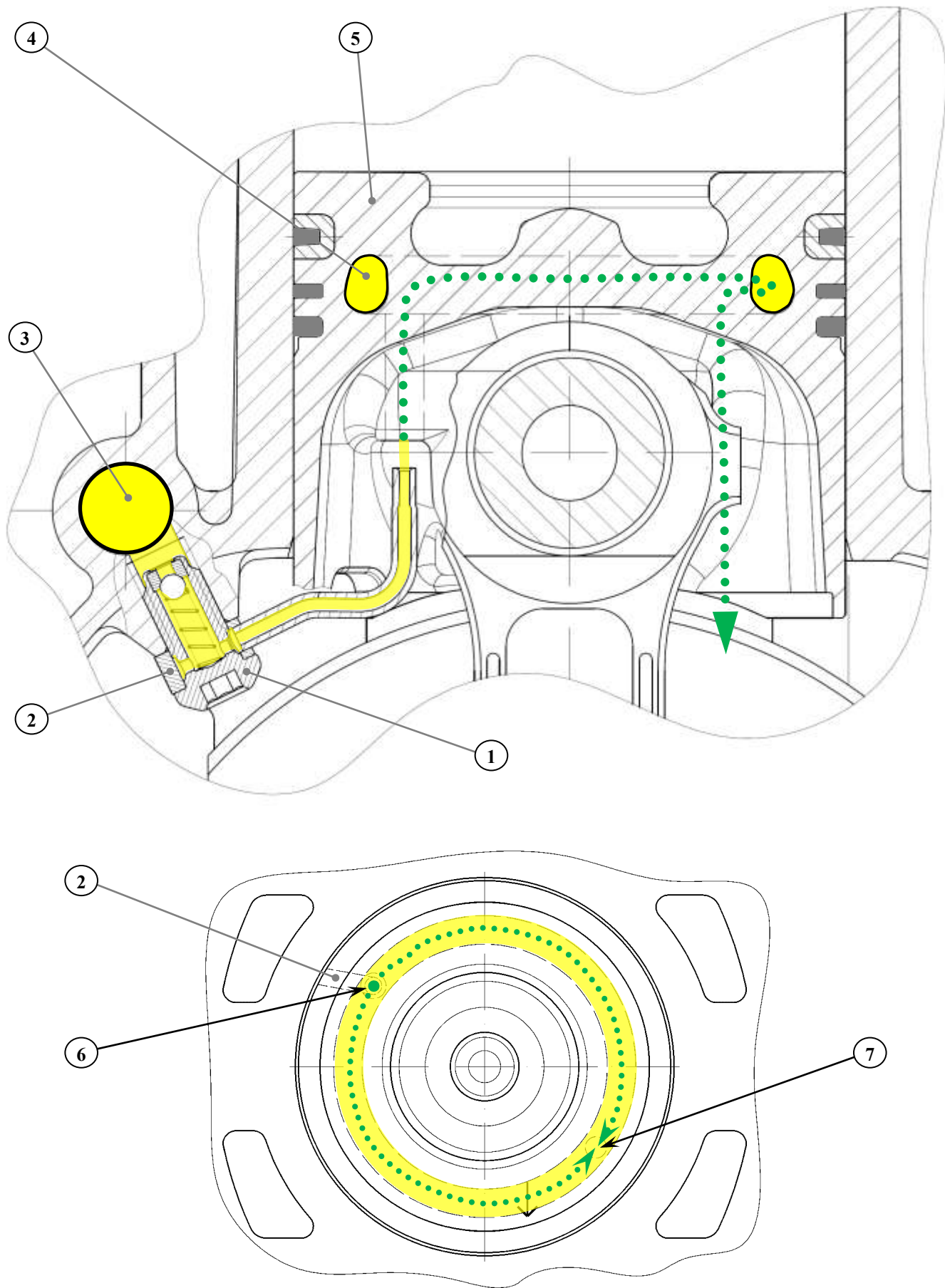
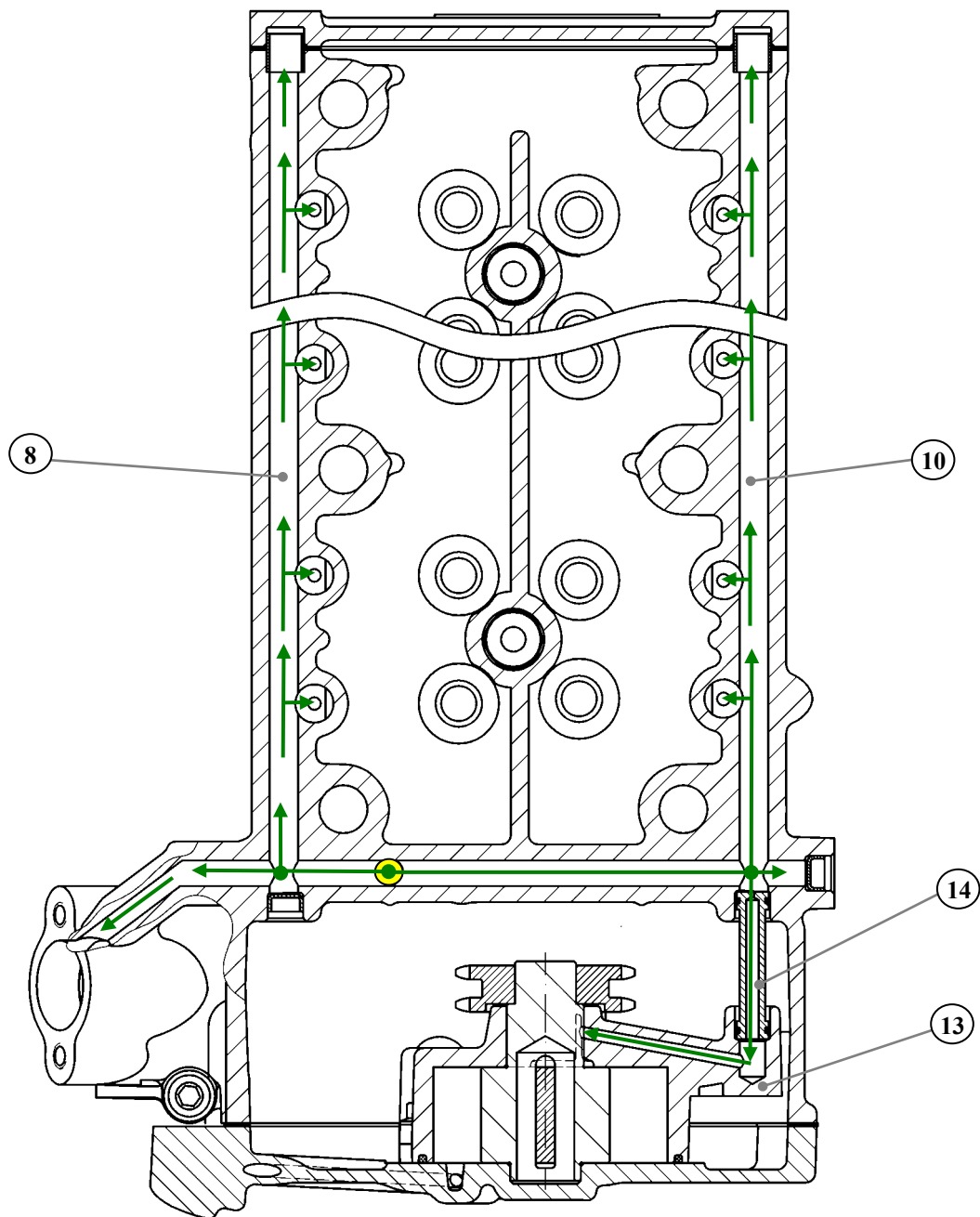


Рис.326. Схема подачи смазочного масла в канал охлаждения поршня:  
 1 – клапан форсунки; 2 – форсунка охлаждения поршня; 3 – центральная масляная магистраль (ЦММ); 4 – канал для охлаждения поршня; 5 – поршень; 6 – подвод масла; 7 – слив масла.



→ - направление движения масла

Рис.33. Схема подачи смазочного масла к вакуумному насосу, гидроопорам и верхнему гидронатяжителю:

1 – канал подвода масла к первому коренному подшипнику; 2 – канал подвода масла к нижнему гидронатяжителю; 3 – центральная масляная магистраль; 4 – канал подвода масла к первой опоре промежуточного вала; 5 – канал подвода масла к головке цилиндров; 6 – канал подвода масла к системе смазки деталей привода клапанов; 7 – канал подвода масла к верхнему гидронатяжителю; 8 – канал подвода масла к деталям привода впускных клапанов; 9 – каналы подвода масла к первым опорам распредвалов; 10 – канал подвода масла к деталям привода выпускных клапанов; 11 – канал подвода масла ко второй опоре выпускного распредвала; 12 – канал подвода масла к датчику аварийного давления масла; 13 – вакуумный насос; 14 – трубка подачи масла к вакуумному насосу.

**Масляный насос** (рис.34) – шестеренного типа, установлен внутри масляного картера и крепится к блоку цилиндров двумя болтами и держателем масляного насоса. Высота шестерен 40 мм.

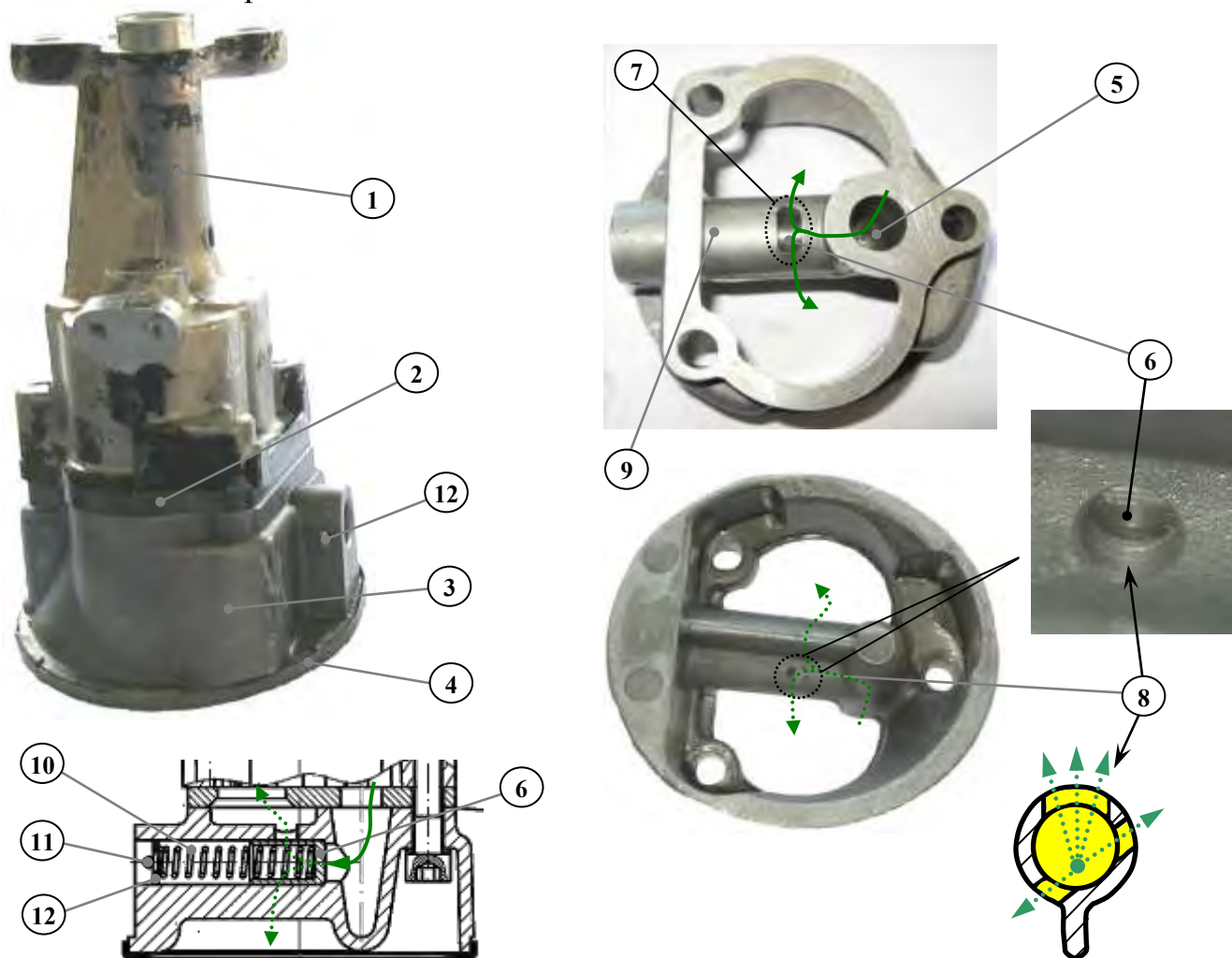


Рис.34. Масляный насос:

1 – корпус; 2 – проставка; 3 – приемный патрубок; 4 – защитная сетка; 5 – канал для перепуска масла; 6 – плунжер; 7 – перепускное отверстие; 8 – дополнительное перепускное отверстие; 9 – редукционный клапан масляного насоса; 10 – пружина; 11 – шплинт; 12 – шайба.

Ведущая шестерня напрессована на валик, а ведомая свободно вращается на оси, запрессованной в корпус насоса.

Корпус насоса 1 изготовлен из алюминиевого сплава, шестерни – из металлокерамики. К корпусу тремя винтами крепится маслоприемный патрубок 3, закрытый сеткой 4.

Редукционный клапан 9 масляного насоса плунжерного типа, расположен в приемном патрубке 3 масляного насоса. Под пружиной плунжера может устанавливаться регулировочная шайба. Удалять установленную шайбу запрещается, поскольку это приведет к падению давления в системе смазки двигателя.

При достижении в системе смазки двигателя давления масла более 400 кПа ( $4,1 \text{ кгс/см}^2$ ) плунжер редукционного клапана начинает открываться и перепускать часть масла в зону всасывания масляного насоса через отверстие 7 и в масляный картер двигателя через отверстие 8. Благодаря этому с последующим ростом оборотов двигателя замедляется темп роста давления в системе смазки.

**Привод масляного насоса (рис.35)** – осуществляется парой шестерен с винтовыми зубьями от промежуточного вала.

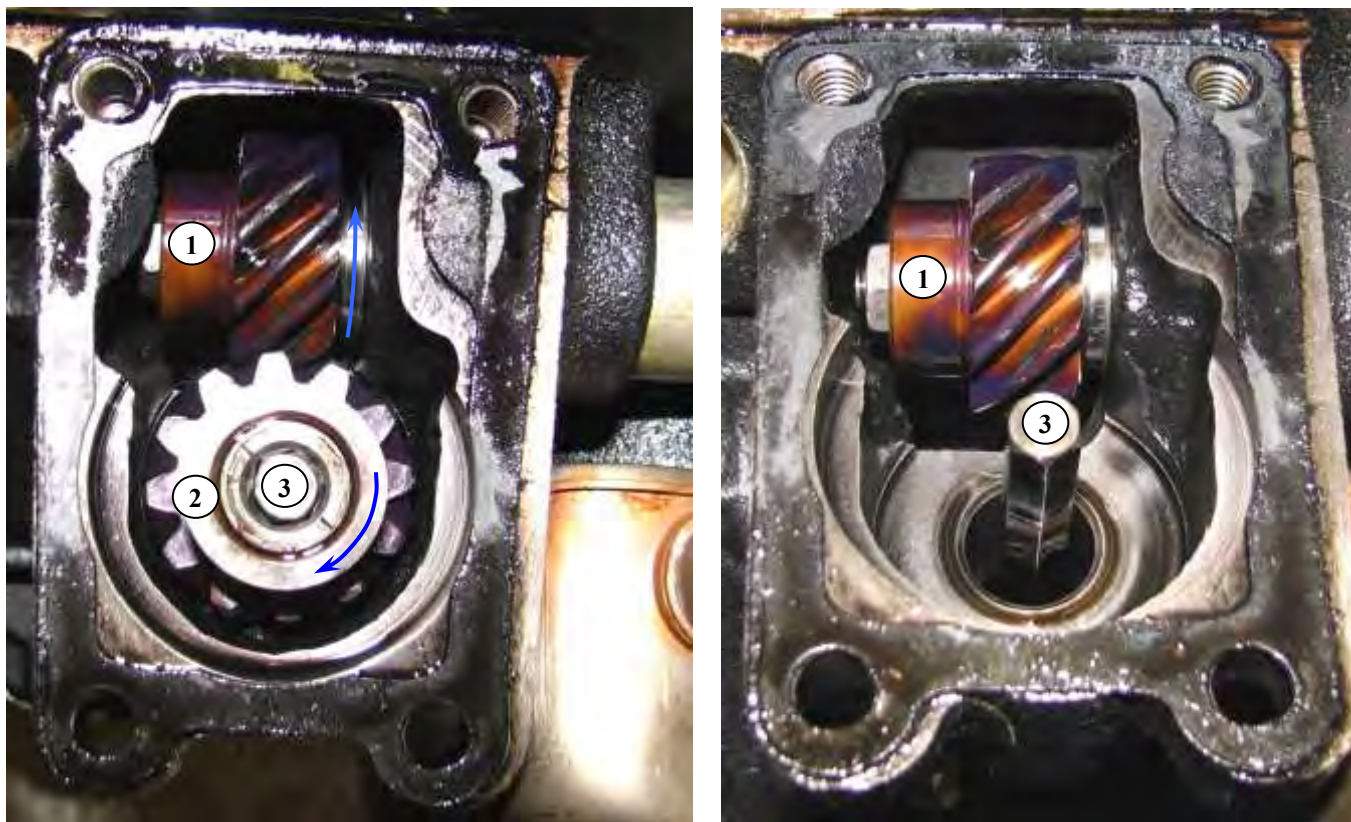


Рис.35. Шестерни привода масляного насоса:

1 – ведущая шестерня с гайкой; 2 – ведомая шестерня; 3 – приводной валик (шестигранник  $l = 233$  мм).

Ведомая шестерня 2 напрессована на полый вал, вращающийся в опорах блока цилиндров, вращение на масляный насос передается шестигранным валиком 3, входящим в зацепление, с одной стороны с шестигранным отверстием втулки, запрессованной в ведомую шестерню, с другой в шестигранное отверстие валика масляного насоса.

Ведомая шестерня при работе прижимается верхней торцевой поверхностью к крышке привода, образуя упорный подшипник (рис.32).

Шестерни привода изготавливаются из высокопрочного чугуна и подвергаются газовому азотированию для увеличения твердости и износостойкости.

**Фильтр очистки масла (рис.36)** – на двигатель устанавливается полнопоточный масляный фильтр однократного использования неразборной конструкции 2101С-1012005-НК-2 ф. «КОЛАН», г. Полтава, Украина или 406.1012005-02 ф. «ИННА», г. С-Петербург.

Фильтры 2101С-1012005-НК-2 и 406.1012005-02 снабжены фильтрующим элементом перепускного клапана 3, снижающего вероятность попадания неочищенного масла в систему смазки при пуске холодного двигателя и предельном загрязнении основного фильтрующего элемента.

Фильтр очистки масла работает следующим образом. Масло под давлением через периферически расположенные отверстия в крышке 7 попадает в полость между

наружной поверхностью основного фильтрующего элемента 5 и корпусом 2, проходит через фильтрующую штору элемента 5, очищается и попадает через центральное отверстие крышки 7 в центральную масляную магистраль.

При предельном загрязнении основного фильтрующего элемента или холодном пуске, когда масло очень густое и не может пройти через основной фильтрующий элемент 5, открывается перепускной клапан 4 и масло в двигатель проходит, очищаясь более грубым фильтрующим элементом 3 перепускного клапана.

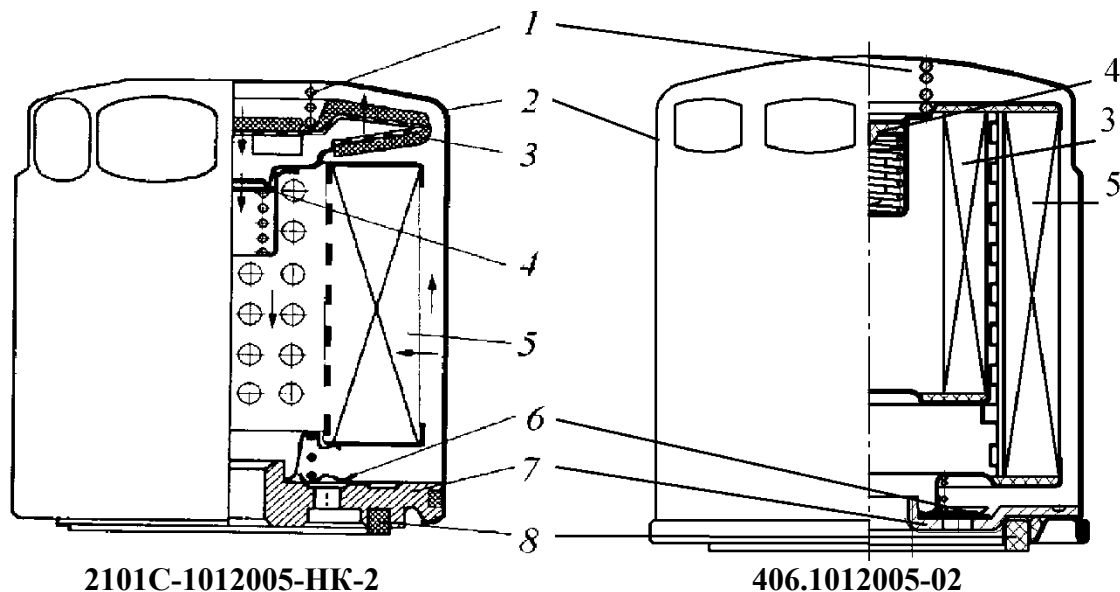


Рис.36. Масляный фильтр:

1 – пружина; 2 – корпус; 3 – фильтрующий элемент перепускного клапана; 4 – перепускной клапан; 5 – основной фильтрующий элемент; 6 – противодренажный клапан; 7 – крышка; 8 – прокладка

Противодренажный клапан 6 препятствует вытеканию масла из фильтра при неработающем двигателе и последующему «масляному голоданию» при пуске.

Масляный фильтр подлежит замене при ТО-1 и через каждые последующие 10 000 км пробега автомобиля одновременно со сменой масла.

### 3.4 Система вентиляции картера

**Система вентиляции картера** (рис.37) – закрытого типа, действующая за счёт разрежения во впускной системе. Маслоотражатель 4, закреплённый на крышке клапанов 2, делит пространство в крышке клапанов, закрытое крышкой маслоотделителя 3 на две зоны: нижнюю, содержащую смесь масляного тумана и картерных газов, и верхнюю, где преобладают осушенные картерные газы.

При работе двигателя картерные газы проходят по каналам блока цилиндров в головку цилиндров, смешиваясь по пути следования с масляным туманом, далее проходят через маслоотделитель, который встроен в крышку клапанов 2. В маслоотделителе масляная фракция картерных газов отделяется маслоотражателем 4 и стекает через отверстия в крышке маслоотделителя в головку цилиндров и далее в масляный картер двигателя. Осушенные картерные газы по шлангу вентиляции 5 поступают через впускной патрубок 6 в турбокомпрессор 7, в котором они смешиваются с чистым воздухом и нагнетаются через охладитель надувочного воздуха во впускную трубу и далее в цилиндры двигателя.

## **ВНИМАНИЕ!**

При эксплуатации не нарушайте герметичность системы вентиляции картерных газов и не допускайте работу двигателя при открытом маслосливном патрубке крышки клапанов. Это приведет к повышенному уносу в атмосферу масла с картерными газами и загрязнению окружающей среды, а также может привести к выходу из строя турбокомпрессора.

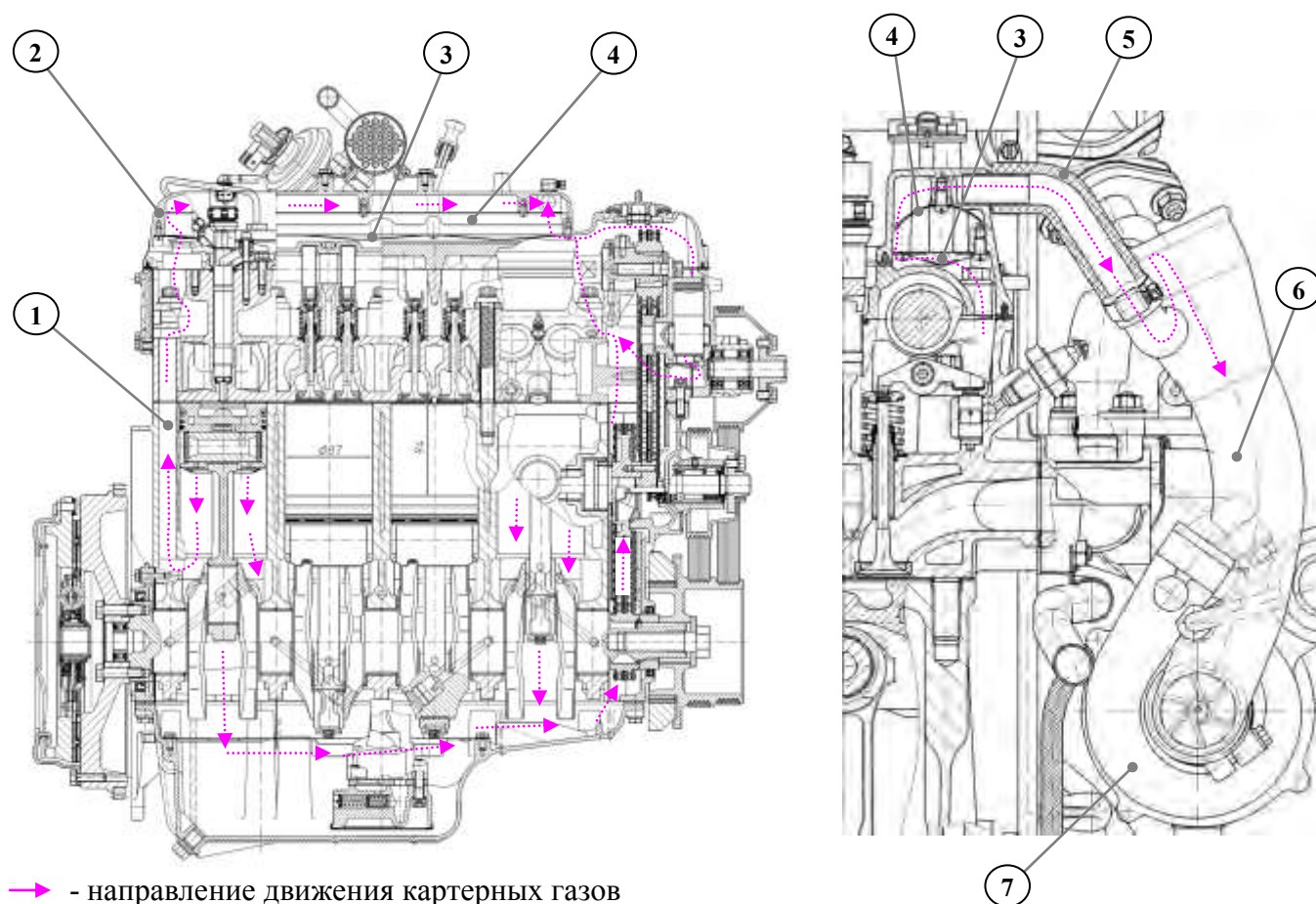


Рис.37. Система вентиляции картера:

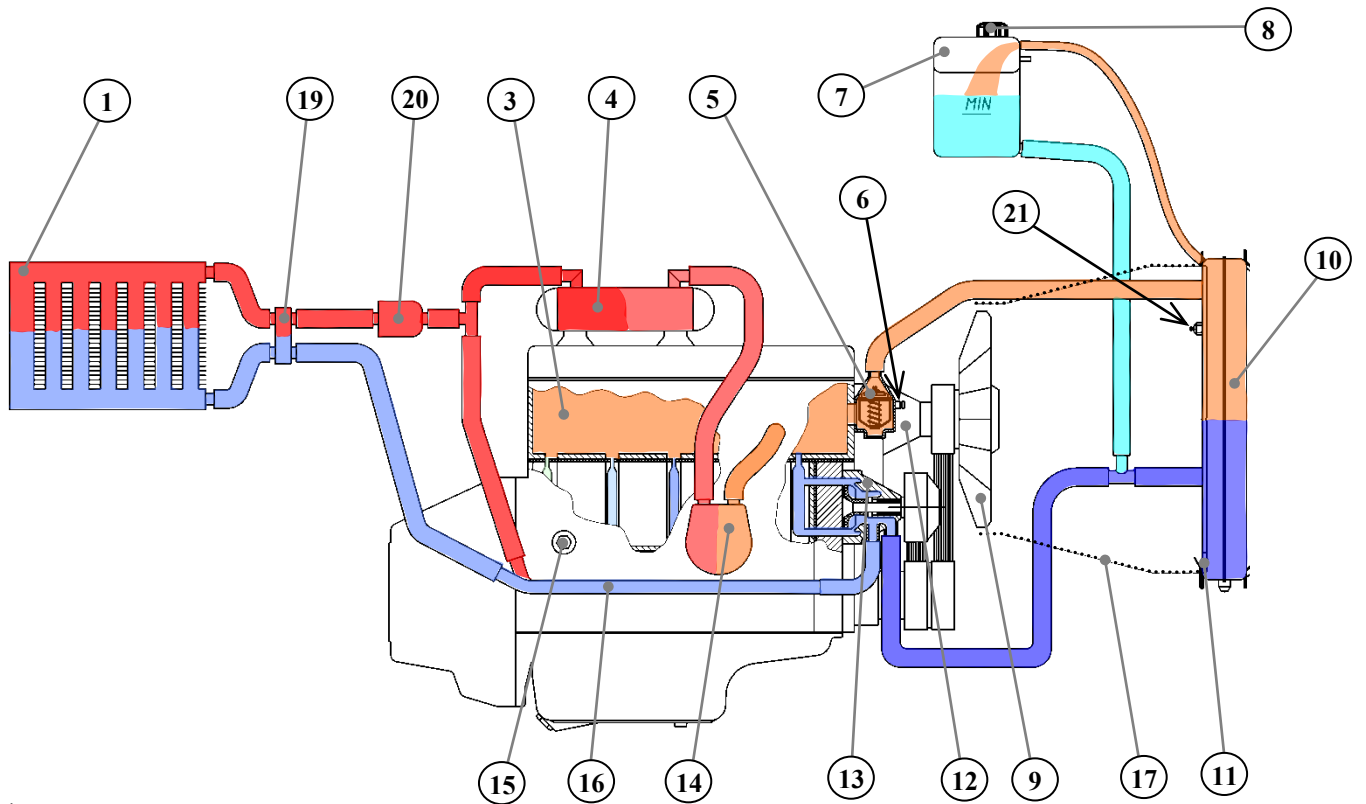
1 – канал слива масла из головки цилиндров; 2 - крышка клапанов; 3 – крышка маслоотделителя; 4 – маслоотражатель; 5 – шланг вентиляции; 6 – впускной патрубков турбокомпрессора; 7 – турбокомпрессор.

### **3.5 Система охлаждения**

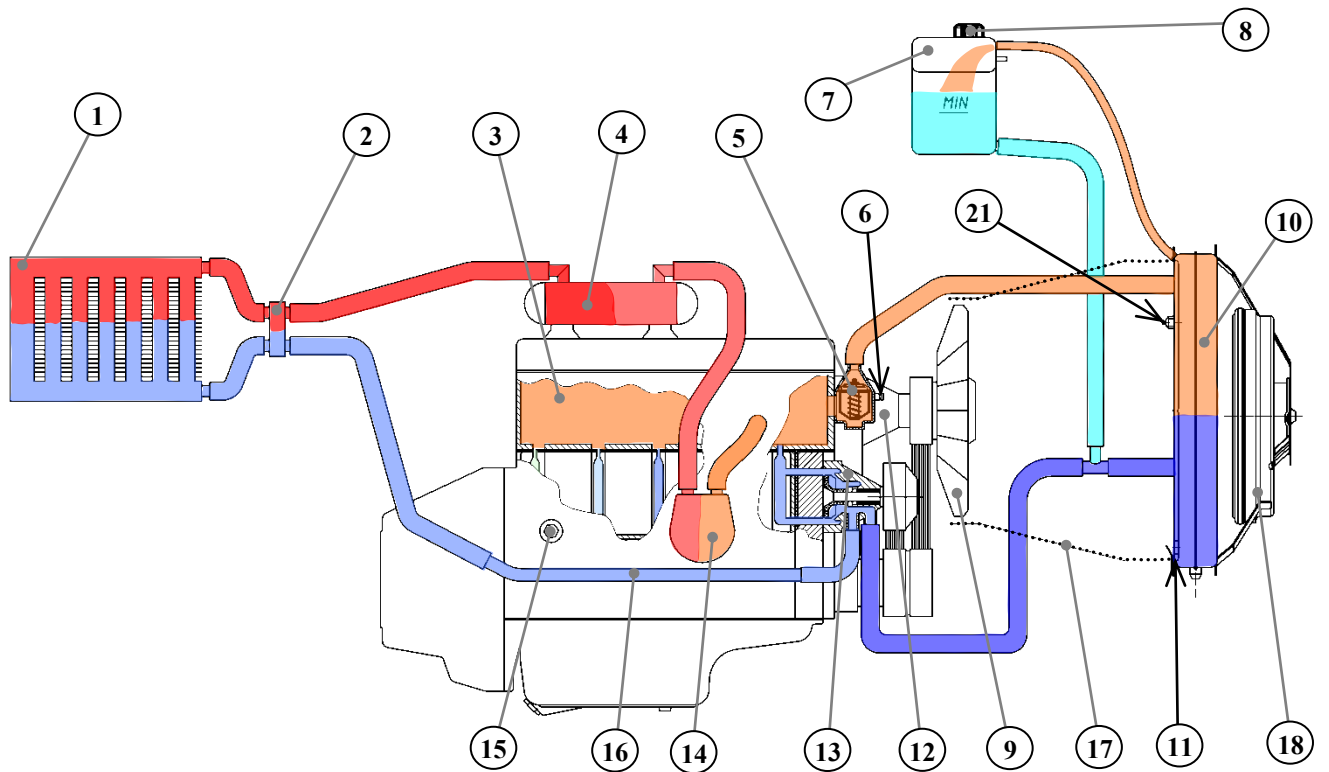
**Система охлаждения** (рис.38) – жидкостная, закрытая, с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости.

Система включает в себя: водяные рубашки в блоке цилиндров и в головке цилиндров, водяной насос 13, термостат 5, жидкостно-масляный теплообменник 14, охладитель рециркулируемых газов 4, пробки слива охлаждающей жидкости из радиатора 11 и блока цилиндров 15, соединительные шланги.

Рабочая температура охлаждающей жидкости должна находиться в пределах плюс 60...110 °С.



а)



б)

Рис.38. Схемы систем охлаждения двигателей на автомобилях  
УАЗ-315148 (а) и УАЗ-31638 (б):

1 – радиатор отопителя; 2 – соединитель шлангов радиатора отопителя; 3 – двигатель; 4 – охладитель рециркулируемых газов; 5 – термостат; 6 – датчик температуры охлаждающей системы управления; 7 – расширительный бачок; 8 – пробка расширительного бачка; 9 – вентилятор; 10 – радиатор; 11 – сливная пробка радиатора; 12 – привод вентилятора; 13 – водяной насос; 14 – теплообменник жидкостно-масляный; 15 – сливная пробка; 16 – трубка отопителя; 17 – кожух вентилятора; 18 – электровентиляторы (автомобили с компрессором кондиционера); 19 – кран отопителя; 20 – электронасос отопителя; 21 – датчик перегрева ОЖ.

Указанная температура поддерживается при помощи термостата, действующего автоматически. Поддержание термостатом правильного температурного режима в системе охлаждения оказывает решающее влияние на износ деталей двигателя и экономичность его работы.

Для контроля температуры охлаждающей жидкости в комбинации приборов автомобиля имеется указатель температуры, датчик 6 которого ввернут в корпус термостата. Кроме того, в комбинации приборов автомобиля имеется сигнализатор (контрольная лампа) перегрева охлаждающей жидкости.

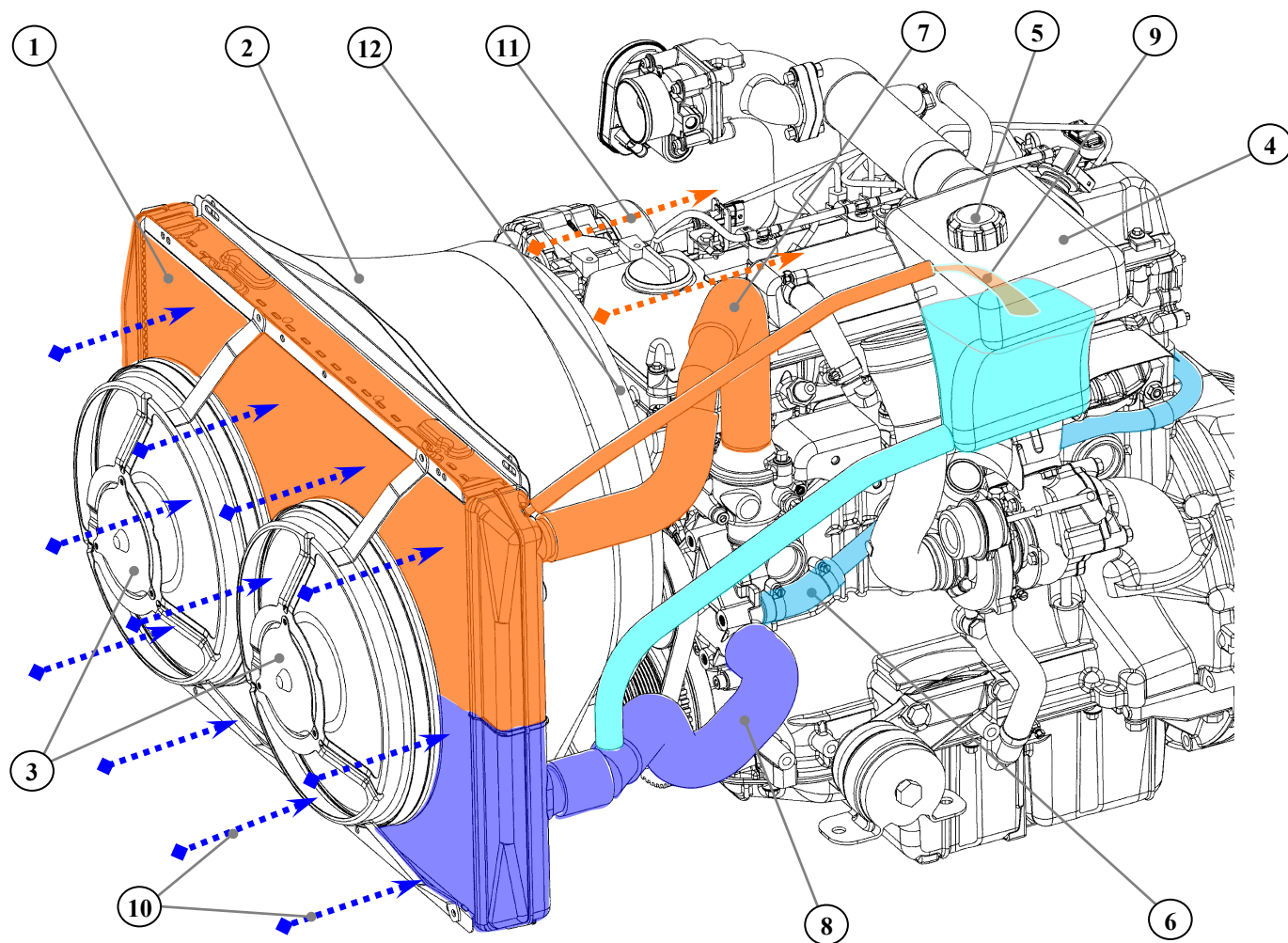


Рис.38в. Детали, узлы и агрегаты системы охлаждения двигателя, устанавливаемые на автомобилях УАЗ

1 – радиатор; 2 – кожух вентилятора; 3 – дополнительные электровентиляторы для автомобилей УАЗ Патриот с компрессором кондиционера; 4 – расширительный бачок; 5 – пробка расширительного бачка с паровоздушным клапаном; 6 – ОЖ из малого круга и радиатора отопителя; 7 – нагретая ОЖ из термостата двигателя; 8 – охлажденная в радиаторе ОЖ в водяной насос двигателя; 9 – паровоздушная фаза в расширительный бачок; 10 – охлаждающий воздух; 11 – нагретый после прохождения радиатора охлаждающий воздух; 12 – вентилятор с вязкостной муфтой (условно не показан).



**Водяной насос** (рис.39) – центробежного типа, установлен на крышке цепи, подача охлаждающей жидкости насосом осуществляется в блок цилиндров.

Герметичность насоса обеспечивается самоподжимным торцевым уплотнением 3, которое запрессовывается в корпус водяного насоса и на валик подшипника. При потере герметичности уплотнения просачивающаяся охлаждающая жидкость попадает в кольцевую проточку корпуса, откуда вытекает наружу через дренажное отверстие 6 в испаритель 7, паровая фаза отводится через отверстие 8. При полном засорении дренажного отверстия просочившаяся охлаждающая жидкость будет попадать в подшипник, уменьшая его ресурс. Для предотвращения преждевременного выхода из строя подшипника и водяного насоса, дренажное и пароотводящее отверстия при проведении сезонного обслуживания (СО) необходимо очищать от загрязнения.

Наличие постоянной течи из дренажного и пароотводящего отверстий говорит о неисправности уплотнения и необходимости замены или ремонта водяного насоса.

Подшипник 9 выполнен в едином исполнении с валиком, имеет защитные уплотнения и заполнен смазкой на предприятии-изготовителе, в процессе эксплуатации смазки не требует. Непосредственно на валик подшипника напрессованы крыльчатка 5 и ступица 1 шкива вентилятора, имеющие поверхности для установки и крепления шкива.

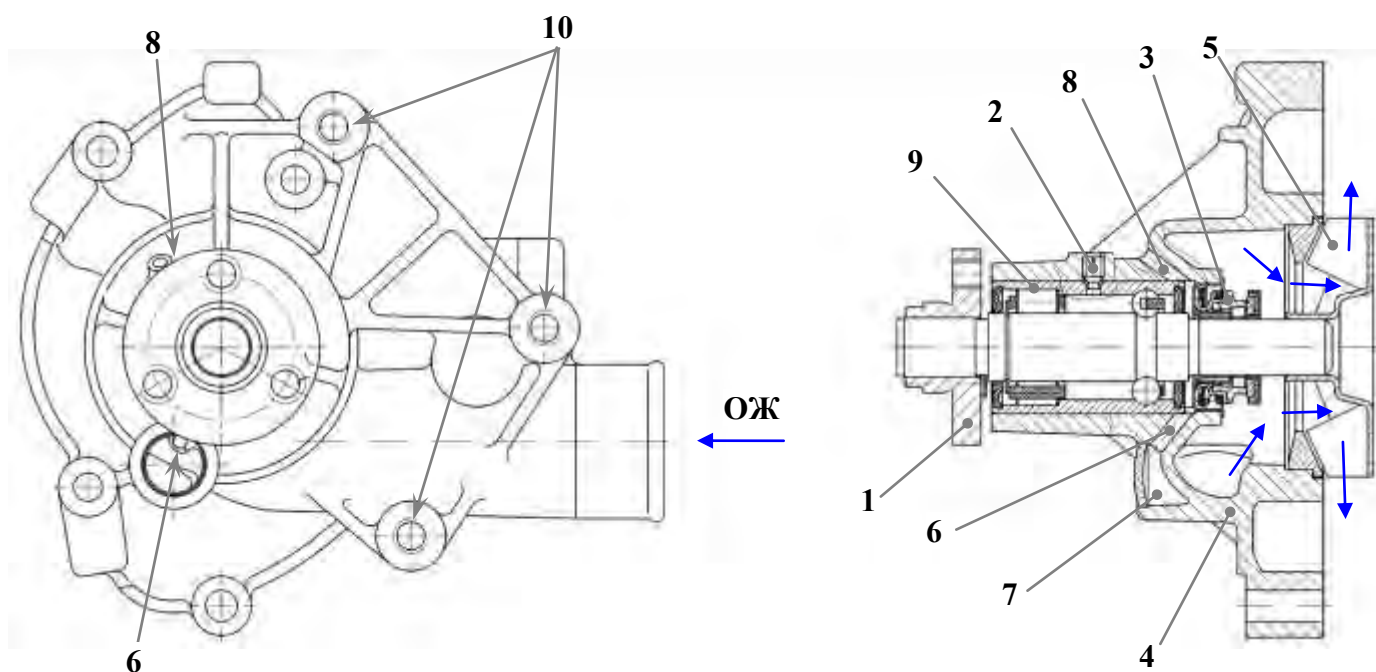


Рис.39. Водяной насос:

1 – ступица шкива; 2 – фиксатор подшипника; 3 – уплотнение; 4 – корпус водяного насоса; 5 – крыльчатка; 6 – дренажное отверстие; 7 – испаритель; 8 – пароотводящий канал; 9 – подшипник; 10 – бобышки с резьбовыми отверстиями для крепления кронштейнов насоса ГУР.

**Привод водяного насоса** (рис.40) осуществляется от шкива коленчатого вала поликлиновым ремнем 51432.1308020 «6PK1600» (эффективная длина ремня 1600±5 мм) (рис.41) совместно с генератором и ТНВД. Передаточное отношение привода – 1,11. Натяжение ремня производится автоматически.

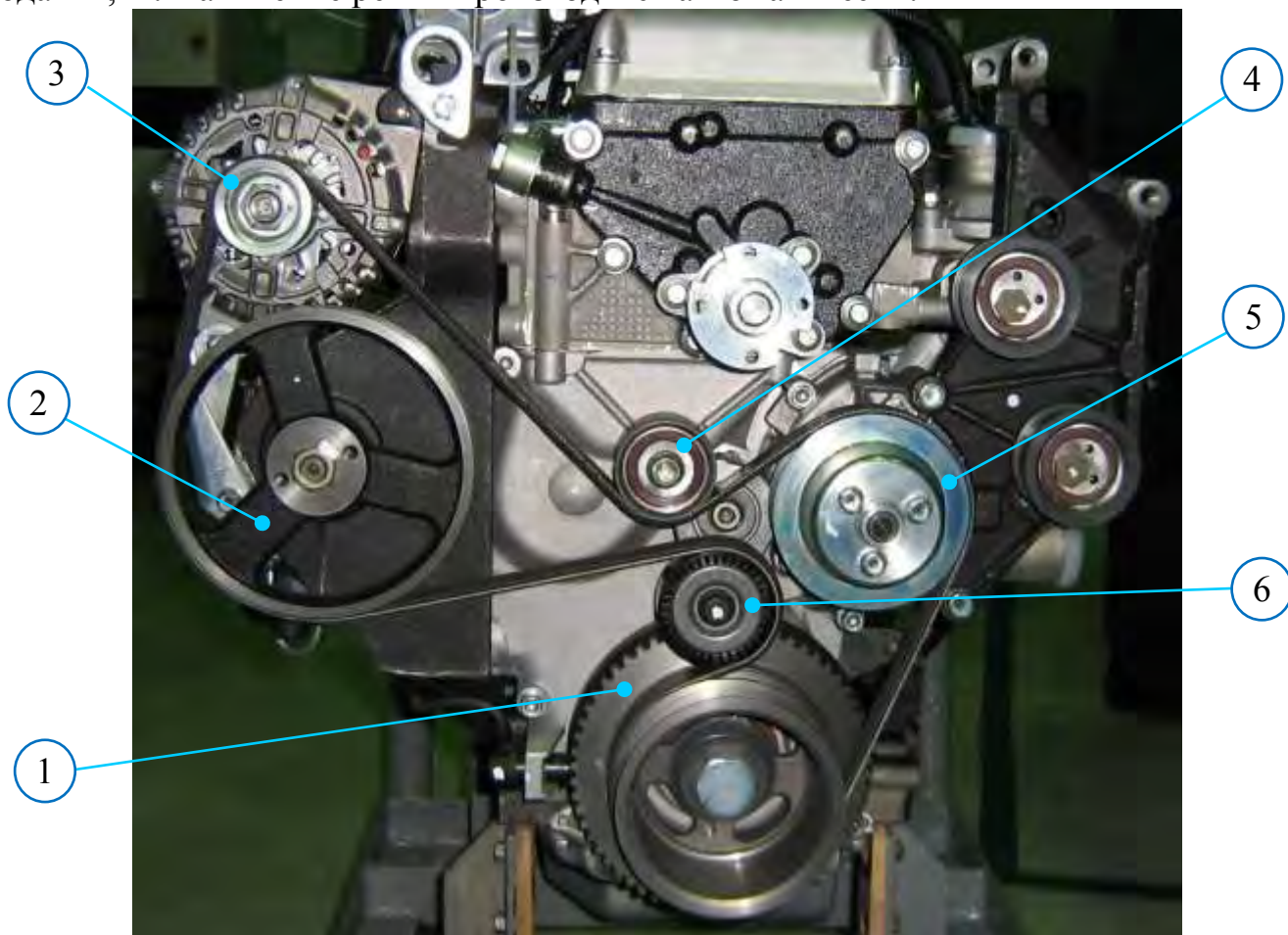


Рис.40. Привод водяного насоса, генератора и ТНВД:

1 – шкив коленчатого вала; 2 – шкив ТНВД; 3 – шкив генератора; 4 – ролик опорный (3413-1006135, ЗАО «ВПЗ»); 5 – шкив водяного насоса; 6 – ролик автоматического натяжителя ремня (40624.1029010, ф. «LITENS»).

ОАО «ЗМЗ» комплектует двигатели ЗМЗ-51432 ремнями производства ОАО «БРТ» изготовленными из материала EPDM «этилен пропилен диен мономер» – этилен пропиленового каучука (рис.41). Ремни, изготовленные из материала EPDM, обладают большей долговечностью, износостойкостью тепло- и морозостойкостью.



Рис.41. Внешний вид ремня:

1 – маркировка даты изготовления; 2 – обозначение ремня; 3 – размерность ремня; 4 – обозначение материала; 5 – товарный знак изготовителя (ОАО «БРТ»); 6 – наименование предприятия-изготовителя

Ролик опорный 3413-1006135 (рис.42) служит для увеличения угла обхвата ремнем шкивов водяного насоса, генератора и дистанцирования ветки ремня привода агрегатов 51432.1308020 от шкива и корпуса привода вентилятора при одновременном обеспечении рабочего усилия натяжения ремня. Ролик на двигатель установлен с помощью шпильки ввернутой в бобышку крышки цепи.



Рис.42. Внешний вид и основные геометрические размеры опорного ролика 3413-1006135 (830700AE3P52Q5/W47-обозначение ЗАО «ВПЗ»)

При установке ролика во время сборки двигателя механизм автоматического натяжителя ремня необходимо разрядить путем извлечения монтажного штифта (рис.43).

Механизм автоматического натяжения ремня 40624.1012010 (рис.43) обеспечивает требуемое для работы приводимых агрегатов натяжение ремня без перегрузки их подшипников.

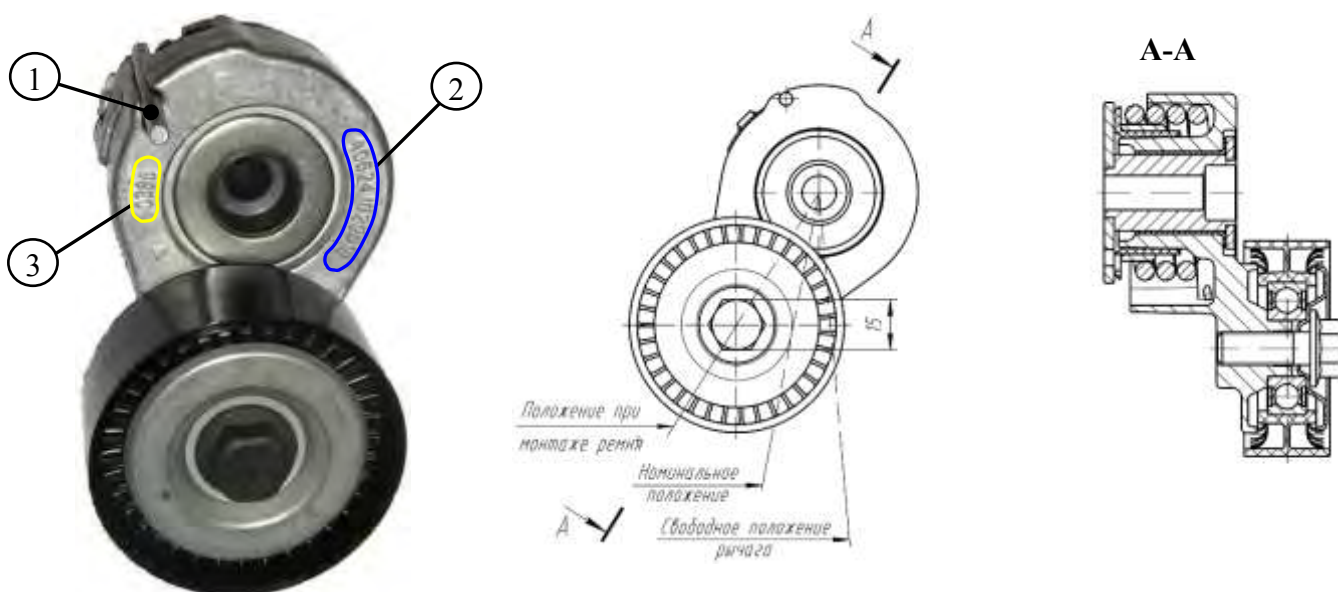













Рис.43. Внешний вид механизма автоматического натяжения ремня:

1 – монтажный штифт; 2 – «40624.1029010» обозначение ОАО «ЗМЗ»; 3 – «0386» обозначение ф.Litens, Германия.

В процессе эксплуатации ремень привода агрегатов изнашивается (ремень «удлиняется») и усилие автоматического натяжителя, с которым он натягивает ремень, снижается. Возможно появление во время работы двигателя свиста при проскальзывании ремня на ручьях шкивов. В этом случае ремень необходимо заменить новым. В качестве альтернативы ремню 51432.1308020 производства ОАО «БРТ» возможно использование импортных аналогов. Наиболее подходящими и прошедшими испытания являются ремни 6PK1600 ф.Gates серии Micro-V XF, ремни 6PK1600 ф.DAYCO и 6PK1600 ф.OPTIBELT.

Процессы снятия и установки ремня привода агрегатов 51432.1308020 приведены на рис.44 и рис.45.

		
<p>1. Для доступа к ремню привода агрегатов предварительно необходимо демонтировать: кожух вентилятора; вентилятор с вязкостной муфтой и ремень привода вентилятора.</p>	<p>2. Одеваем на головку болта крепления ролика автоматического натяжителя торцовый ключ под шестигранник размером 15 мм. Для удобства в работе используем ключ - трещетку.</p>	<p>3. Преодолевая усилие пружины автоматического натяжителя, поворачиваем по часовой стрелке натяжитель, и снимаем ремень со шкива генератора.</p>
		
<p>4. Устанавливаем натяжитель в монтажное положение.</p>	<p>5. Демонтируем со шкивов и роликов заменяемый ремень.</p>	
<p>Рис.44. Порядок проведения операций при демонтаже ремня привода агрегатов.</p>		

		
<p>1. Перед установкой нового ремня необходимо убедиться в отсутствии повышенных люфтов в подшипниках роликов, забоин на ручьях шкивов и отсутствии продуктов износа от заменяемого ремня на ручьях шкивов.</p>	<p>2. Смонтировать новый ремень на шкивы коленчатого вала и водяного насоса .</p>	<p>3. Завести новый ремень под ролики.</p>
		
<p>4. Одеваем на головку болта ролика автоматического натяжителя торцовый ключ и поворачиваем натяжитель по часовой стрелке.</p>	<p>5. Монтируем на шкивы ТНВД и генератора свободную часть ремня. При этом необходимо убедиться в совпадении ручьев ремня с ручьями шкивов.</p>	<p>6. Поворачивая натяжитель против часовой стрелки натянуть ремень. Натяжение производится автоматически под действием пружины установленной внутри натяжителя.</p>
<p>Рис.45. Порядок проведения операций при монтаже ремня привода агрегатов.</p>		

**Привод вентилятора** (рис.46, 47, 48) осуществляется совместно с насосом ГУР и компрессором кондиционера от шкива коленчатого вала поликлиновыми ремнями БРК ф.Gates серии Micro-V XF, длины ремней выбираются в зависимости от наличия в приводе вентилятора дополнительных автомобильных агрегатов (насосов ГУР и компрессора кондиционера). Передаточное отношение привода – 1,0.

Натяжение ремня производится поворотом эксцентриков натяжных роликов относительно крепежных болтов.

В качестве натяжного, используется ролик 2112 – 1006120, а для его крепления самоконтращийся болт маховика 406.1005127.

При замене ремня необходимо снимать верхний натяжной ролик.

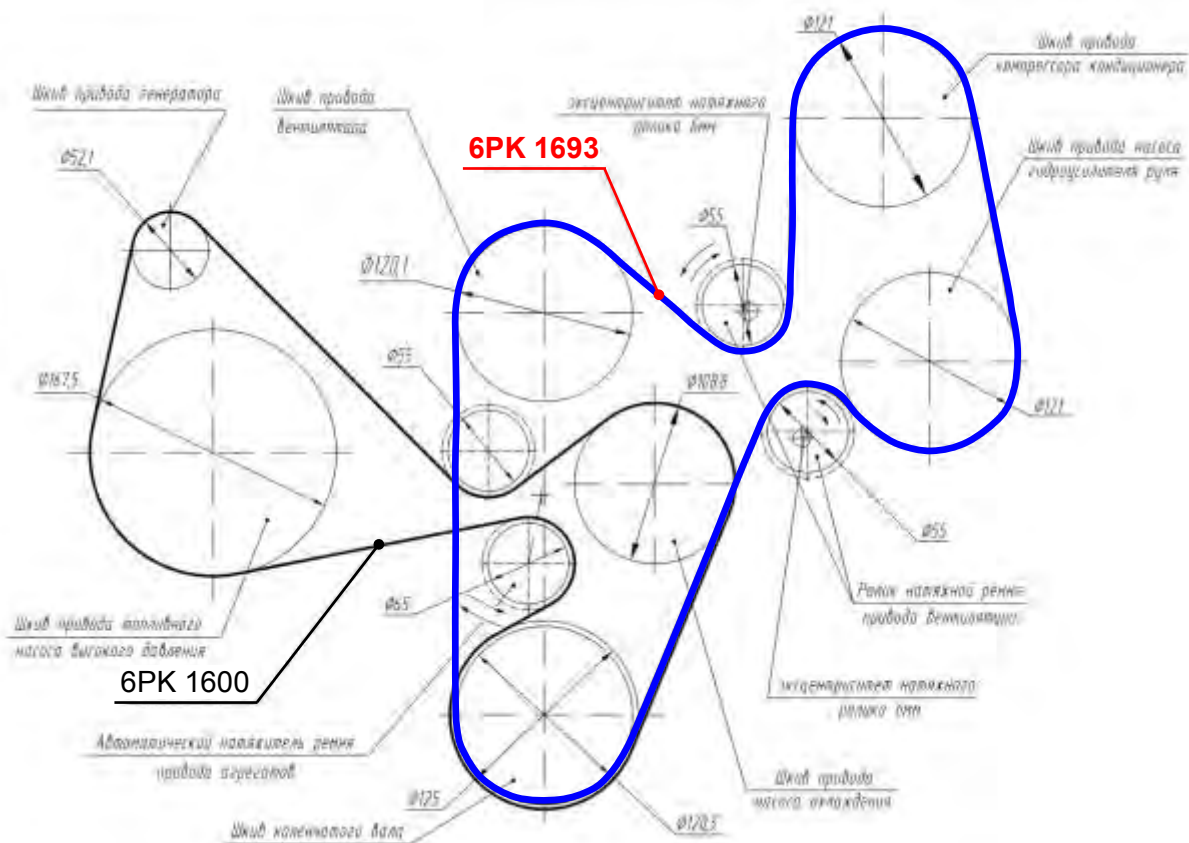


Рис.46. Схема привода вспомогательных агрегатов двигателя для автомобилей на платформе УАЗ-3163 с компрессором кондиционера

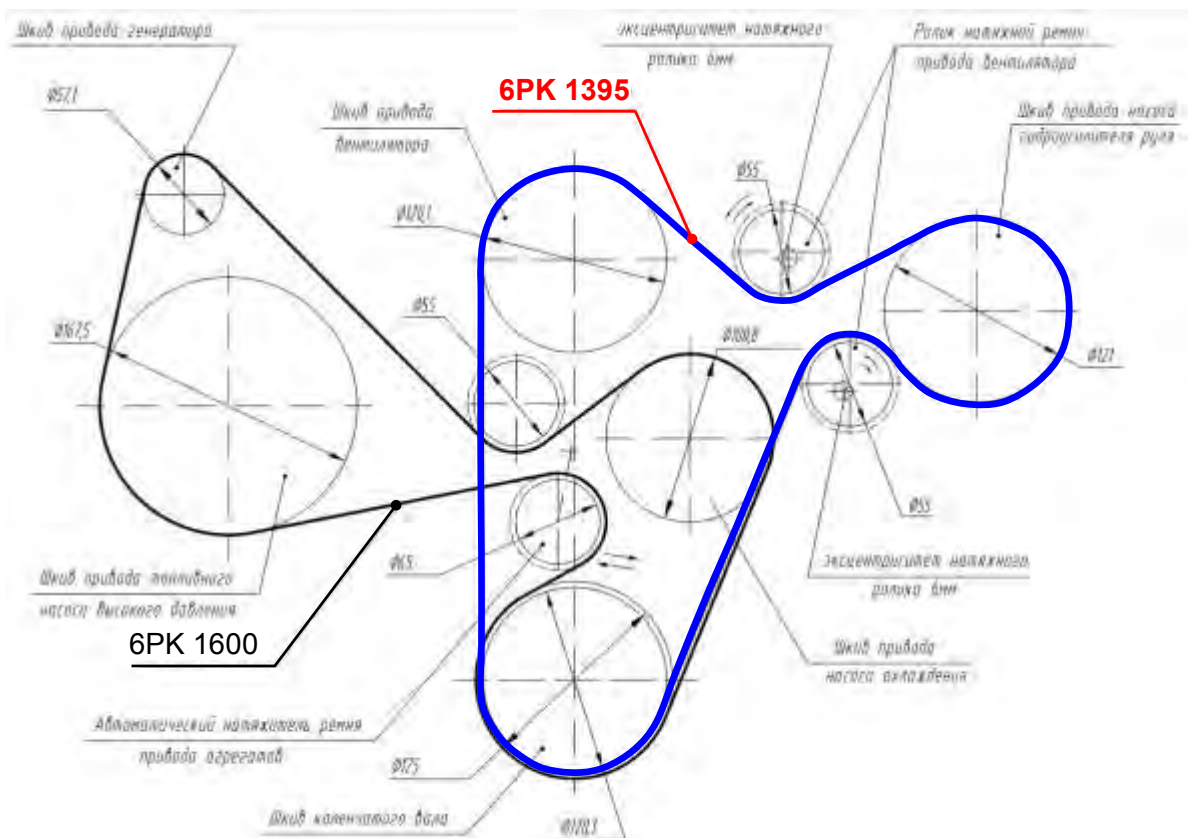


Рис.47. Схема привода вспомогательных агрегатов двигателя для автомобилей на платформе УАЗ-3163 без компрессора кондиционера

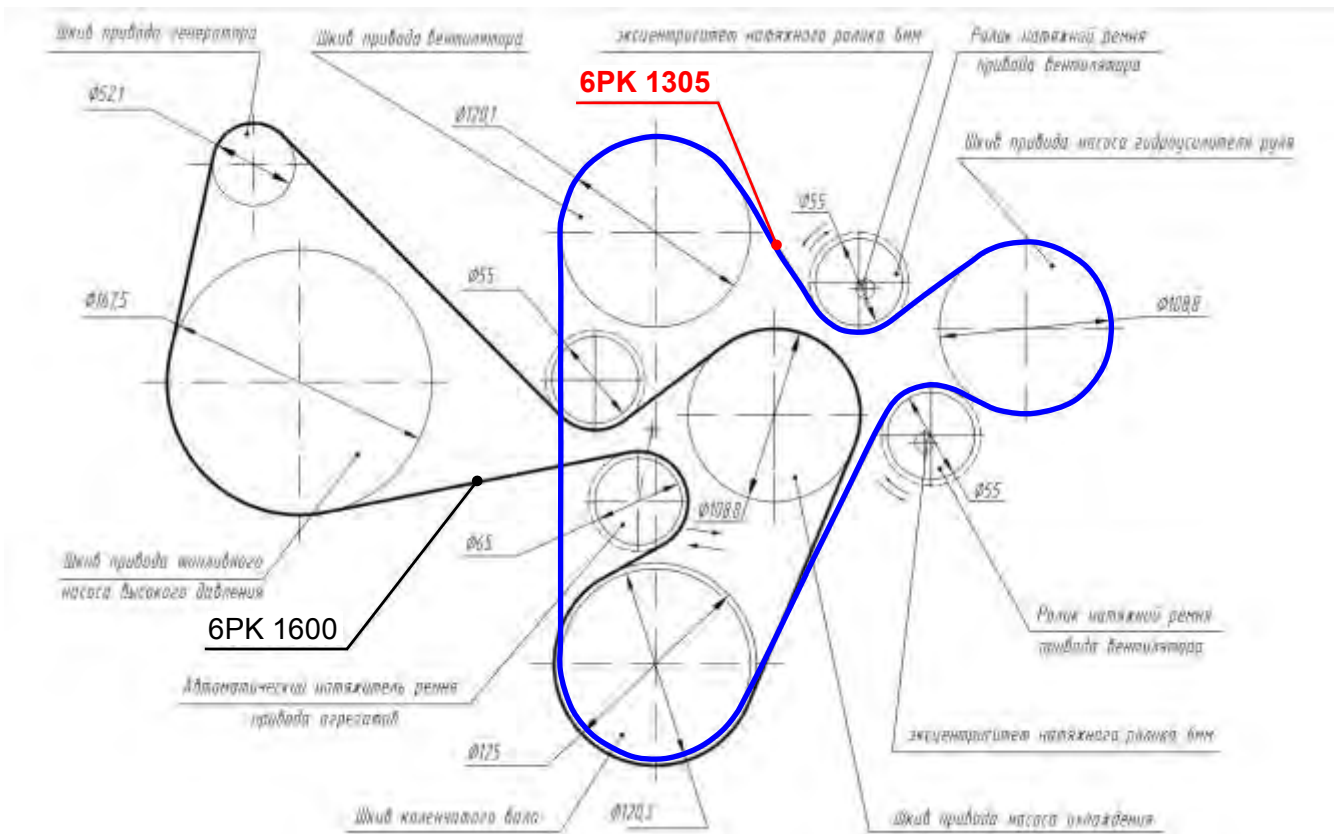


Рис.48. Схема привода вспомогательных агрегатов двигателя для автомобилей на платформе УАЗ-315148.

**Опора вентилятора** (рис.49) – расположена на передней крышке головки цилиндров и служит для крепления вязкостной муфты с вентилятором и шкива.

В чугунном корпусе 1 опоры вентилятора располагается два подшипника 7, на валике 3, которого напрессована ступица 2, имеющая посадочные поверхности для установки шкива и вязкостной муфты с вентилятором. Резьба на ступице для установки вязкостной муфты вентилятора – левая.

Подшипник от перемещений в корпусе удерживается с помощью стопорного кольца 5. Подшипник выполнен в защищенном (не обслуживаемом) исполнении, заполняется смазкой на заводе - изготовителе, в процессе эксплуатации смазки не требует.

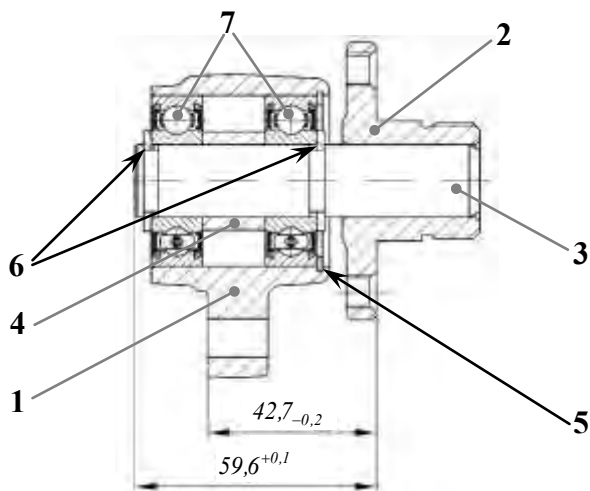
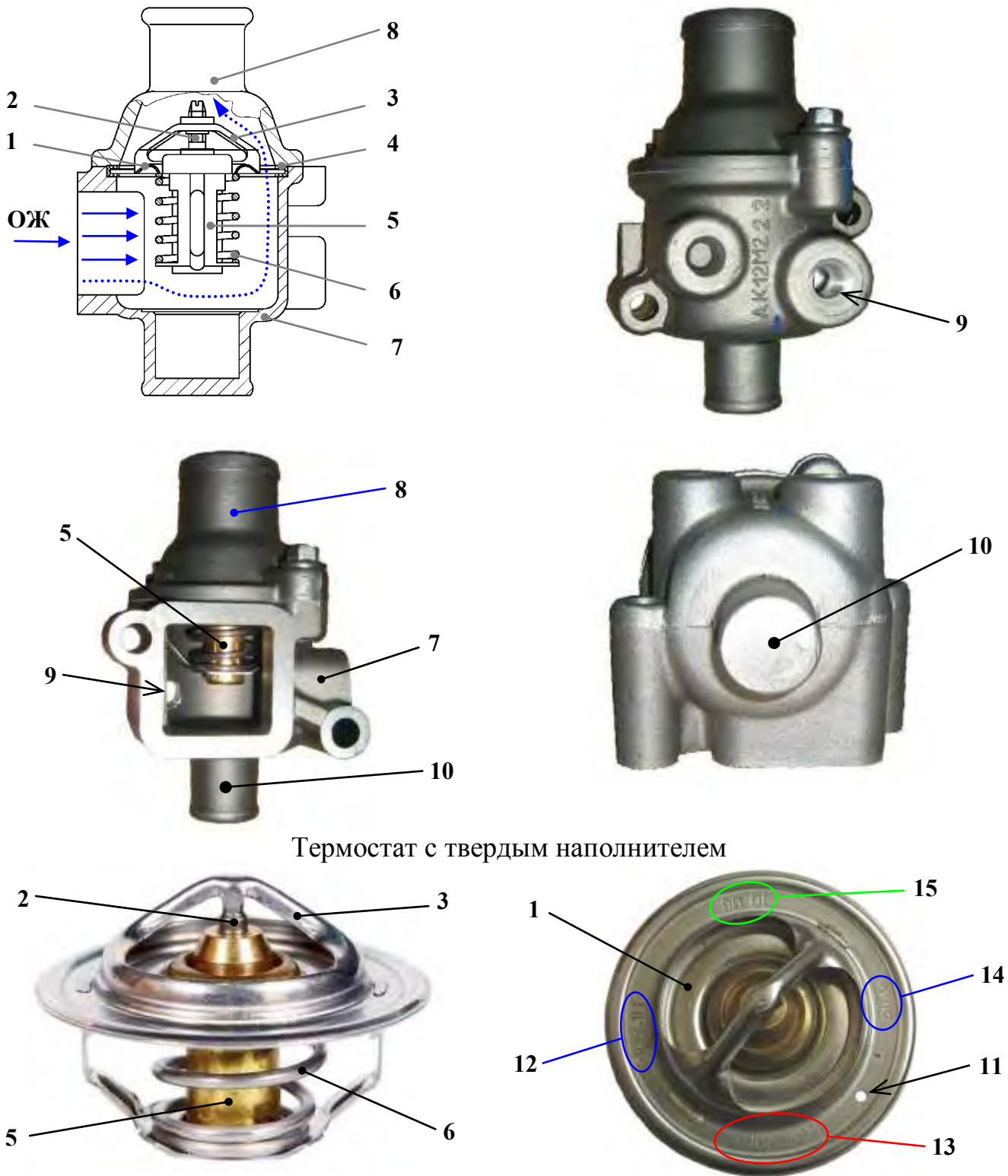


Рис.49. Опора вентилятора:

- 1 – корпус опоры вентилятора;
- 2 – ступица вентилятора;
- 3 – вал;
- 4 – втулка;
- 5 и 6 – стопорные кольца;
- 7 – подшипник.

**Термостат** (рис.50) – типа ТС108 – 01М, с твердым наполнителем, одноклапанный, температура начала открытия клапана термостата -  $80 \pm 2$  °С. Термостат расположен на головке цилиндров, и соединен шлангом с радиатором.



Термостат с твердым наполнителем

Рис.50. Термостат с корпусом:

1 – клапан; 2 – шток; 3 – стойка; 4 – прокладка; 5 – датчик термосиловой; 6 – пружина клапана; 7 – корпус; 8 – крышка корпуса термостата; 9 – резьбовое отверстие под датчик температуры ОЖ системы управления двигателем (M12×1,5-6H); 10 – патрубок для подсоединения к водяному насосу (заглушен); 11 – дренажное отверстие Ø2 мм; 12 – маркировка завода-изготовителя; 13 – маркировка обозначения модели термостата; 14 – маркировка температуры начала открытия клапана термостата; 15 – маркировка даты изготовления.



Термостат обеспечивает быстрый прогрев двигателя до рабочей температуры и автоматически поддерживает рабочую температуру охлаждающей жидкости в двигателе, отключая и включая циркуляцию жидкости через радиатор.

На холодном двигателе пружина 6 прижимает клапан 1 к седлу, и циркуляция жидкости осуществляется по малому кругу через жидкостно-масляный теплообменник (ЖМТ) на вход в охладитель рециркулируемых газов (ОРГ). Далее на автомобилях семейства УАЗ Патриот ОЖ из ОРГ подается в радиатор отопителя салона и из него через трубку отопителя во всасывающую полость водяного насоса, а затем в двигатель, минуя радиатор (рис.38б). На автомобилях УАЗ Хантер ОЖ из ОРГ подается через трубку отопителя во всасывающую полость водяного насоса, а затем в двигатель, минуя радиатор (рис.38а). Для подачи ОЖ в радиатор отопителя салона необходимо включить дополнительный электрический водяной насос и открыть кран отопителя.

Клапан 1 термостата начинает открываться при температуре охлаждающей жидкости -  $80 \pm 2$  °С. При температуре  $95 \pm 2$  °С он полностью открыт, величина открытия должна быть не менее 8,5 мм. При этом большая часть жидкости проходит через патрубок крышки термостата в радиатор.

Во фланце термостата выполнено дренажное отверстие 11 диаметром 2 мм, служащее для выхода воздуха при заправке системы охлаждения и для предотвращения разморозки радиатора при использовании в зимний период в качестве ОЖ - воды.

Конструктивно корпус термостата дизеля ЗМЗ-51432 унифицирован с корпусом термостата бензинового двигателя ЗМЗ-40904 за исключением того, что у дизельного корпуса, патрубок 10 соединяемый с патрубком водяного насоса выполнен без отверстия (у ЗМЗ-40904 выполняется отверстие  $\varnothing 18$  мм).

### 3.6 Система подачи топлива аккумуляторного типа Common Rail CRS2.0

Топливо под действием разрежения, создаваемого встроенным в ТНВД топливоподкачивающим насосом низкого давления 10, поступает из топливного бака к фильтру тонкой очистки топлива 11 (ФТОТ) (рис.49). Очищенное топливо из ФТОТ поступает в топливный насос высокого давления (ТНВД) 1.

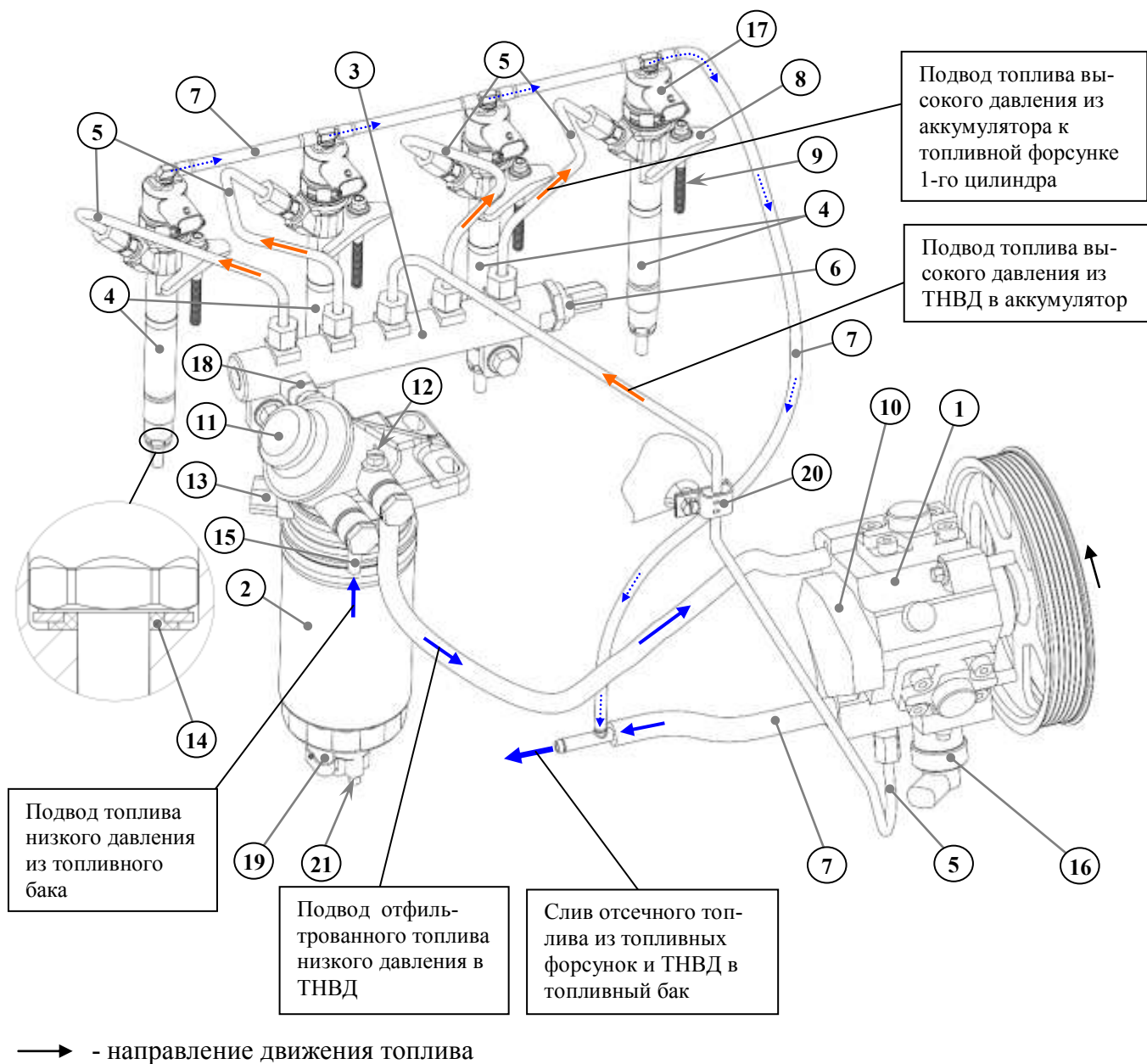


Рис.49. Схема системы топливоподачи, относящейся к двигателю.

1 – топливный насос высокого давления; 2 – сменный фильтр тонкой очистки топлива; 3 – аккумулятор; 4 – топливные форсунки; 5 – топливопроводы высокого давления; 6 – датчик давления топлива; 7 – топливопроводы отсеочного топлива; 8 – прижим топливной форсунки; 9 – винт крепления топливной форсунки (M6×50); 10 – топливоподкачивающий насос низкого давления; 11 – ручной топливоподкачивающий насос; 12 – пробка для выпуска воздуха; 13 – разъем электроподогревателя; 14 – уплотнитель распылителя форсунки; 15 – штуцер подвода топлива из топливного бака; 16 – электромагнитный клапан регулирования давления топлива; 17 – электромагнитный клапан; 18 – датчик температуры топлива; 19 – датчик уровня воды; 20 – держатель топливопровода; 21 – штуцер слива воды.

Далее топливо подается под высоким давлением по топливопроводу в топливную рампу 3 и, затем, к форсункам 4, с помощью которых осуществляется впрыск топлива в камеру сгорания двигателя. Избыточное топливо, а также попавший в систему воздух отводятся от форсунок и ТНВД по топливопроводам слива топлива 7 в бак.

Максимальное давление впрыска топлива составляет 1450 бар.

### **ВНИМАНИЕ!**

**Не следует полностью вырабатывать топливо из системы питания, так как смазка трущихся деталей ТНВД осуществляется топливом и это неминуемо приведет к выходу ТНВД из строя.**

**Топливный насос высокого давления (ТНВД)** (рис.50а) радиально-плунжерного типа со встроенным топливоподкачивающим насосом 8. Нагнетание топлива осуществляется тремя плунжерами в одну полость высокого давления. Регулирование расхода топлива происходит посредством электромагнитного клапана 6 по сигналу из блока управления двигателем.

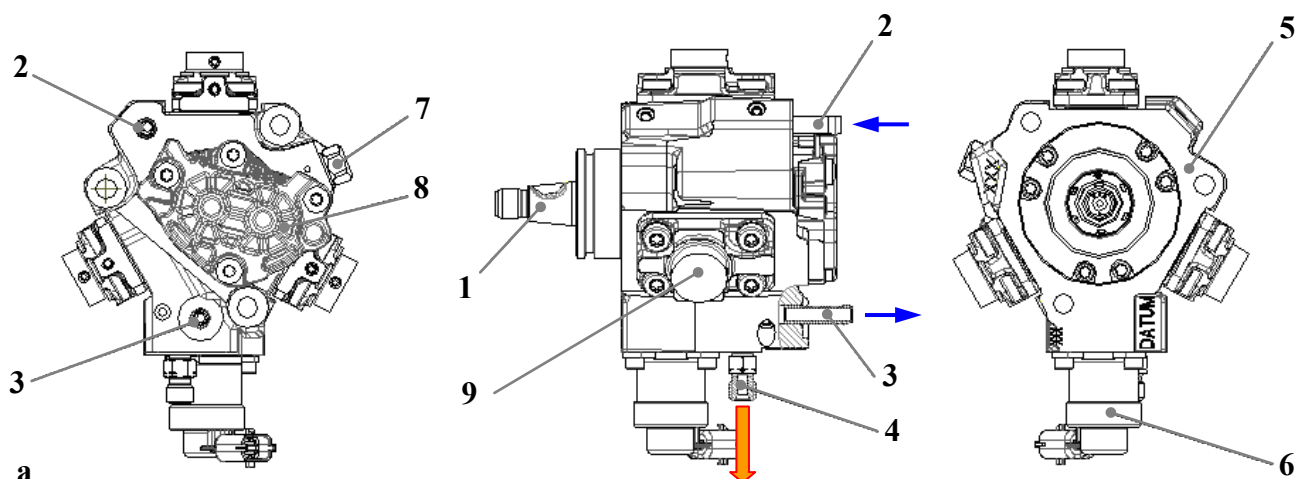


Рис.50а. Топливный насос высокого давления BOSCH типа CP1H:

1 – вал привода насоса; 2 – штуцер подвода топлива; 3 – штуцер отвода топлива в линию слива; 4 – штуцер топливопровода высокого давления; 5 – фланец крепления ТНВД; 6 – электромагнитный клапан регулирования давления топлива; 7 – перепускной клапан; 8 – подкачивающий насос; 9 – плунжерная секция ТНВД.

Основной функцией насоса является нагнетание топлива в топливную рампу под высоким давлением, величина которого зависит от оборотов и нагрузки на двигатель (максимальное давление 1450 бар).

Привод ТНВД осуществляется поликлиновым ремнем привода агрегатов от шкива коленчатого вала. Натяжение ремня производится автоматически механизмом натяжения ремня (рис.40, 43).

ТНВД установлен на специальном кронштейне 1 и закреплен при помощи трех болтов 10 М8-6g×38 (874015-П29) с фланцем и шестигранной головкой с размером под ключ S=10 мм. Для удобства монтаж и демонтаж ТНВД рекомендуется выполнять совместно с кронштейном (рис.50б), предварительно демонтировав датчик указателя давления масла.

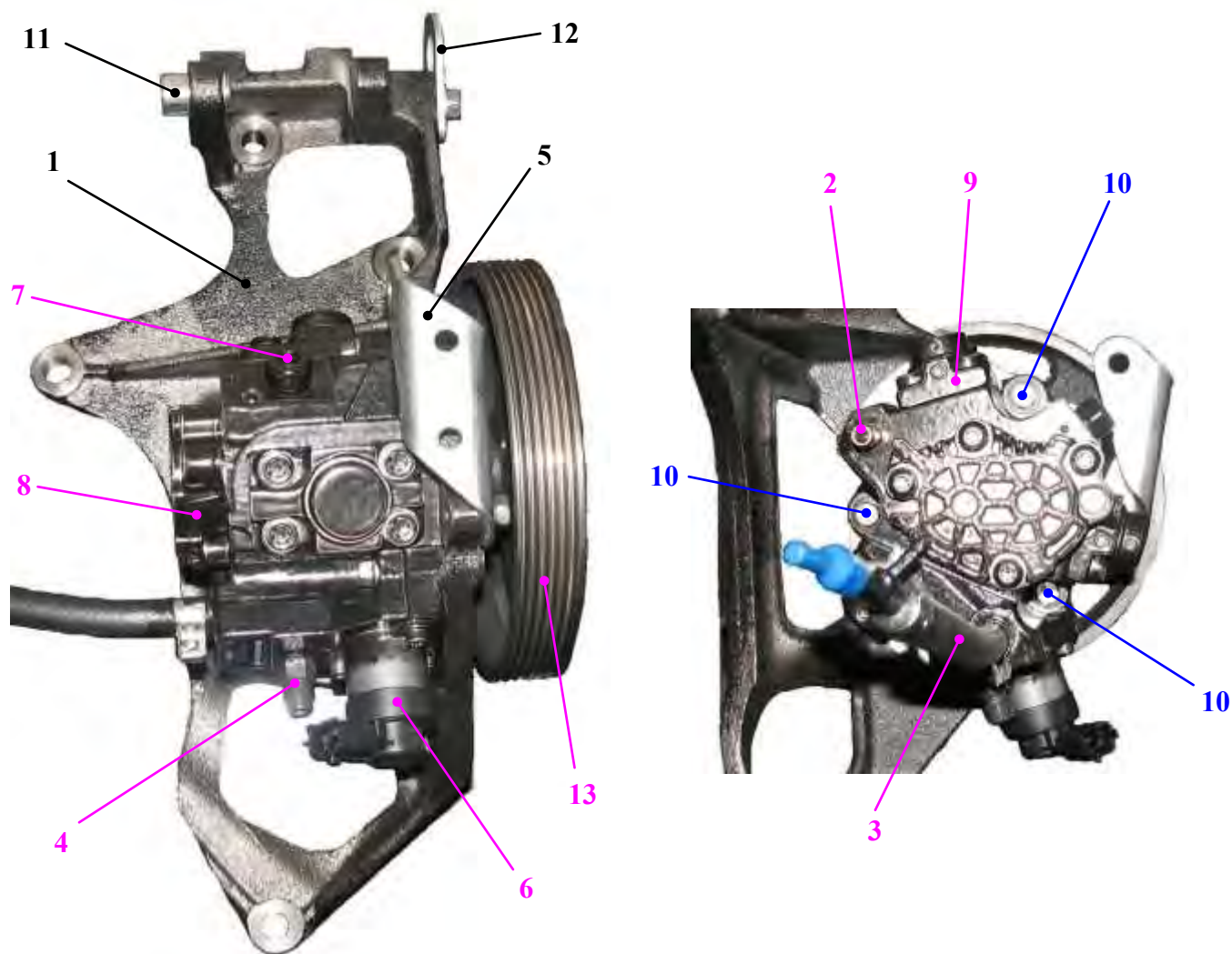
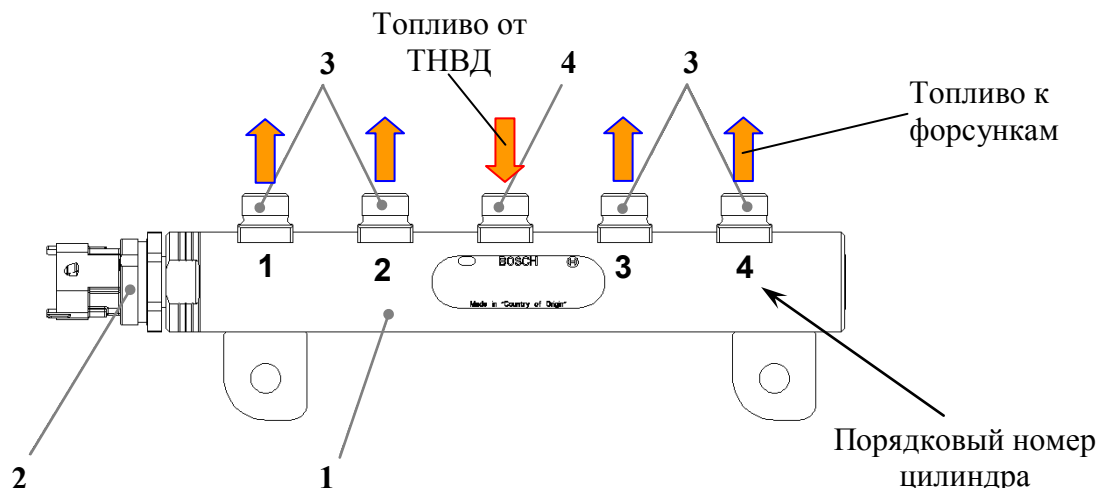


Рис.50б. Подбор ТНВД с кронштейном:

1 – кронштейн топливного насоса и генератора; 2 – штуцер подвода топлива; 3 – топливопровод слива топлива из ТНВД в топливный бак; 4 – штуцер топливопровода высокого давления; 5 – кронштейн генератора; 6 – электромагнитный клапан регулирования давления топлива; 7 – перепускной клапан; 8 – подкачивающий насос; 9 – плунжерная секция ТНВД; 10 – болт крепления ТНВД; 11 – втулка; 12 – скоба подъема двигателя; 13 – шкив ТНВД.

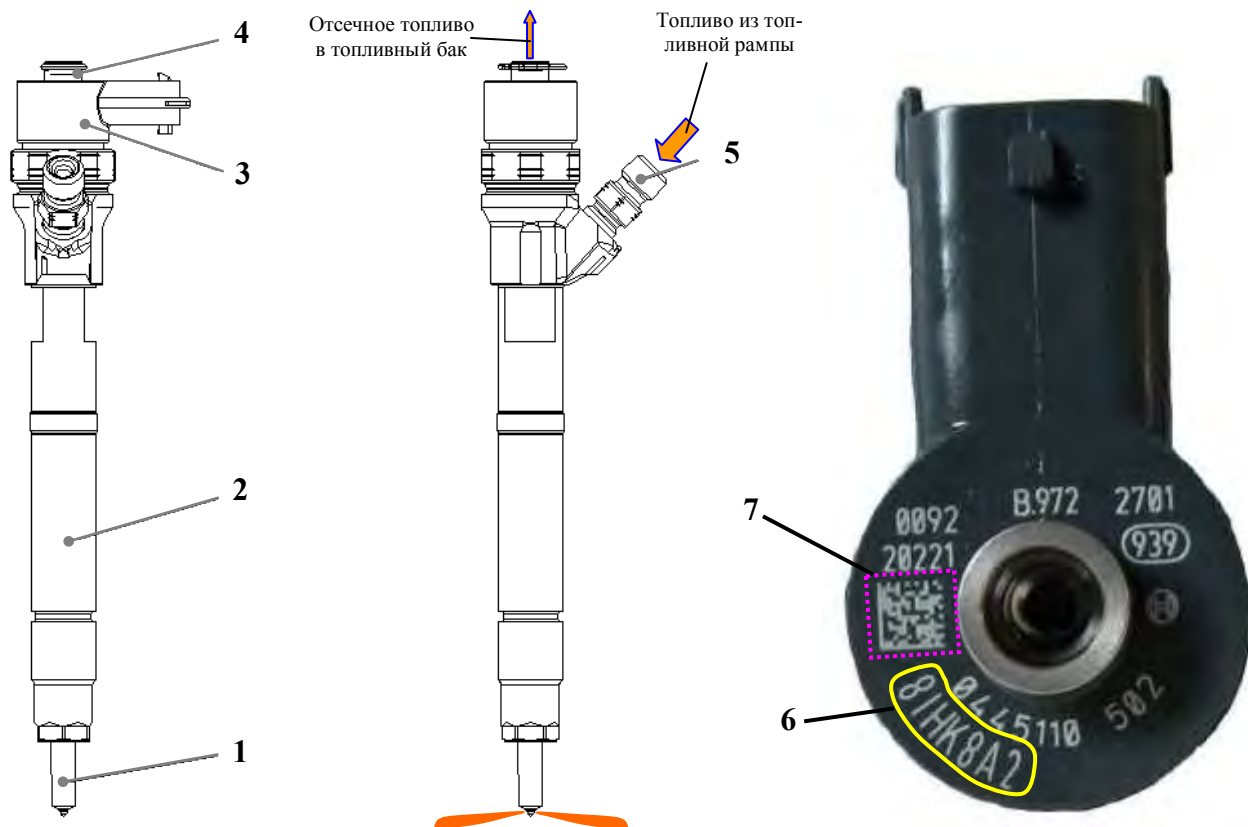
**Топливная раampa (аккумулятор топлива) 1 (рис.51), с датчиком давления топлива 2, служит для аккумулялирования топлива и распределения его по форсункам.**



**Рис.51. Топливная раampa:**

1 – корпус; 2 – датчик давления топлива; 3 – штуцеры топливопроводов высокого давления к форсункам; 4 – штуцер топливопровода высокого давления от ТНВД.

**Форсунка (рис.53) электрогидравлическая, закрытая, с быстродействующим электромагнитным клапаном. Впрыск топлива происходит при подаче напряжения из блока управления двигателем на электромагнитный клапан.**



**Рис.53. Форсунка подачи топлива:**

1 – распылитель; 2 – корпус форсунки; 3 – электромагнитный клапан; 4 – штуцер отвода топлива в линию слива; 5 – штуцер топливопровода высокого давления, 6 – семизначный буквенно-цифровой IMA-код (81HK8A2) топливной форсунки для записи в ЭБУ; 7 – штрих код для автоматизированной записи IMA-кода топливной форсунки в ЭБУ.

В зависимости от режима работы двигателя топливная форсунка осуществляет впрыск топлива от одного до трех раз за цикл. В головке блока цилиндров форсунка фиксируется с помощью прижима 1 и винта 3 (рис.54).

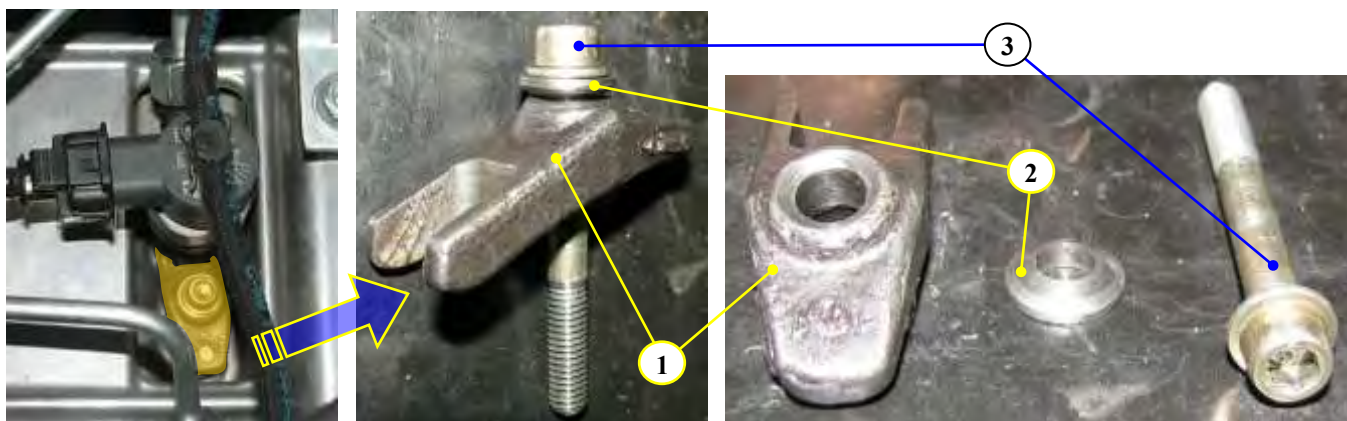


Рис.54. Прижим форсунки в сборе:

1 – прижим 51432.1112013; 2 – шайба опорная 51432.1112016; 3 – винт 40904.1148246.

### **ВНИМАНИЕ!**

**При демонтаже форсунки или прижима винт крепления обязательно должен быть заменен на новый.**

**Фильтр тонкой очистки топлива (ФТОТ)** (рис.55) имеет важное значение для нормальной и безаварийной работы ТНВД и форсунок. Поскольку плунжер, втулка, нагнетательный клапан и элементы форсунок являются деталями прецизионными, топливный фильтр должен задерживать мельчайшие абразивные частицы размером 3...5 мкм. Важной функцией фильтра является также задержание и отделение воды, содержащейся в топливе.

Задержанная фильтром вода собирается в камере сепарации воды сменного фильтрующего элемента, откуда должна удаляться в течение 1-го часа после загорания соответствующего индикатора на панели приборов, путем частичного отворачивания датчика уровня воды.

### **ВНИМАНИЕ!**

**Попадание влаги во внутреннее пространство ТНВД и форсунок может привести к выводу их из строя по причине образования коррозии и износа прецизионных деталей.**

ФТОТ оснащен подогревателем 3, который включается в зависимости от показаний датчика температуры топлива, по сигналу, подаваемому на реле подогревателя из блока управления двигателем. Температура вкл./выкл. подогревателя +5°C.

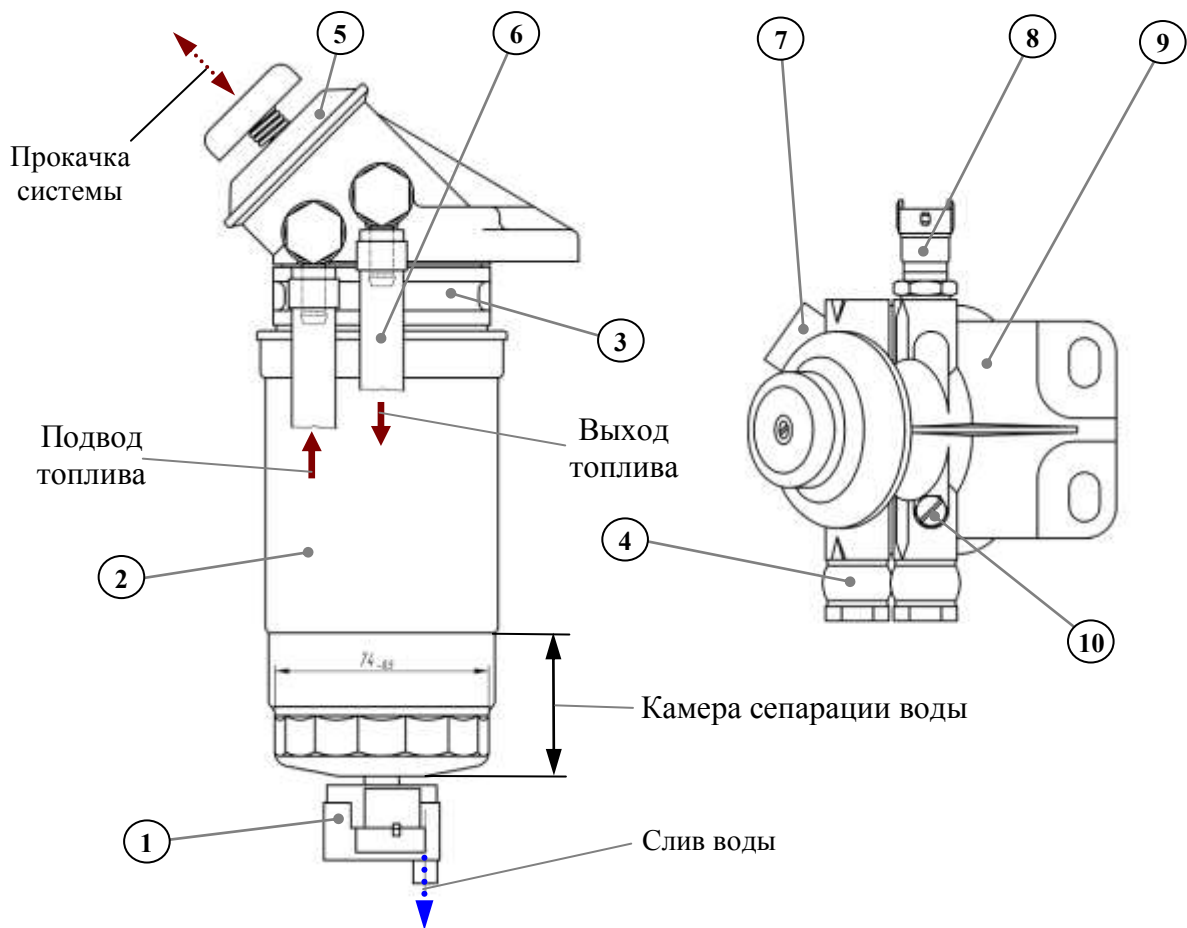


Схема подключения подогревателя топлива



Рис.55. Фильтр тонкой очистки топлива:

1 – датчик уровня воды; 2 – сменный фильтрующий элемент; 3 – подогреватель; 4 – штуцер подвода топлива от баков; 5 – ручной подкачивающий насос; 6 – шланг отвода очищенного топлива к ТНВД; 7 – разъем подогревателя; 8 – датчик температуры топлива; 9 – крышка фильтра с фланцем крепления; 10 – пробка для выпуска воздуха

**Топливопроводы низкого давления** (рис.56) служат для подвода отфильтрованного топлива от ФТОТ к ТНВД и слива отсечного топлива с топливных форсунок и ТНВД в топливный бак.

Топливопроводы изготавливаются из рукава OD14,29xID7,94 SAE30R9 следующих размерностей:

**1.От ФТОТ к ТНВД:**

$L = 700 \pm 5$  мм - для автомобилей семейства УАЗ Патриот;

$L = 460 \pm 5$  мм - для автомобилей УАЗ Хантер.

**2.От ТНВД к тройнику соединяющему шланги отсечного топлива:**

$L = 150 \pm 5$  мм - для всей моделей автомобилей УАЗ.



Рис.56. Внешний вид топливопровода низкого давления в сборе с хомутами.

**Тройник** (рис.57) служит для подачи отсечного топлива из ТНВД и топливных форсунок в топливный бак. Тройник изготовлен из Армида ПА СВ 30-2Т.

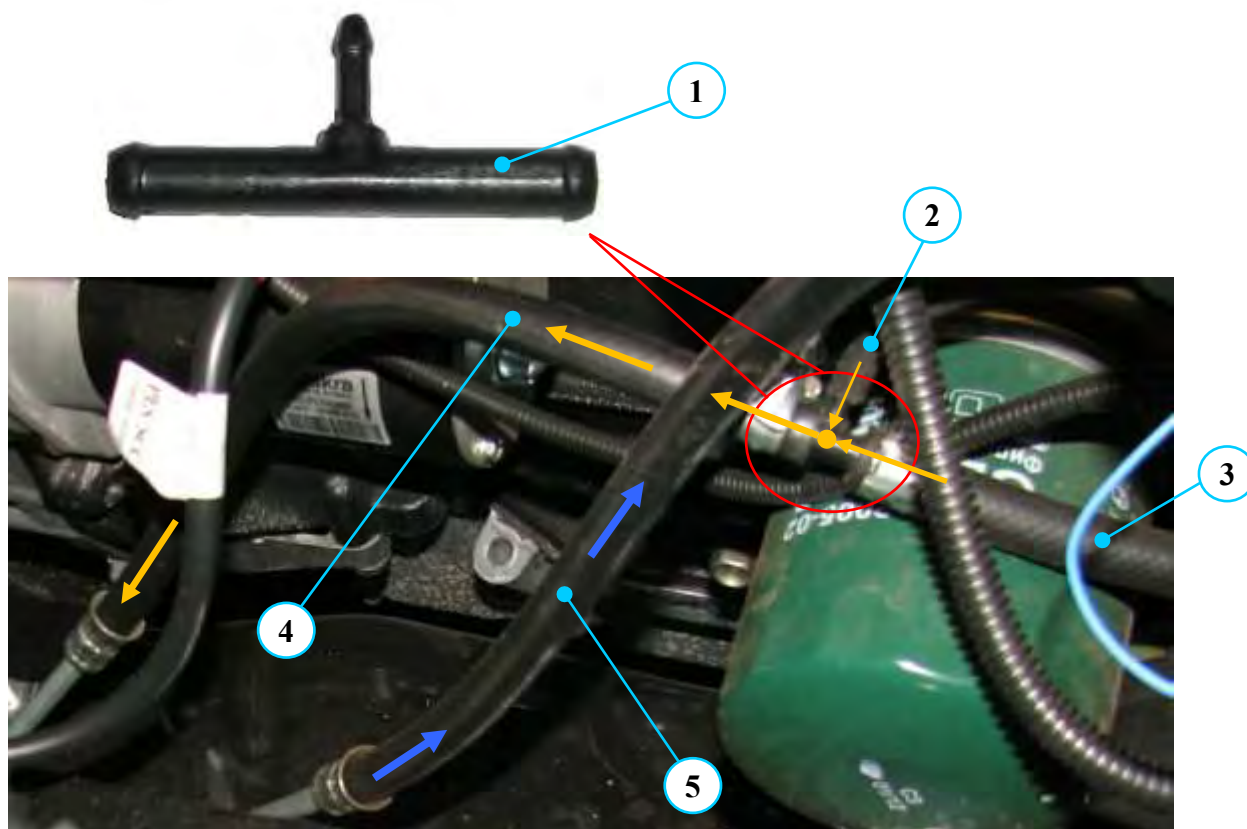


Рис.57. Внешний вид и место установки тройника для слива отсечного топлива из ТНВД и топливных форсунок в топливный бак:

1 – тройник; 2 – топливопровод отсечного топлива с топливных форсунок; 3 – топливопровод слива топлива с ТНВД; 4 – топливопровод подачи отсечного топлива в топливный бак; 5 – топливопровод подачи топлива из топливного бака к ФТОТ.



**Топливопровод отсечного топлива с топливных форсунок (рис.58)** служит для отвода топлива от топливных форсунок во время их работы в топливный бак. Топливопровод поставляется ф.BOSCH в сборе и состоит из 5 резиновых соединительных шлангов, 4 штуцеров закрепляемых в гнезде электромагнитного клапана топливной форсунки, и обратного клапана сохраняющего избыточное давление топлива в топливной рампе и предотвращающего завоздушивание топливной системы при остановке двигателя и обесточивании электромагнитных клапанов топливных форсунок.

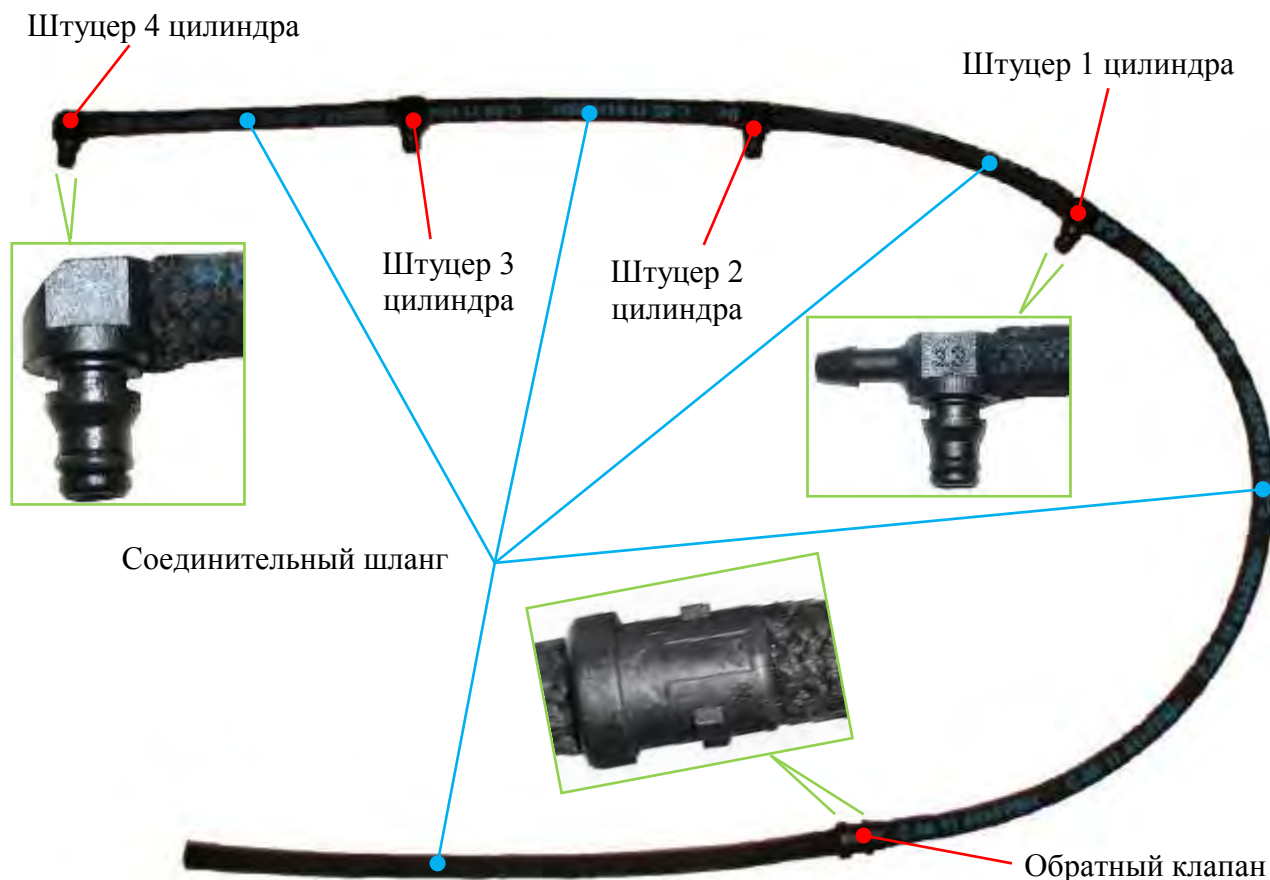


Рис.58. Внешний вид топливопровода отсечного топлива.

Для демонтажа топливопровода с топливных форсунок необходимо извлечь штуцер. Для этого необходимо надавить на фиксирующую штуцер в гнезде топливной форсунки П – образную скобу и извлечь штуцер (рис.59, 60).

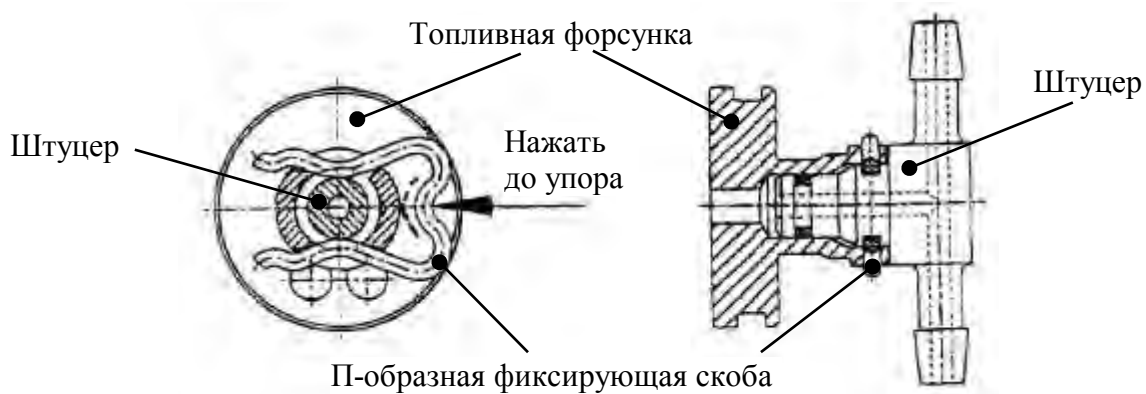


Рис.59. Устройство фиксации штуцера топливопровода отсечного топлива в топливной форсунке.

Процесс демонтажа штуцера приведен на рис.60, а установки на рис.61.

<p>1. Пред демонтажем штуцера необходимо очистить топливную форсунку от грязи, чтобы исключить ее попадание в топливную систему.</p>	<p>2. Надавить жалом плоской отвертки на П-образную фиксирующую скобу до упора в штуцер топливной форсунки.</p>	<p>3. Пальцами потянуть вверх штуцер.</p>
<p>4. Удерживая скобу, извлекаем штуцер из топливной форсунки.</p>	<p>5. Возвращаем П-образную скобу в исходное состояние. Аналогичные операции проделываем и на других форсунках.</p>	
<p align="center"><b>Рис.60. Порядок операций по демонтажу штуцера топливопровода отсечного топлива из топливной форсунки</b></p>		

Процесс монтажа штуцера приведен на рис.61.



### 3.7 Системы впуска воздуха и выпуска отработавших газов

В двигателях семейства ЗМЗ-514 применена четырехклапанная на один цилиндр система газораспределения, которая позволяет значительно улучшить наполнение и очистку цилиндров по сравнению с двухклапанной, а также в совокупности с винтовой формой впускных каналов обеспечить вихревое движение воздушного заряда для лучшего смесеобразования.

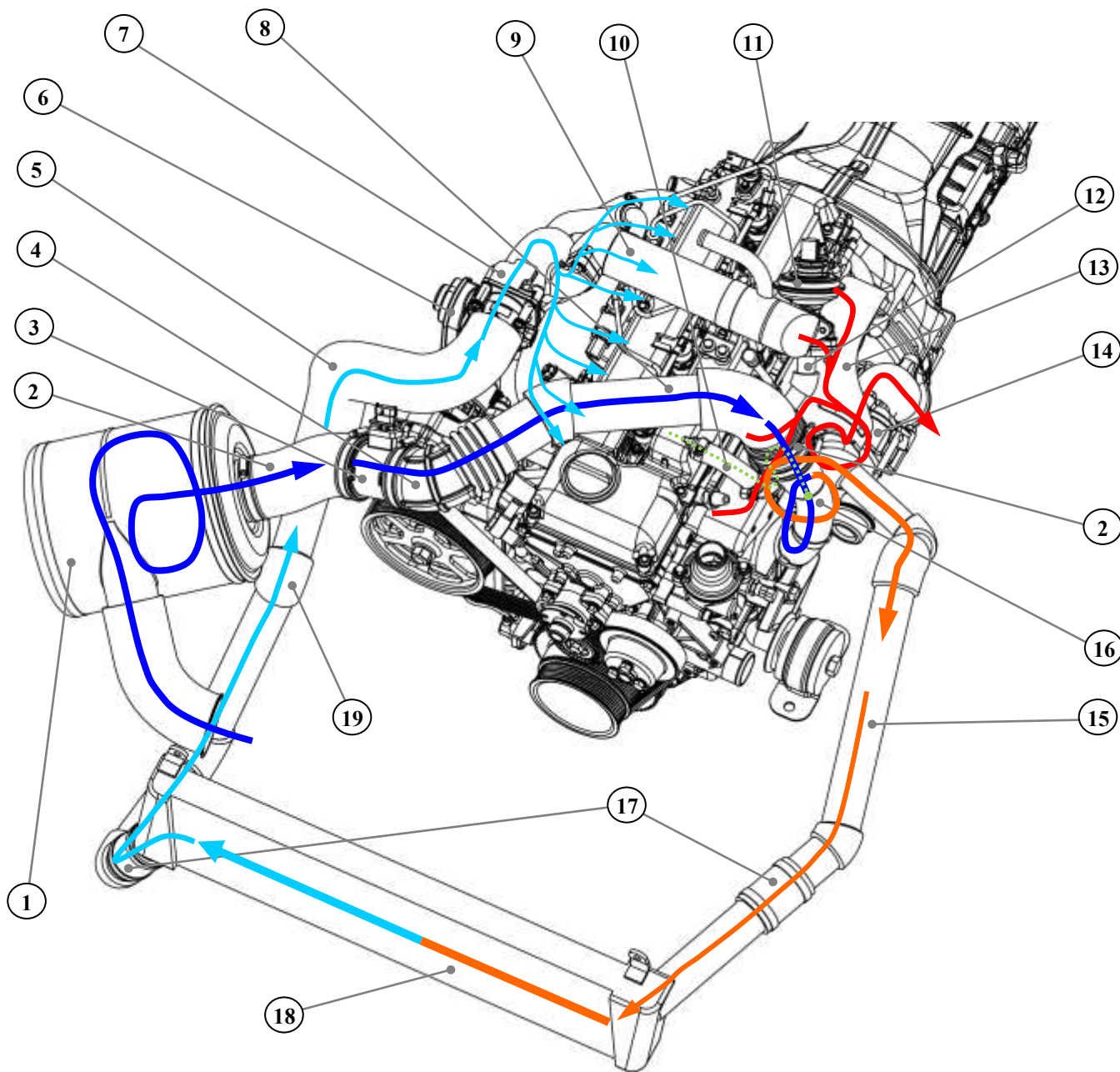


Рис.62. Общий вид системы подачи воздуха и выпуска ОГ:

1 – воздушный фильтр; 2 – патрубок соединительный ( $\varnothing 70$ ); 3 – датчик массового расхода воздуха; 4 – патрубок соединительный угловой ( $\varnothing 70$ ); 5 – патрубок соединительный ( $\varnothing 60$ ); 6 – патрубок воздухоподающий с дроссельной заслонкой; 7 – труба впускная; 8 – воздуховод ( $\varnothing 70$ ); 9 – охладитель рециркулируемых газов; 10 – шланг вентиляции; 11 – клапан рециркуляции отработавших газов (ОГ); 12 – трубка рециркуляции ОГ; 13 – выпускной коллектор; 14 – турбокомпрессор; 15 – воздуховод ( $\varnothing 36 \times \varnothing 50$ ); 16 – патрубок впускной турбокомпрессора; 17 – патрубок соединительный ( $\varnothing 50$ ); 18 – охладитель надувочного воздуха; 19 – воздуховод ( $\varnothing 50 \times \varnothing 60$ ).

**Система впуска воздуха** (рис.62) включает в себя: воздушный фильтр 1 с насадком и резонаторным шлангом, воздухопроводы 8, 15 и 19, впускной патрубок турбокомпрессора 16, турбокомпрессор 14, соединительные патрубки 2, 4, 5 и 17, охладитель надувочного воздуха 18, патрубок воздухоподающий с дроссельной заслонкой 6, впускную трубу 7.

Подача воздуха при запуске двигателя и на минимальных оборотах холостого хода осуществляется за счет разрежения, создаваемого поршнями в цилиндрах двигателя, а по мере роста частоты вращения коленчатого вала и увеличения топливоподачи (нагрузки на двигатель) – регулируемым турбокомпрессором с перепуском отработавших газов WGT (рис.63).

**Выпуск отработавших газов** (рис.62) осуществляется через выпускные клапаны, выпускные каналы головки цилиндров, чугунный выпускной коллектор 13, корпус турбины турбокомпрессора 14 в приемный патрубок трубы глушителя, нейтрализатор, глушитель и далее по системе выпуска автомобиля в атмосферу.

**Турбокомпрессор** (рис.63) – является одним из основных агрегатов системы впуска воздуха и выпуска отработавших газов, от которого зависят эффективные показатели двигателя – мощность и крутящий момент, а также экономичность и токсичность. Турбокомпрессор использует энергию отработавших газов для подачи воздушного заряда в цилиндры. Колесо турбины и колесо компрессора находятся на общем валу, который вращается в плавающих радиальных подшипниках скольжения.

При соблюдении правил эксплуатации, использовании рекомендованных моторных масел, масляных фильтров и качественных воздушных фильтров, их своевременной замены срок службы турбокомпрессора совпадает с ресурсом двигателя.

**ВНИМАНИЕ!**  
**Во избежание повреждения турбокомпрессора не допустима эксплуатация двигателя без воздушного фильтра или с поврежденным фильтром.**

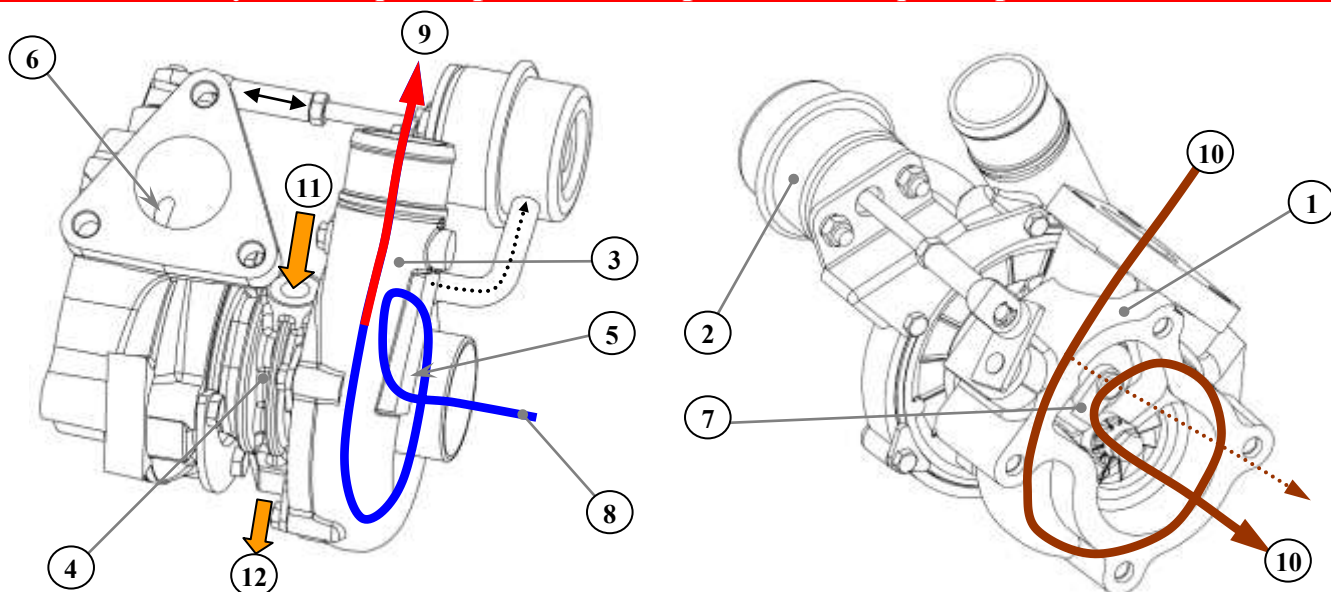


Рис.63. Турбокомпрессор:

1 – корпус турбины; 2 – пневмопривод перепускного клапана; 3 – корпус компрессора; 4 – корпус подшипников; 5 – идентификационная табличка турбокомпрессора; 6 – канал для перепуска ОГ минуя турбинную ступень; 7 – клапан перепуска ОГ минуя турбинную ступень (WG); 8 – очищенный воздух; 9 – сжатый в компрессорной ступени воздух; 10 – ОГ; 11 – подвод смазочного масла из ЦММ двигателя; 12 – слив масла.

### 3.8 Система рециркуляции отработавших газов (СРОГ)

Система рециркуляции отработавших газов служит для снижения выброса токсичных веществ ( $\text{NO}_x$  – оксиды азота) с отработавшими газами путём подачи части отработавших газов из выпускного коллектора в цилиндры двигателя. Эффект рециркуляции, снижающей уровень эмиссии  $\text{NO}_x$ , основывается на трех действиях:

- снижении концентрации кислорода в камере сгорания;
- сокращении расхода ОГ;
- снижении температуры в цилиндре благодаря более высокой теплоемкости инертных газов, которые не участвуют в реакции (например,  $\text{CO}_2$ ).

Система рециркуляции включает охладитель рециркулируемых газов 6, в котором перепускаемые отработавшие газы отдают излишнее тепло охлаждающей жидкости, подводимой из системы охлаждения двигателя (рис.64).

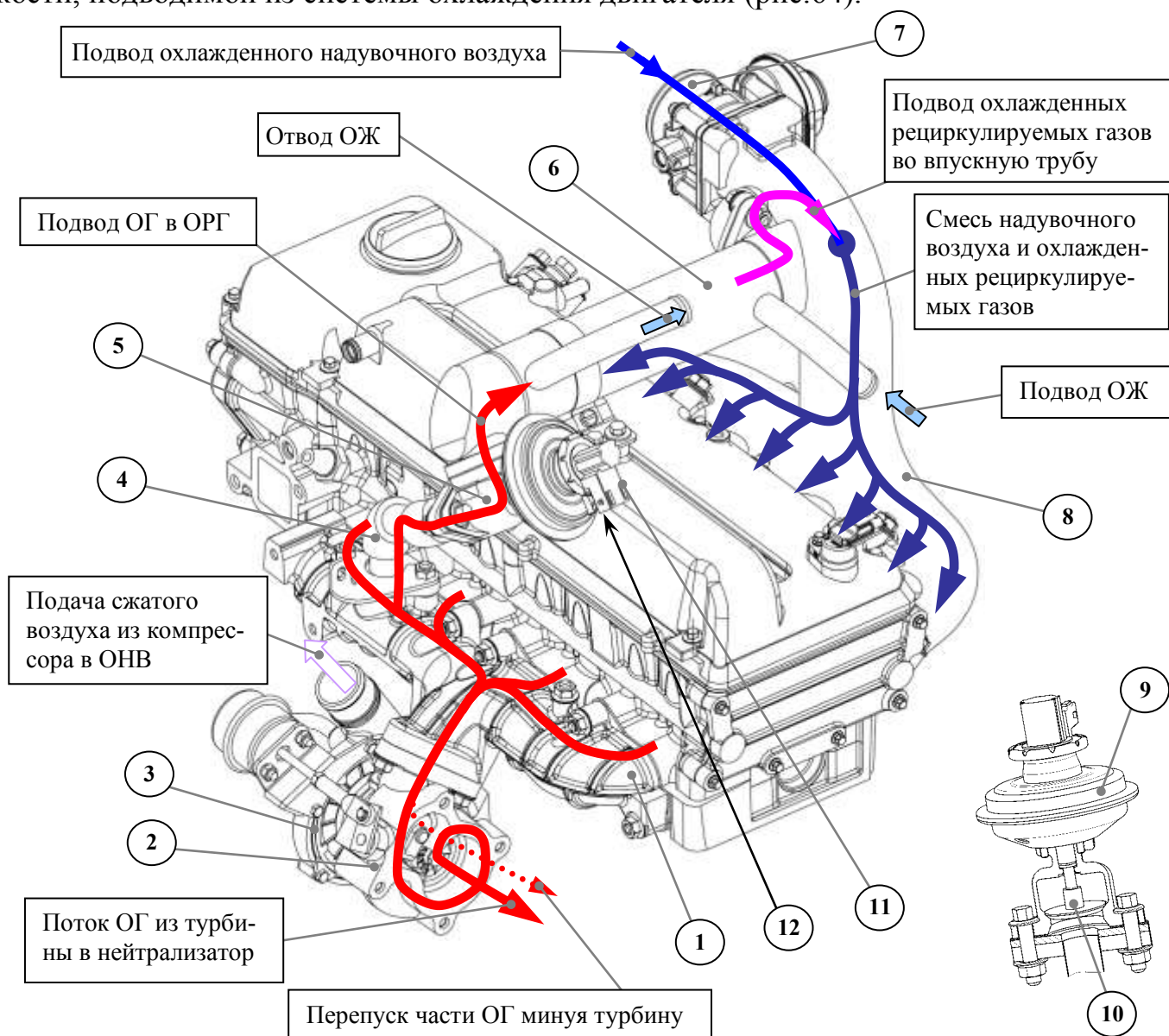


Рис.64. Схема системы рециркуляции:

1 – выпускной коллектор; 2 – корпус турбины; 3 – корпус компрессора; 4 – трубка рециркуляции; 5 – клапан рециркуляции; 6 – охладитель рециркулируемых газов; 7 – патрубок воздухоподающий с дроссельной заслонкой; 8 – впускная труба; 9 – пневмокамера; 10 – клапан; 11 – разъем датчика положения штока клапана; 12 – патрубок подвода вакуума ( $\varnothing 4$ ).

При подаче разрежения от вакуумного насоса в пневмокамеру 9 клапана рециркуляции шток с клапаном 10 поднимаются, в результате чего происходит перепуск части отработавших газов из выпускного коллектора 1 по трубке рециркуляции 4, охладителю рециркулируемых газов 6 во впускную трубу 8 и, после смешивания с охлажденным надувочным воздухом, в цилиндры двигателя.

Рециркуляция отработавших газов осуществляется по программе, заложенной в памяти блока управления двигателем в зависимости от показаний датчиков температуры охлаждающей жидкости, положения педали акселератора, массового расхода воздуха и частоты вращения коленчатого вала.

**Трубка рециркуляции** (рис.65) служит для подачи рециркулируемых ОГ из выпускного коллектора к клапану рециркуляции. Трубка изготовлена из нержавеющей стали толщиной 0,4 мм.

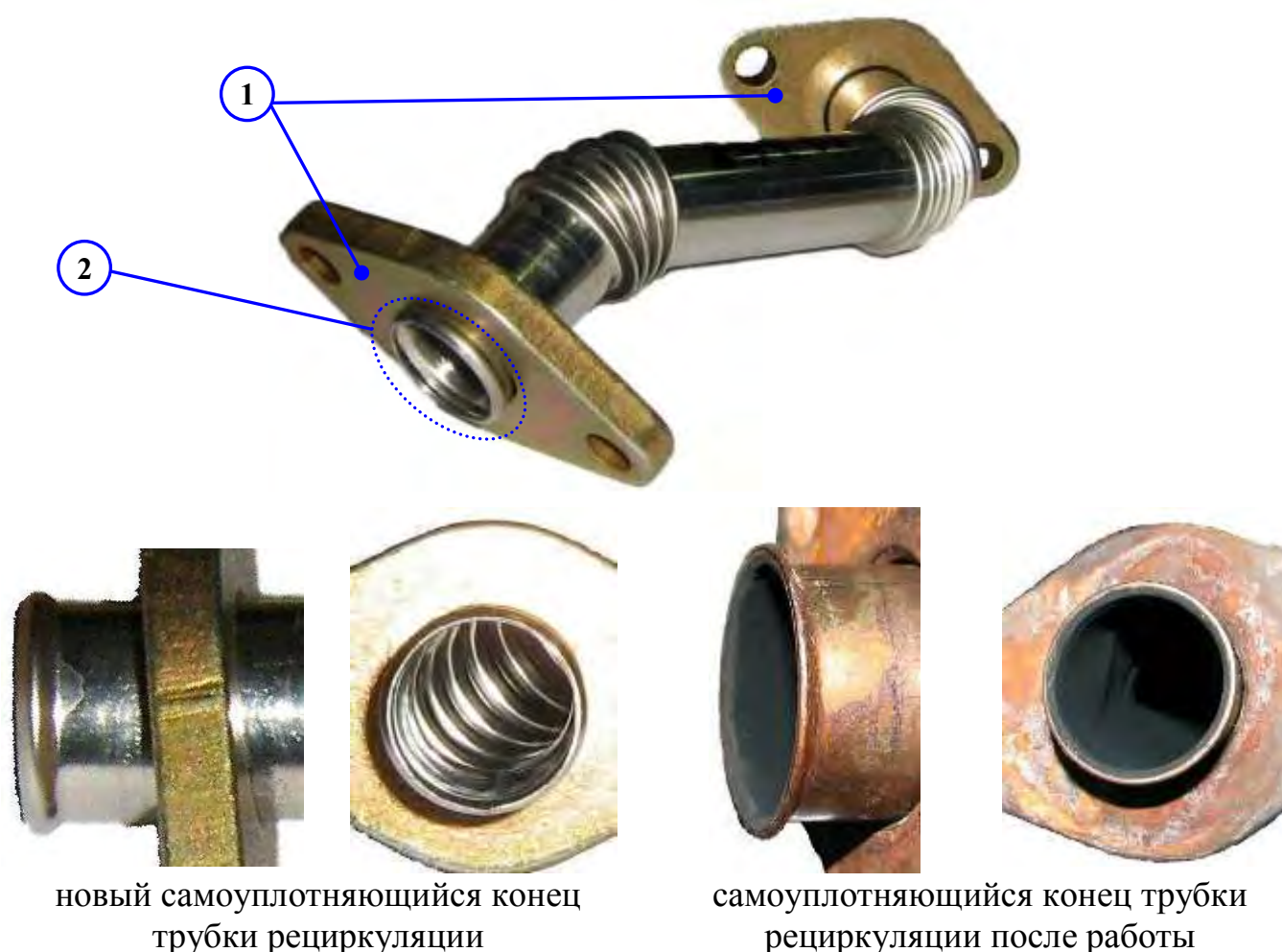
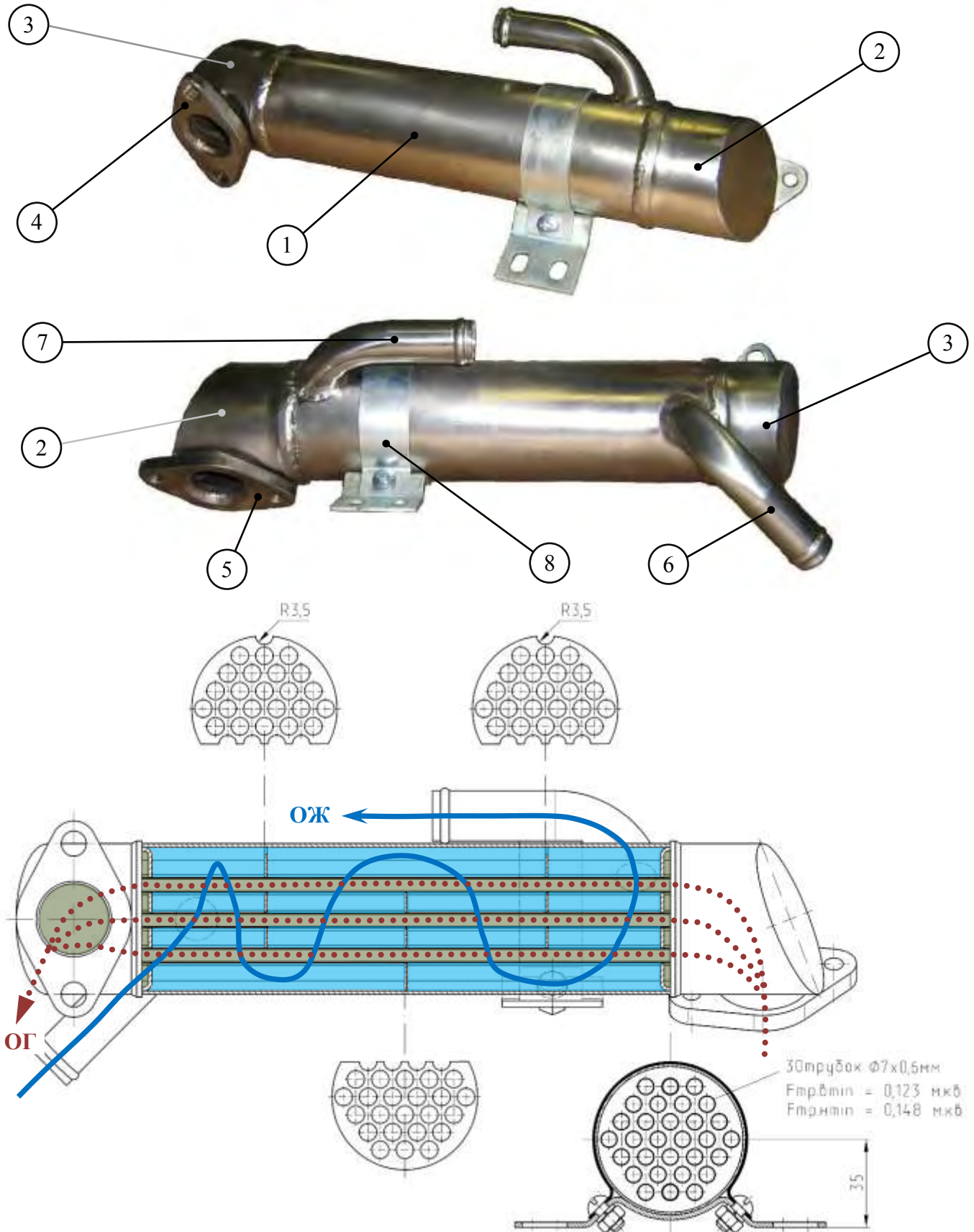


Рис.65. Внешний вид трубки рециркуляции:  
1 – крепежный фланец; 2 – самоуплотняющийся конец.

Для обеспечения герметичности газовых стыков «трубка рециркуляции - теплоизоляционный экран» и «трубка рециркуляции - проставка» при сборке требуется равномерно обжечь самоуплотняющиеся концы трубки. До потери герметичности газовых стыков трубка позволяет многократно приводить её монтаж-демонтаж.

**Охладитель рециркулируемых газов (ОРГ) (рис.66)** предназначен для снижения температуры рециркулируемых ОГ.



**Рис.66. Внешний вид и устройство охладителя рециркулируемых газов (ОРГ):**  
 1 – сердцевина теплообменника, 2 – подводящий ОГ колпак с фланцем для крепления КРОГ, 3 – отводящий ОГ колпак с фланцем для крепления к впускной трубе, 4 – фланец для подсоединения к впускной трубе, 5 – фланец для подсоединения КРОГ, 6 – патрубок для подачи ОЖ в теплообменник, 7 – патрубок для отвода ОЖ из теплообменника, 8 – хомут с опорой для крепления теплообменника к крышке клапанов.



ОРГ представляет собой кожухо-трубный теплообменник состоящий из сердцевины 1, подводящего 2 и отводящего 3 ОГ колпаков с крепежными фланцами 4 и 5, патрубков 6 и 7 для подвода и отвода ОЖ из системы охлаждения двигателя.

Сердцевина теплообменника состоит из 30 трубок изготовленных из нержавеющей стали образующих вместе общую площадь участвующую в теплообмене равной 0,123 м<sup>2</sup>. В теплообменнике для максимальной эффективности теплообмена движение ОЖ осуществляется навстречу потоку рециркулируемых ОГ т.н. «перекрест с противотоком».

**Клапан рециркуляции отработавших газов (КРОГ)** (рис.67) пневматический с датчиком положения штока ф.PIERBURG. КРОГ регулирует расход рециркулируемых газов. Регулирование осуществляется путем подачи в пневмокамеру КРОГ разрежения соответствующей величины от электропневматического преобразователя давления (модулятора).

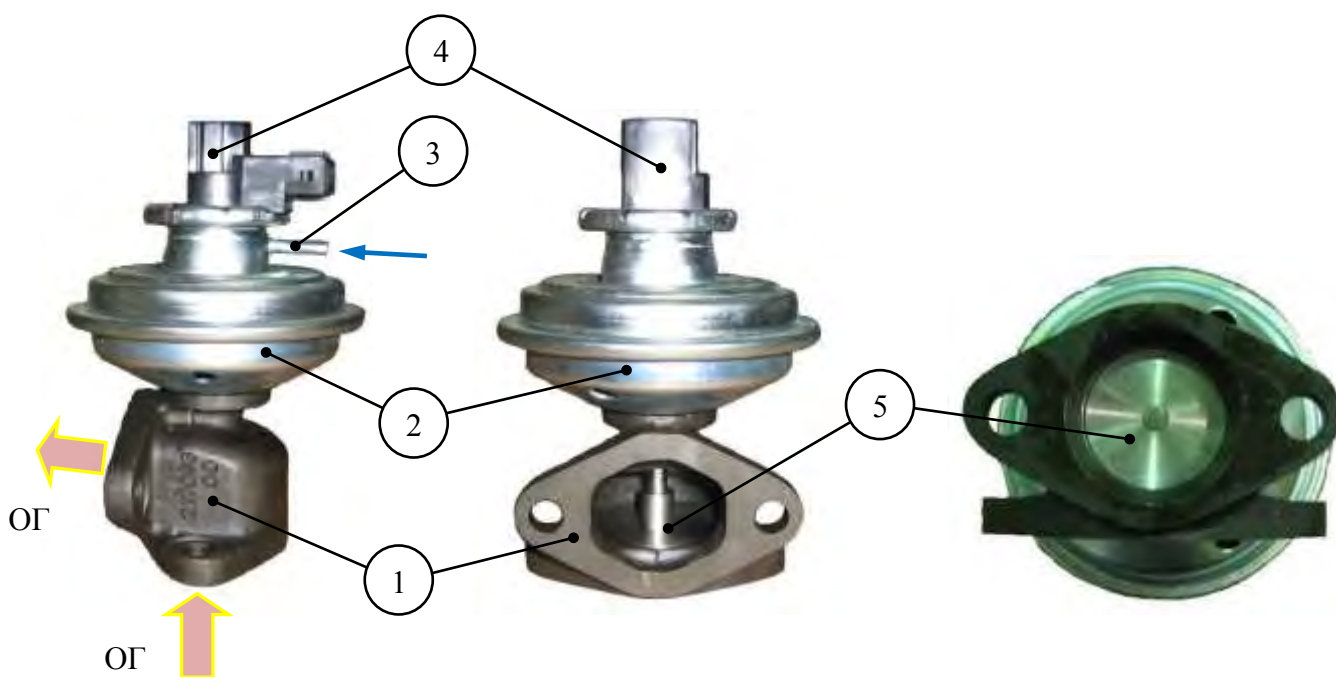


Рис.67. Внешний вид клапана рециркуляции отработавших газов (КРОГ):  
1 – корпус; 2 – пневмокамера; 3 – патрубок для подвода разрежения; 4 – датчик положения штока клапана; 5 – тарелка клапана.

КРОГ крепится через уплотняющую прокладку на фланце колпака подводящего ОГ в ОРГ при помощи двух винтов с внутренним шестигранником.

**Проставка системы рециркуляции отработавших газов (рис.68) изготовлена из стали 08кп толщиной 4 мм. Проставка устанавливается между КРОГ и трубкой рециркуляции. Основное назначение – обеспечить уплотнение трубки рециркуляции. В проставке выполнено калиброванное отверстие  $\text{Ø}18$  мм ограничивающее расход рециркулируемых газов.**

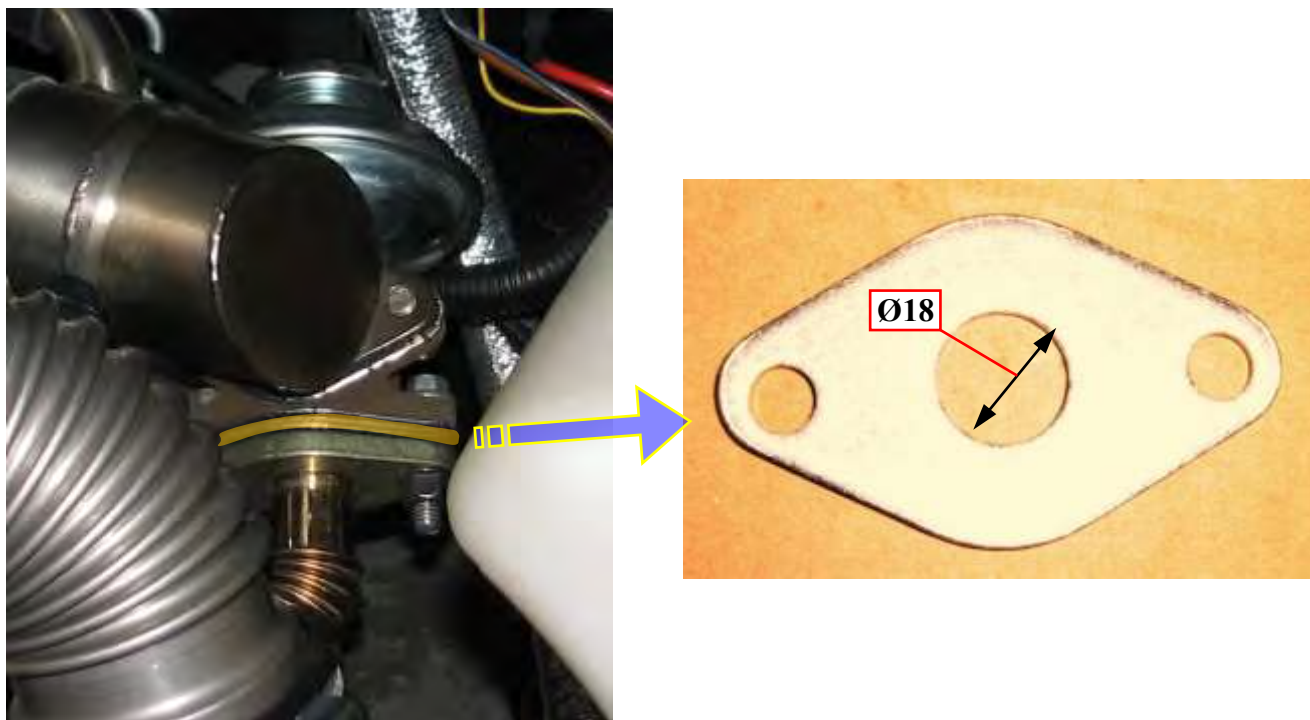


Рис.68. Внешний вид и место установки проставки

Проставка с трубкой рециркуляции и уплотняющей прокладкой крепятся к КРОГ при помощи двух фланцевых болтов с шестигранной головкой под ключ  $S=10$  мм и самопорящихся жаропрочных гаек.

**Прокладка клапана рециркуляции отработавших газов (рис.69)** предназначена для уплотнения газовых стыков между деталями системы рециркуляции. Изготавливается ЗАО НПО «УНИХИМТЕК» из материала Графлекс ЛАРМ толщиной 1мм. На двигателе установлены 4 прокладки. Для уплотнения газовых стыков «ОРГ - патрубок впускной трубы», «ОРГ - КРОГ», «КРОГ - проставка» применяется прокладка 51432.1213050 в количестве 3 шт. Для уплотнения газового стыка «выпускной коллектор - теплоизоляционный экран» применяется прокладка 514.1213050-02 в количестве 1 шт.

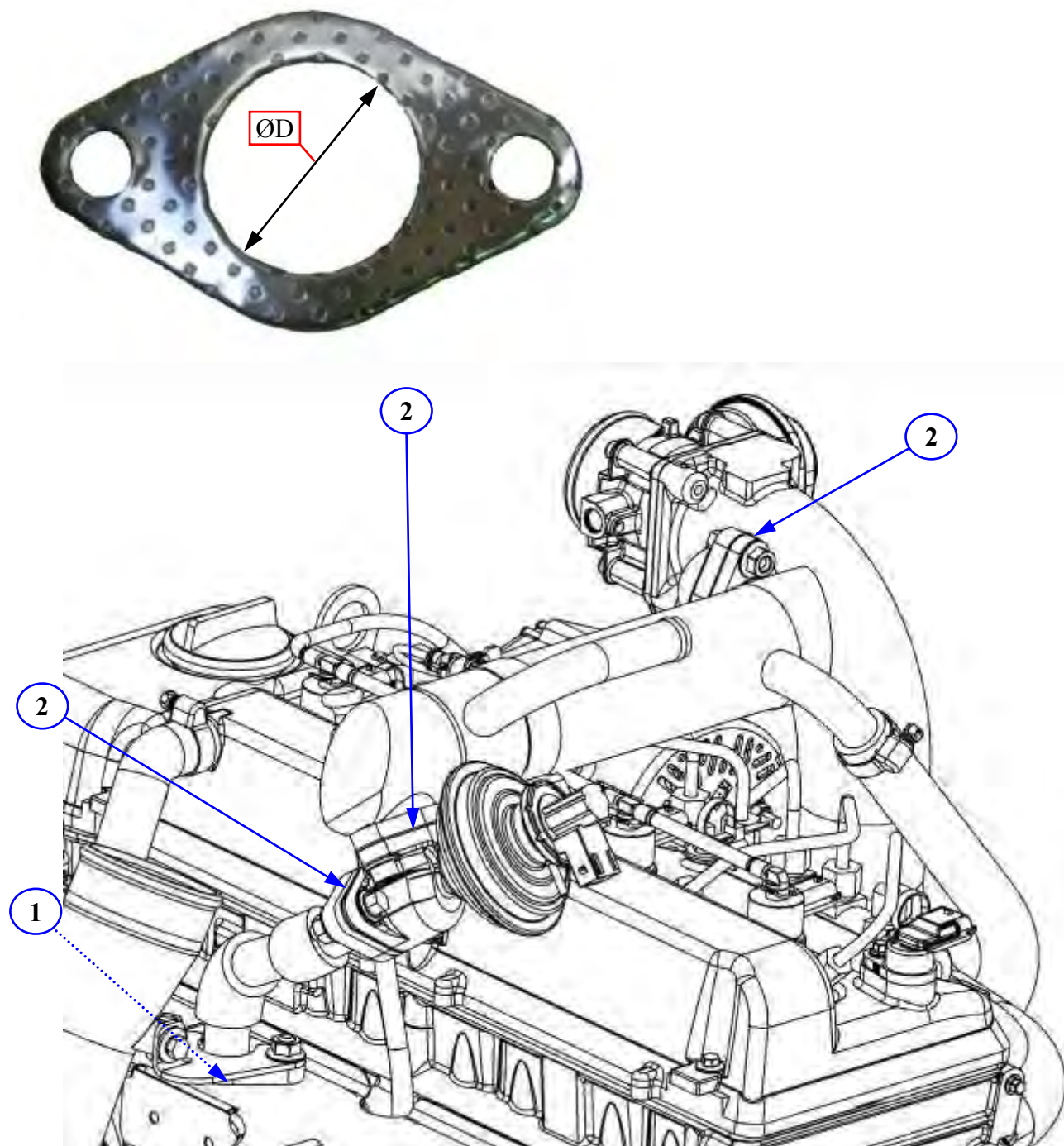


Рис.69. Внешний вид и расположение прокладок клапана рециркуляции.  
1 – 514.1213050-02 – D=28 мм (установлена под экраном), 2 – 51432.1213050 – D=36 мм

### 3.9 Вакуумный насос

Вакуумный насос (рис.69) однолопастного типа, установлен на передней крышке головки цилиндров.

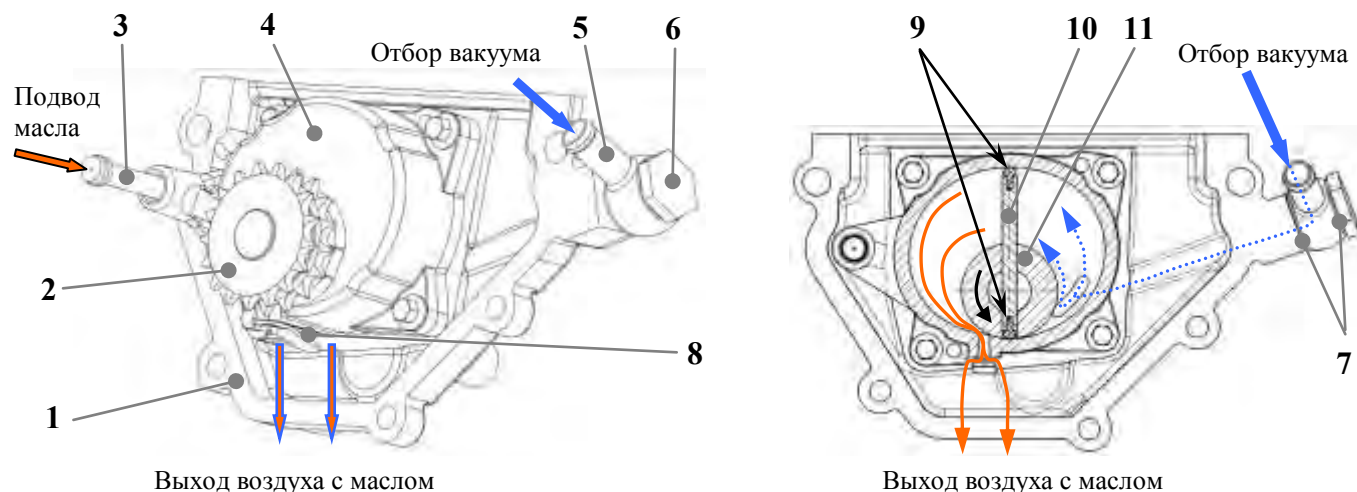


Рис.70. Вакуумный насос:

1 – передняя крышка головки цилиндров; 2 – звездочка привода вакуумного насоса; 3 – штуцер подачи масла в вакуумный насос; 4 – корпус вакуумного насоса; 5 – штуцер для подсоединения вакуумного шланга; 6 – болт полый; 7 – шайбы уплотнительные; 8 – клапан противодренажный пластинчатый; 9 – насадка лопатки; 10 – лопатка; 11 – вал.

Вакуумный насос предназначен для создания разрежения, используемого для управления тормозной системой автомобиля и системой рециркуляции ОГ.

Привод вакуумного насоса осуществляется от цепи привода газораспределительного механизма (рис.21).

Трущиеся поверхности вакуумного насоса смазываются моторным маслом, подаваемым из системы смазки двигателя по штуцеру 3 (подача масла показана на рисунке стрелками). Кроме того, масляная пленка герметизирует зазоры между лопастью и корпусом насоса. Отработавшее масло с воздухом сбрасывается в картер двигателя через пластинчатый клапан 8.

При установке вакуумного насоса на двигатель необходимо убедиться в наличии внутри корпуса смазочного масла, при необходимости, во избежание задиров трущихся деталей при пуске двигателя, его необходимо заполнить через штуцер 3 чистым моторным маслом (20...30 мл), непрерывно прокручивая валик насоса.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Недопустима эксплуатация двигателя с отсоединенными или негерметичными вакуумными шлангами клапана рециркуляции отработавших газов и усилителя тормозов, т.к. это приведет к повышению давления в картере и повышенному расходу масла на угар.**

## 4 СЦЕПЛЕНИЕ

Сцепление (рис.70) - сухое, однодисковое, с диафрагменной нажимной пружиной, состоит из нажимного диска в сборе и ведомого диска в сборе.

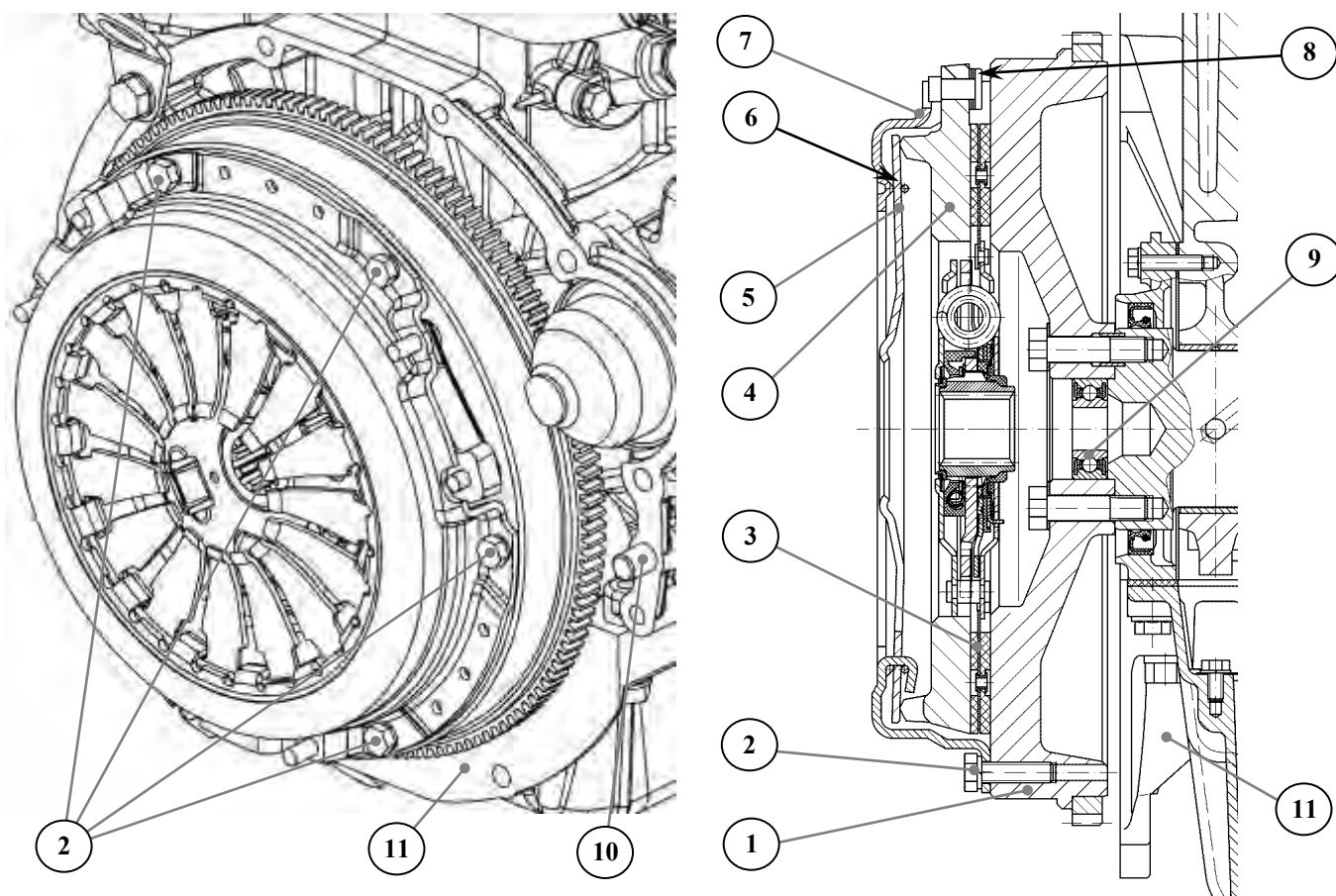


Рис.71. Сцепление в сборе:

1 – маховик; 2 – болт крепления нажимного диска сцепления; 3 – ведомый диск; 4 – нажимной диск; 5 – диафрагменная нажимная пружина; 6 – опорное кольцо; 7 – кожух нажимного диска; 8 – пластинчатые соединительные пружины; 9 – подшипник первичного вала коробки передач; 10 – установочный штифт коробки передач; 11 – усилитель картера сцепления коробки передач.

К заднему фланцу блока цилиндров двигателя крепится коробка переключения передач. Передний конец первичного вала коробки передач входит в подшипник 10, установленный в маховике, и шлицами - в ступицу ведомого диска сцепления.

Для обеспечения соосности первичного вала коробки передач и подшипника, установленного в отверстие маховика, коробка передач устанавливается на два штифта 11, запрессованных в задний торец блока цилиндров.

Картер сцепления, выполненный в литье вместе с корпусом коробки переключения передач, соединяется, для повышения общей конструктивной жесткости силового агрегата, с блоком цилиндров двигателя через Г-образный усилитель 9.

**Нажимной диск в сборе** (рис.71 и рис.72) состоит из кожуха, диафрагменной нажимной пружины, нажимного диска и пластинчатых пружин.

Кожух 7 закреплен на маховике 1 шестью специальными центрирующими болтами 2. Усилие нажимной диафрагменной пружины 5 создает силу трения между поверхностями маховика, нажимного диска и зажатых между ними фрикционных

накладок ведомого диска, необходимую для передачи крутящего момента двигателя от маховика через ведомый диск сцепления на первичный вал коробки передач.

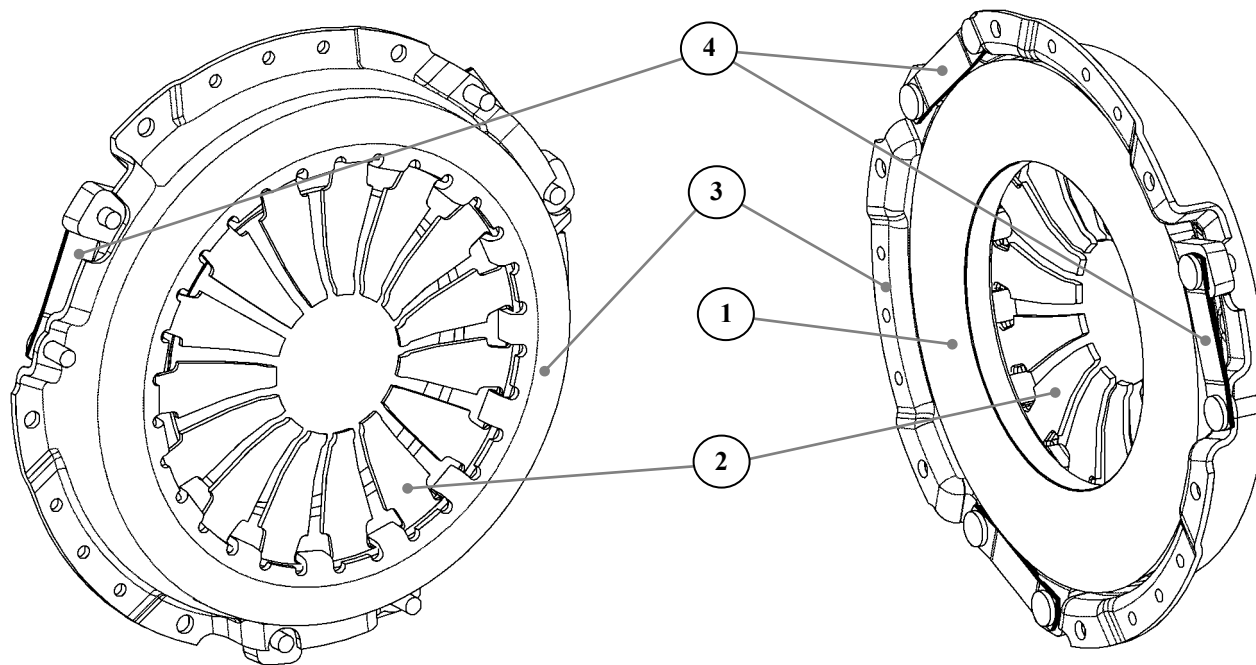


Рис.72. Нажимной диск сцепления. Общий вид.

1 – нажимной диск; 2 – диафрагменная нажимная пружина; 3 – кожух нажимного диска; 4 – пластинчатые соединительные пружины.

Нажимная пружина представляет собой тарельчатый усеченный конус, рассеченный от вершины на пятнадцать лепестков, выполняющих роль рычагов выключения сцепления, при этом основание пружины остается не разрезанным. Неразрезанное основание конуса зажато между опорным кольцом б и выступами (захватами) на кожухе. Опорное кольцо, прикрепленное к кожуху, выполняет роль шарнира, относительно которого, при нажатии на концы лепестков, происходит перемещение нижнего пояса основания диафрагменной пружины, опирающегося на кольцевой гребень нажимного диска, при этом нажимной диск освобождается от усилия пружины, прижимающего его к маховику. Нажимной диск связан с кожухом соединительными пластинами (листовыми пружинами), которые одним концом приклепаны к выступам нажимного диска, другим – к кожуху сцепления. С их помощью происходит передача крутящего момента от кожуха к нажимному диску, его отвод от маховика при нажатии выжимного подшипника на лепестки пружины (выключение сцепления).

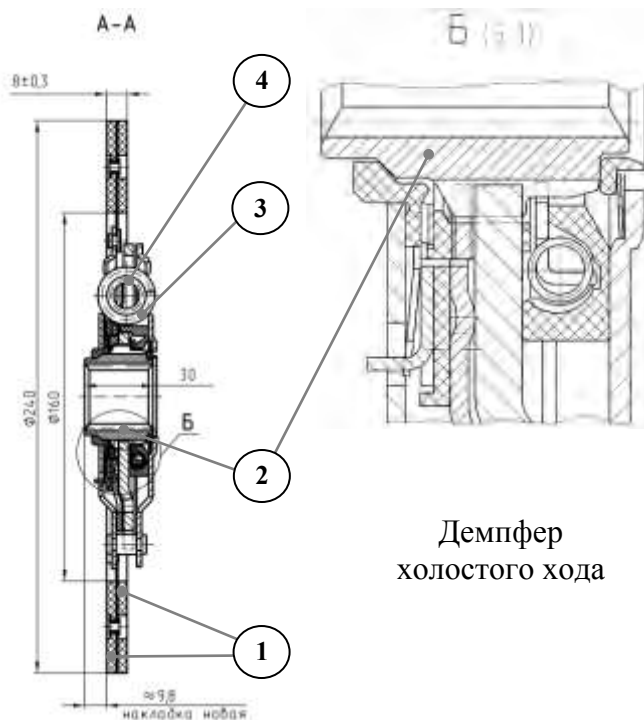
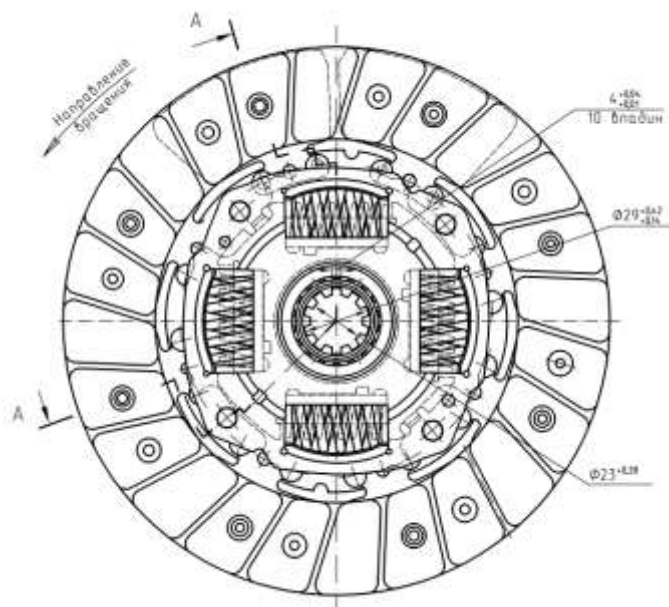
Нажимной диск в сборе подвергнут статической балансировке путем установки во фланец кожуха специальных балансировочных грузиков.

**Ведомый диск** (рис.73) имеет две фрикционные накладки 1, приклепанные независимо одна от другой к пластинчатым пружинам, также снабжен встроенным демпфером холостого хода и двухступенчатым гасителем крутильных колебаний. Демпфер холостого хода снижает стуки и вибрации шестерен коробки передач на холостом ходу. С ростом передаваемого крутящего момента вступает в действие двухступенчатый гаситель крутильных колебаний. Сначала вступают в работу пружины 3 первой ступени демпфирования гасителя крутильных колебаний, далее начинают работать пружины 4 второй ступени.

При значительном износе фрикционных накладок ведомого диска (более 1 мм) усилие, создаваемое диафрагменной нажимной пружиной, уменьшается, что препятствует полной передаче крутящего момента (сцепление «буксует»).

Наружный диаметр фрикционных накладок 240 мм, внутренний – 160 мм, толщина каждой накладки – 3,5 мм. Размерность шлицев ступицы ведомого диска 4×23×29 мм, число шлиц – 10.

**а**

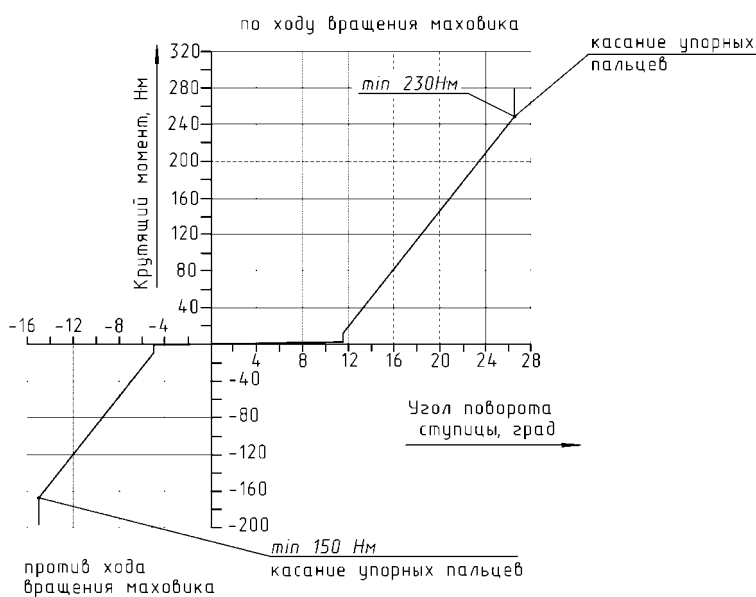


Демпфер холостого хода

1 – фрикционные накладки; 2 – ступица; 3 – пружина первой ступени демпфирования; 4 – пружина второй ступени демпфирования.

**б**

Характеристика демпфера без гистерезиса



Характеристика осевой жесткости ведомого диска

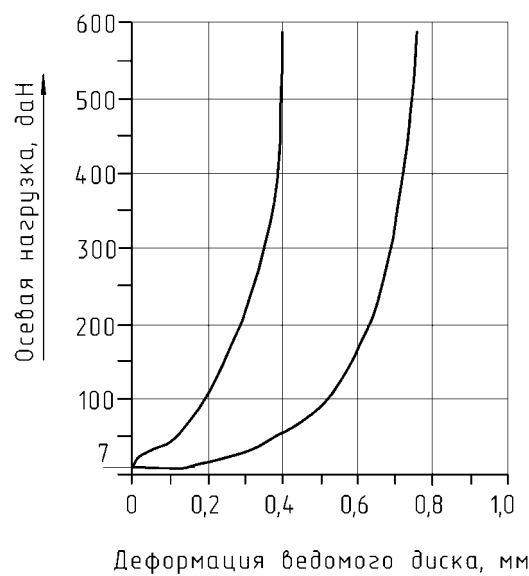


Рис.73. Ведомый диск сцепления:

а) устройство и внешний вид; б) характеристики демпферов.

1 – фрикционные накладки; 2 – ступица; 3 – пружина первой ступени демпфирования; 4 – пружина второй ступени демпфирования.

## 4.1 Эксплуатация и техническое обслуживание сцепления

### **ВНИМАНИЕ!**

**Неправильная эксплуатация сцепления может привести к поломке деталей сцепления: соединительных пластин нажимного диска, к срыву, сильному износу фрикционных накладок, перегреву и короблению ведомого диска, разрушению гасителя крутильных колебаний.**

Долговечность и надежность работы сцепления в большой 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 автомобиля, так и замедленного включения с длительной пробуксовкой.
3. Не держите сцепление выключенным при включенной передаче и работающем двигателе на стоящем автомобиле (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 автомобиля.
5. Не используйте пробуксовку сцепления как способ удержания автомобиля на подъеме.
6. Переключение через одну или две передачи вниз и включение сцепления, когда скорость движения автомобиля выше предельно-допустимой для этой передачи, может привести к поломке ведущего диска сцепления.

В процессе эксплуатации сцепление не требует каких-либо регулировок и специальных видов обслуживания.

## 4.2 Возможные неисправности сцепления и способы их устранения

Таблица 2

Причина неисправности	Способ устранения
<b>Неполное выключение сцепления – сцепление «ведет» (не включаются или включаются с трудом передачи переднего хода; передача заднего хода включается с треском)</b>	
Наличие воздуха в системе гидравлического привода	Прокачать систему гидравлического привода сцепления
Заедание ступицы ведомого диска на шлицах ведущего вала	Устранить заедание на шлицах (зачистить шлицы)
Коробление ведомого диска	Заменить ведомый диск



Причина неисправности	Способ устранения
<b>Неполное включение сцепления – сцепление буксует (ощущается специфический запах, наблюдается замедленный разгон, падение скорости движения, замедленное преодоление подъемов)</b>	
Ослабление диафрагменной пружины	Заменить нажимной диск в сборе
Замасливание фрикционных накладок ведомого диска	Заменить ведомый диск. В случае небольшого замасливания промыть поверхность накладок керосином и зачистить мелкой шкуркой
Чрезмерный износ фрикционных накладок (более 1 мм), рабочих поверхностей маховика и нажимного диска	Заменить ведомый диск. Заменить маховик и нажимной диск или устранить выработку (износы) их рабочих поверхностей механической обработкой
<b>Неплавное включение сцепления</b>	
Износ фрикционных накладок (до заклепок)	Заменить ведомый диск
Заедание ступицы ведомого диска на шлицах первичного вала	Устранить заедание на шлицах
Потеря упругости пластинчатых пружин ведомого диска	Заменить ведомый диск
<b>Вибрация и шумы в трансмиссии при движении</b>	
Поломка или износ деталей демпферного устройства ведомого диска	Заменить ведомый диск

#### **4.3 Проверка технического состояния деталей сцепления**

Нажимной и ведомый диски сцепления в процессе эксплуатации не ремонтируются, а при их непригодности заменяются новыми.

Перед проведением проверки деталей сцепления проверить работу и отрегулировать привод выключения сцепления. При необходимости прокачать гидропривод сцепления, ослабленные крепления подтянуть.

Причиной неудовлетворительной работы сцепления может послужить несоосность шлицевого отверстия ступицы ведомого диска и первичного вала коробки передач, одной из причин которой может быть ослабление креплений коробки передач к блоку цилиндров двигателя.

При наличии на поверхности маховика, контактирующей с фрикционными накладками, износа (выработки) глубиной более 0,3 мм, а также задиров и кольцевых рисок, ее необходимо проточить и шлифовать до образования ровной и чистой плоскости, при этом толщина маховика после обработки должна быть не менее 19 мм.

**Ведомый диск** необходимо заменить, если на поверхности фрикционных накладок имеются следы перегрева, трещины или сильное замасливание, а также если расстояние от поверхности накладок до головок заклепок менее 0,2 мм.

При наличии мелких забоин, заусенцев и ржавчины на шлицах ступицы ведомого диска произвести зачистку данных поверхностей.

Для контроля торцового биения поверхностей фрикционных накладок, диск установить на шлицевой вал на переходной посадке для исключения влияния зазоров в шлицах. Затем вал установить в центрах приспособления (рис.74) и измерить биение у края диска.



Рис.74. Проверка биения рабочей поверхности ведомого диска.

Для контроля неплоскостности (тарельчатости) диск положить на новый маховик и щупом замерить зазор между накладками и маховиком. Контроль производить с обеих сторон диска. Наиболее полно оценить неплоскостность позволяет замер горячего диска, непосредственно после снятия с автомобиля.

Если сумма отклонений торцового биения и неплоскостности превышает величину 0,5 мм, то диск подлежит замене.

**Нажимной диск.** При отсутствии на нажимном диске видимых повреждений: надиров, кольцевых канавок, прижогов и выработки более 0,3 мм на рабочей поверхности нажимного диска, износов концов лепестков диафрагменной пружины более 0,3 мм, наличия деформации соединительных пластин, зазоров между ними и т. д. необходимо проверить расположение концов лепестков диафрагменной пружины, чистоту выключения диска и нажимное усилие диска.

Для этого закрепить нажимной диск на рабочей поверхности нового маховика (поверхность должна быть ровной и неизношенной), поместив между ними три рав-

номерно расположенные шайбы 2 (рис.75) толщиной  $A=8,5$  мм. Диск закрепить к маховику шестью болтами, затягивая болты равномерно в несколько этапов до момента затяжки  $19,6...24,5$  Н·м ( $2,0...2,5$  кгс·м), что необходимо для исключения коробления кожуха и, вследствие этого, повышенного биения лепестков диафрагменной пружины.

Размер от торца маховика до концов лепестков Б должен быть равен  $42,5 \pm 2$  мм. Биение концов лепестков (отклонение от положения в одной плоскости) на диаметре 60 мм не должно превышать 0,65 мм, при необходимости подогнуть лепестки диафрагменной пружины.

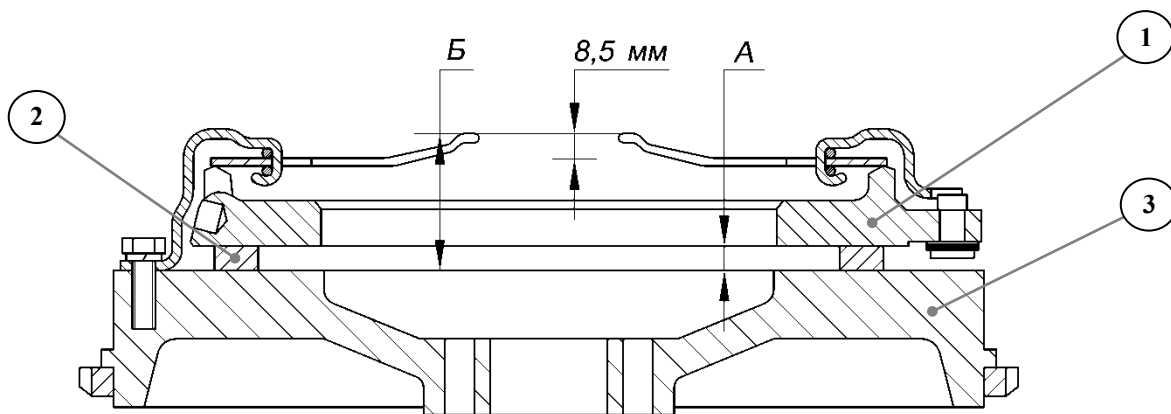


Рис.75. Регулировка концов лепестков и проверка нажимного диска сцепления:  
1 – нажимной диск; 2 – шайба; 3 – маховик

Нажимая на концы лепестков, переместить их на величину 8,5 мм. При этом отход нажимного диска должен быть не менее 1,4 мм, а максимальное усилие нажатия на концы рычагов должно быть не более 2 500 Н.

Убрать шайбы. Нажимая на концы лепестков, переместить нажимной диск до размера от маховика до диска 10 мм, а затем до размера  $A=8$  мм. Освободить нажимную пружину и замерить усилие на нажимном диске при размере до маховика равным величине  $A=8$  мм, которое должно быть не менее 8 500 Н.

## 5 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

На двигателе установлено электрооборудование постоянного тока.

Номинальное напряжение - 12 В. Приборы электрооборудования подсоединены по однопроводной схеме. С "массой" двигателя соединены все клеммы "-" (минус) приборов и агрегатов электрооборудования.

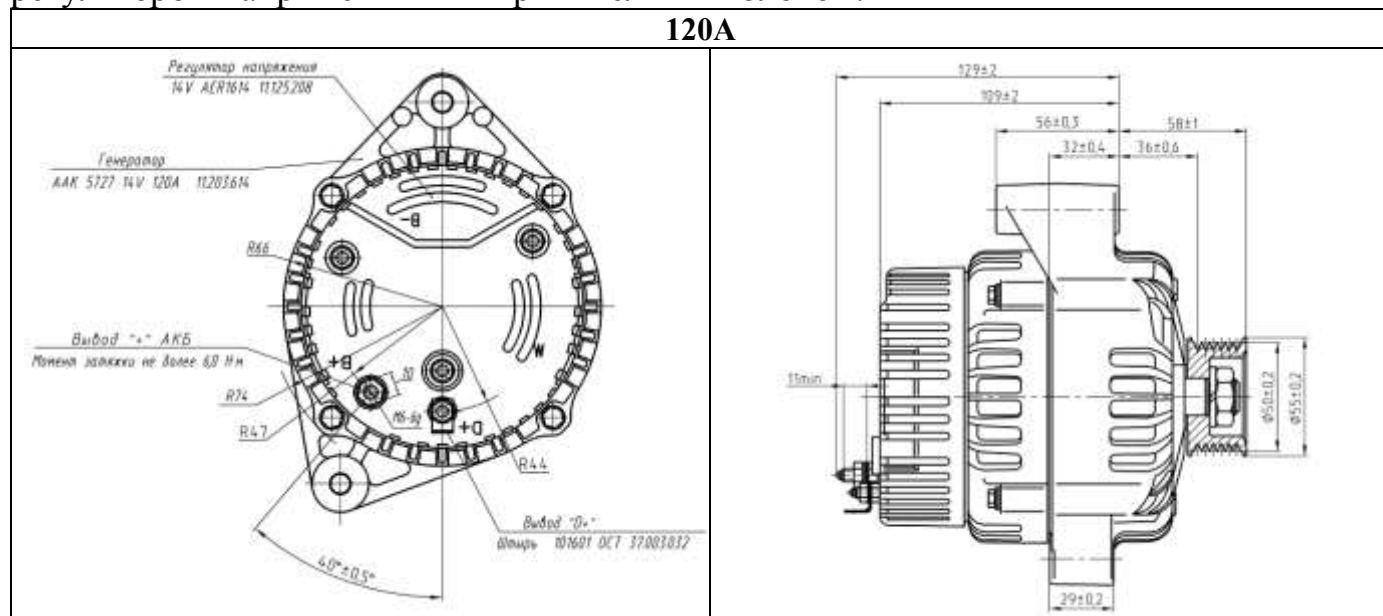
Стартер с редуктором, дистанционным электромагнитным включением.

Генераторы с номинальным напряжением 14 В и максимальной токоотдачей в нагретом состоянии не менее 80А, 90А или 120А с выводами фазы и дополнительных диодов.

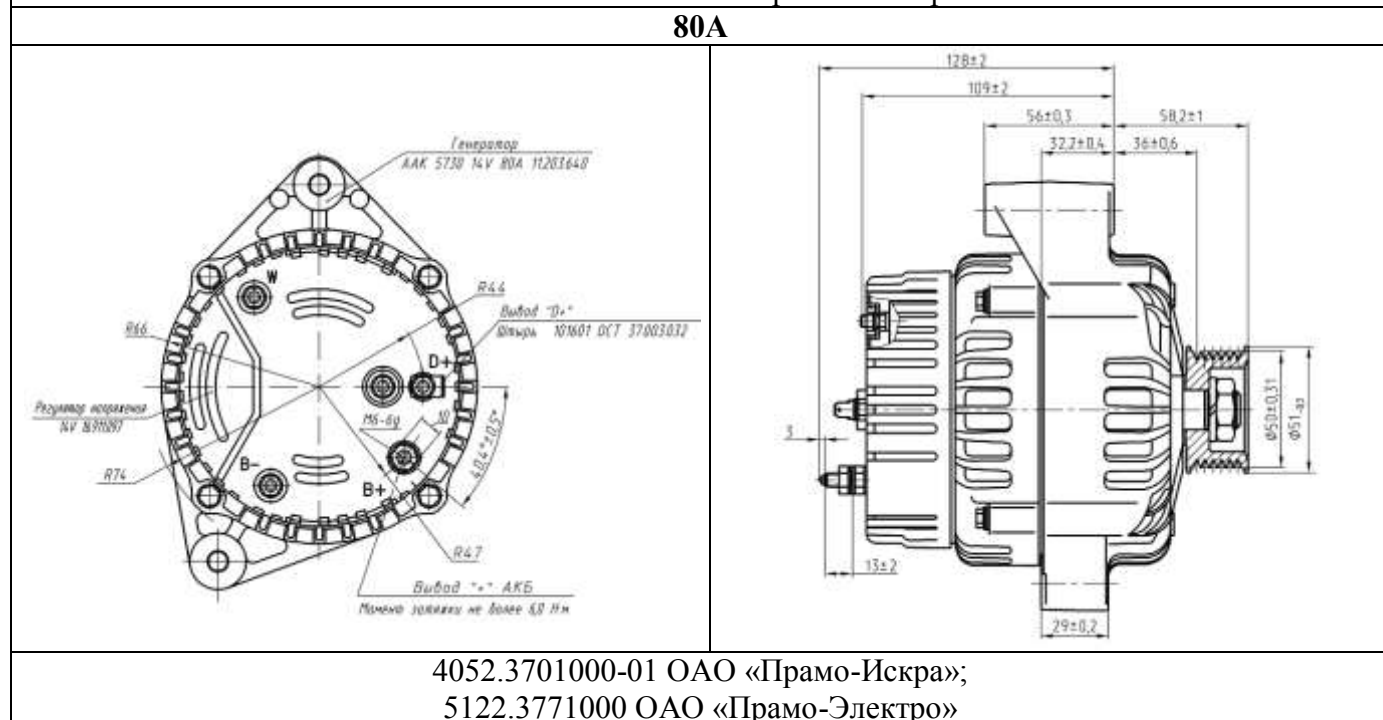
Ремонт электрооборудования производится на специализированных СТО.

### 5.1 Генератор

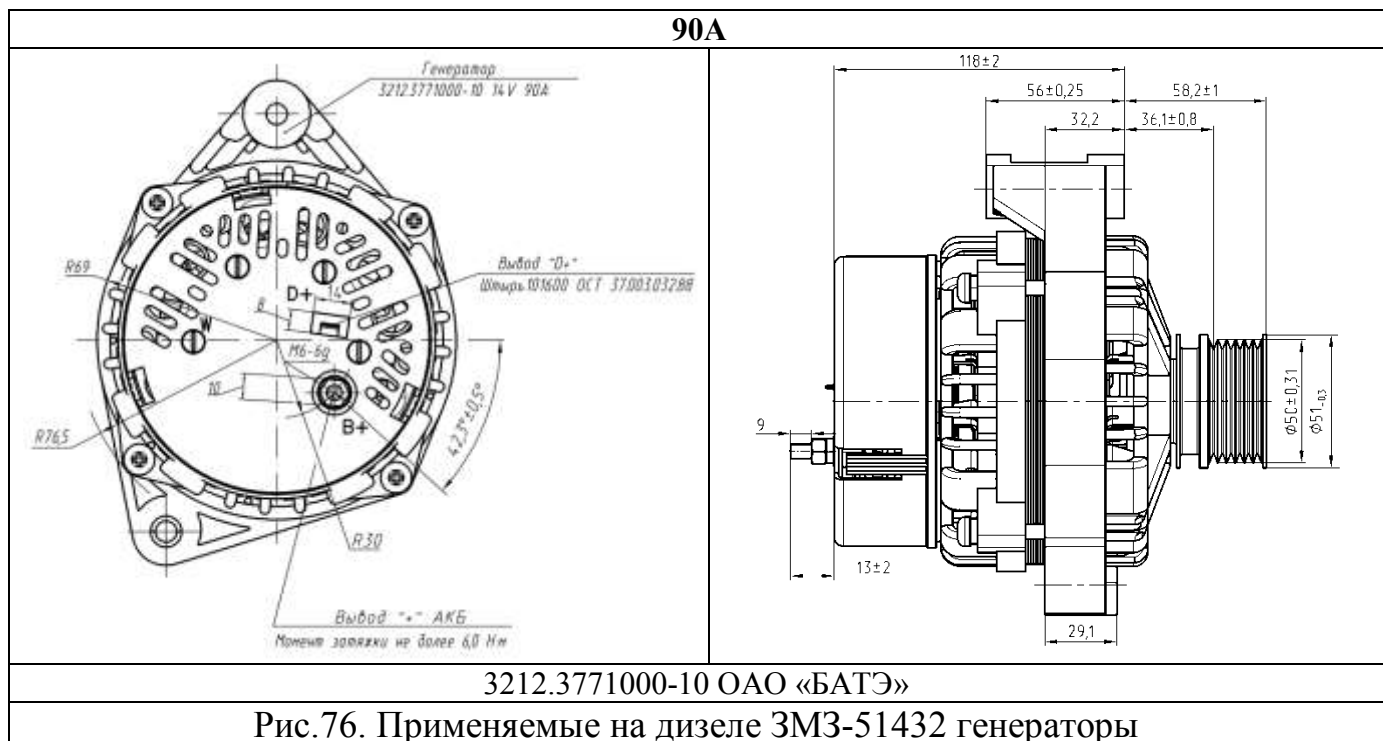
Генератор переменного тока с электромагнитным возбуждением со встроенным регулятором напряжения и выпрямительным блоком.



409.3701000 ф. «Искра»;  
5122.3771000-30 ОАО «Промо-Электро»



4052.3701000-01 ОАО «Промо-Искра»;  
5122.3771000 ОАО «Промо-Электро»



Генератор предназначен для работы в качестве источника электрической энергии параллельно с аккумуляторной батареей в системе электрооборудования автомобиля.

### 5.1.1 Технические данные:

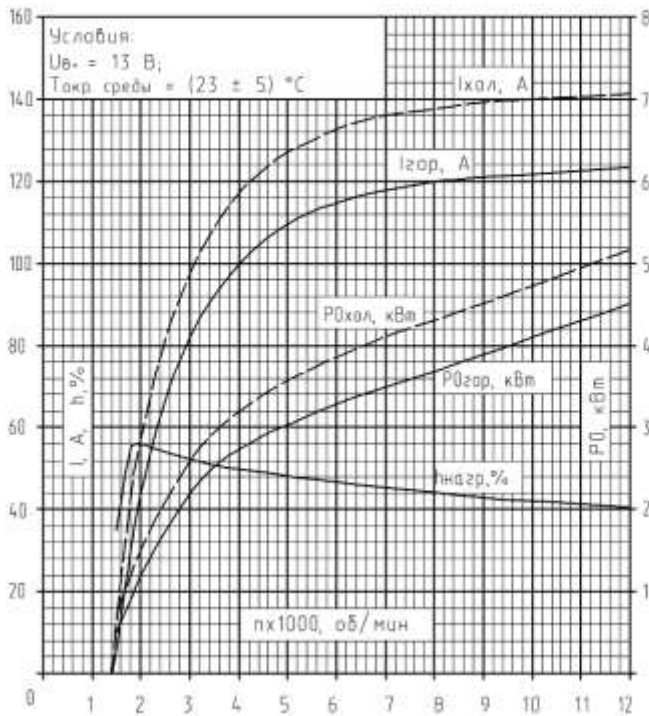
Направление вращения (со стороны шкива) ..... правое  
 Номинальное напряжение, В ..... 14  
 Максимальный ток, А  
 5122.3771000-30 ..... 120  
 5122.3771000 ..... 80  
 3212.3771000-10 ..... 90  
 Ток отдачи, при напряжении 13 В, температуре окружающей среды  $25 \pm 10$  °С при длительном режиме работы и частоте вращения ротора генератора, мин<sup>-1</sup>:

Обозначение генератора	Частота вращения ротора генератора, мин <sup>-1</sup>				
	1 500	1 800	2 000	6 000	8 000
5122.3771000-30	14	32	45	116	120
409.3701000	10	32	44	116	120
5122.3771000	24	40	48	80	82
4052.3701000-01	22	40	48	80	82
3212.3771000-10	27	-	50	90	-

# Токоскоростные характеристики генераторов дизеля ЗМЗ-51432

120А

Характеристики генератора в холодном и горячем состоянии



Характеристика регулятора напряжения

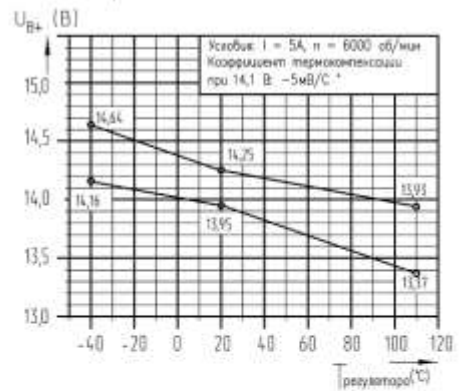
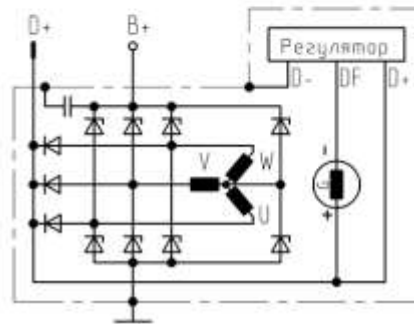
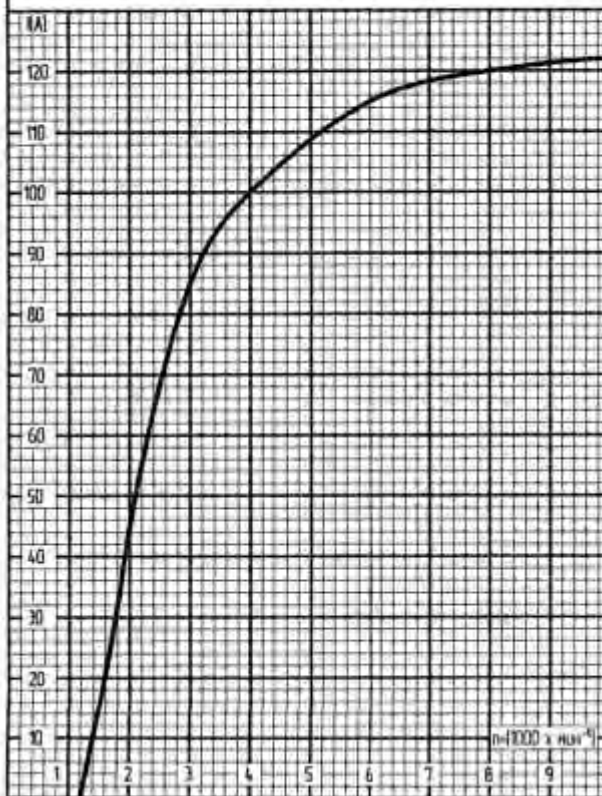


Схема электрическая

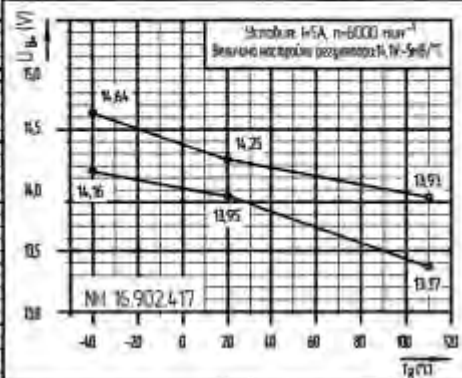


409.3701000

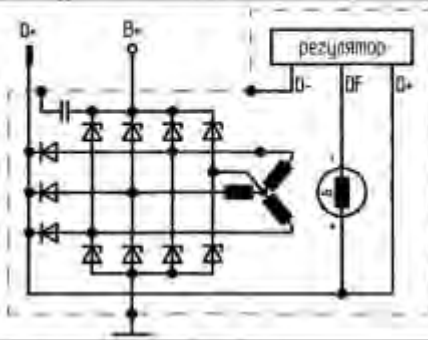
Токоскоростная характеристика в нагретом состоянии



Напряжение настройки регулятора



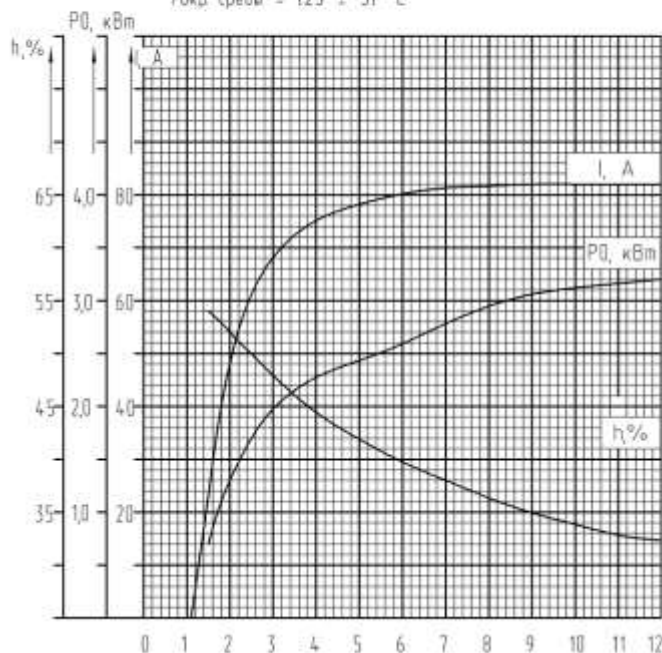
Электрическая схема генератора



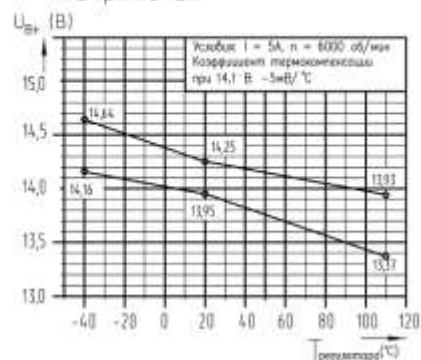
5122.3771000-30

## Характеристики генератора в горячем состоянии

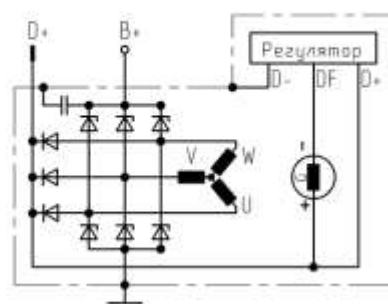
Условия:  
 $U_{в} = 13 \text{ В}$ ,  
 Токр среды =  $123 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$



## Характеристика регулятора напряжения



## Схема электрическая



**4052.3701000-01 и 5122.3771000**

### 5.1.2 Устройство и эксплуатация

Привод генератора осуществляется от шкива коленчатого вала поликлиновым ремнем с передаточным отношением 2,4. Схема привода показана на рисунке 24.

При эксплуатации генератора недопустимо проверять работоспособность генератора замыканием его выводов на «массу» и между собой, а также попадание на генератор электролита, антифриза и т.д.

Необходимо при эксплуатации следить:

- за состоянием электропроводки, особенно за чистотой и надежностью соединений контактов проводов, подходящих к генератору (при плохих контактах бортовое напряжение может выйти за допустимые пределы);
- за правильным натяжением ремня привода агрегатов (слабо натянутый ремень не обеспечивает эффективную работу генератора, а натянутый слишком сильно приводит к разрушению его подшипников).

### 5.1.3 Особенности технического обслуживания

Работоспособность генератора контролируют по сигнализатору неисправности генератора (контроль заряда аккумуляторной батареи) и указателя напряжения, расположенным на комбинации приборов. При нормально работающем генераторе сигнализатор не горит, а стрелка указателя напряжения находится в зеленой зоне шкалы.

В случае неисправности работоспособность генератора проверить на стенде.

При ТО-2 необходимо очистить генератор от грязи, проверить надежность его крепления к двигателю и соединения проводов с выводами генератора.

### 5.1.4 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 3

Причина неисправности	Метод устранения
<b><i>Лампа сигнализатора неисправности горит постоянно или периодически при движении автомобиля</i></b>	
<p>Проскальзывает ремень привода генератора и водяного насоса</p> <p>Неисправен регулятор напряжения</p> <p>Короткое замыкание обмотки возбуждения генератора</p> <p>Обрыв или короткое замыкание диодов выпрямительного блока</p>	<p>Отрегулировать натяжение ремня</p> <p>Заменить регулятор напряжения</p> <p>Заменить ротор на СТО</p> <p>Заменить выпрямительный блок на СТО</p>
<b><i>Лампа сигнализатора неисправности генератора не загорается при включенном зажигании</i></b>	
<p>Неисправен регулятор напряжения</p> <p>Изношены щетки генератора</p> <p>Зависли щетки генератора, окислены контактные кольца</p> <p>Обрыв в обмотке возбуждения генератора</p>	<p>Заменить регулятор напряжения</p> <p>Заменить щетки</p> <p>Очистить от пыли и грязи, протереть кольца тряпкой, смоченной в бензине</p> <p>Заменить ротор на СТО</p>
<b><i>Генератор работает, стрелка указателя напряжения находится в левой красной зоне</i></b>	
<p>Проскальзывает ремень привода генератора и водяного насоса на больших оборотах</p> <p>Ослаблено крепление наконечников проводов на генераторе и аккумуляторной батарее, поврежден провод</p> <p>Неисправна аккумуляторная батарея</p> <p>Неисправен регулятор напряжения</p>	<p>Отрегулировать натяжение ремня</p> <p>Затянуть наконечники или заменить провод</p> <p>Заменить аккумуляторную батарею</p> <p>Заменить регулятор напряжения</p>
<b><i>Генератор работает, стрелка указателя напряжения находится в правой красной зоне</i></b>	
<p>Неисправен регулятор напряжения</p> <p>Повышенный шум генератора</p> <p>Изношены подшипники</p> <p>Ротор задевает за полюса статора</p>	<p>Заменить регулятор напряжения</p> <p>Заменить подшипники на СТО</p> <p>Заменить генератор</p>



## 5.2 Стартер

Стартер постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, со встроенным планетарным редуктором, установлен с правой стороны двигателя. Стартер состоит из электродвигателя постоянного тока, планетарного редуктора, привода с муфтой свободного хода роликового типа, электромагнитного тягового реле.

### 5.2.1 Основные технические характеристики

Номинальное напряжение, В..... 12

Максимальная мощность, кВт..... 1,9/2,0 (ф.«Iskra»/BOSCH)

### 5.2.2 Особенности технического обслуживания

При ТО-2 проверить чистоту и надежность соединений, очистить от грязи, проверить надежность крепления стартера к двигателю.

### 5.2.3 Возможные неисправности и методы их устранения

Таблица 4

Причина неисправности	Метод устранения
<b><i>При включении стартер не работает</i></b>	
Короткое замыкание или обрыв втягивающей обмотки тягового реле, отсутствие электрической цепи между силовыми контактами реле	Заменить тяговое реле
Обрыв или отсутствие контакта в цепи питания «+» или в цепи питания «-»	Восстановить цепь питания
Отсутствует контакт между щетками и коллектором	Протереть коллектор чистой тряпкой, смоченной в бензине, заменить щетки. Проверить подвижность щеток
Не работает дополнительное реле стартера	Заменить реле
Обрыв цепи в стартере	Проверить и устранить дефекты стартера или заменить стартер
<b><i>Коленчатый вал двигателя не проворачивается стартером или вращается медленно</i></b>	
Разряжена аккумуляторная батарея	Зарядить батарею
Замаслен или загрязнен щеточно-коллекторный узел	Протереть коллектор чистой тряпкой, смоченной в бензине
Подгорели контакты тягового реле	Заменить реле
Короткое замыкание в обмотке якоря	Заменить якорь
Плохой контакт двигателя с массой автомобиля или «+» АКБ со стартером	Обеспечить надежный контакт

Причина неисправности	Метод устранения
Неисправен планетарный редуктор	Произвести ремонт стартера в специализированной СТО
Применяемое в двигателе масло не соответствует сезону	Заменить масло
<b><i>После пуска двигателя якорь продолжает вращаться</i></b>	
Приварилась контактная пластина к контактным болтам	Заменить реле
Приварились контакты дополнительного реле стартера 711.3747-02	Заменить реле
Неисправен замок выключателя пуска	Заменить замок выключателя пуска
<b><i>При включении стартера тяговое реле не срабатывает</i></b>	
Разряжена аккумуляторная батарея	Зарядить батарею
Неисправно дополнительное реле стартера 711.3747-02	Заменить реле
Обрыв втягивающей обмотки тягового реле	Заменить реле
Неисправен замок выключателя пуска	Заменить замок выключателя пуска
<b><i>Якорь стартера вращается, но не проворачивает коленчатый вал</i></b>	
Неисправен привод	Заменить привод
<b><i>Шестерня привода не входит в зацепление с венцом маховика при нормальной работе реле</i></b>	
Забиты торцы зубьев маховика	Зачистить торцы зубьев венца маховика или заменить его
Заедание шестерни на валу стартера из-за наличия загрязнений или фрезеровка зубьев венца маховика шестерней привода	Очистить вал и шлицы от грязи и смазать смазкой ЦИАТИМ-221 или ЦИАТИМ-203

### **ВНИМАНИЕ!**

**Запрещается двигать автомобиль стартером. Продолжительность непрерывной работы стартера не должна превышать 15 с. Повторно включать стартер можно не раньше, чем через 1 мин, допустимое число повторных включений не более трех. Если двигатель при этом не пускается, необходимо обнаружить и устранить возникшую неисправность.**

## **6 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЕМ BOSCH EDC16**

**Система управления двигателем включает в себя:**

- электронный блок управления двигателем ЭБУ (модель EDC16C39-6.N1);
- датчики;
- исполнительные механизмы систем двигателя.

**Система управления двигателем включает следующие датчики:**

- ✓ положения коленчатого вала (оборотов двигателя);
- ✓ положения распределительного вала (фазы);
- ✓ положения педали акселератора;
- ✓ массового расхода воздуха с интегрированным датчиком температуры воздуха;
- ✓ температуры охлаждающей жидкости;
- ✓ температуры топлива;
- ✓ высотный датчик;
- ✓ положения педали тормоза;
- ✓ положения педали сцепления;
- ✓ наличия воды в фильтре тонкой очистки топлива (ФТОТ);
- ✓ скорости автомобиля;
- ✓ давления топлива в топливной рампе (аккумуляторе).

**Исполнительными механизмами являются:**

- ✓ топливные форсунки;
- ✓ дроссельная заслонка с электроприводом;
- ✓ электропневматический преобразователь давления системы рециркуляции отработавших газов (модулятор);
- ✓ реле свечей накаливания;
- ✓ реле подогревателя топлива ФТОТ;
- ✓ реле вентиляторов системы охлаждения двигателя (для УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго);
- ✓ реле муфты компрессора кондиционера (если устанавливается);
- ✓ регулятор давления топлива.

## 6.1 Электронный блок управления EDC 16C39-6.H1 (0 281 018 675)

Электронный блок управления двигателем вырабатывает сигналы управления на основе данных, полученных от датчиков системы, контролирующих состояние двигателя, и программного обеспечения, заложенного в его памяти. ЭБУ устанавливается в моторном отсеке у автомобилей УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго (рис.77) или в салоне у автомобилей УАЗ-315148 Хантер.

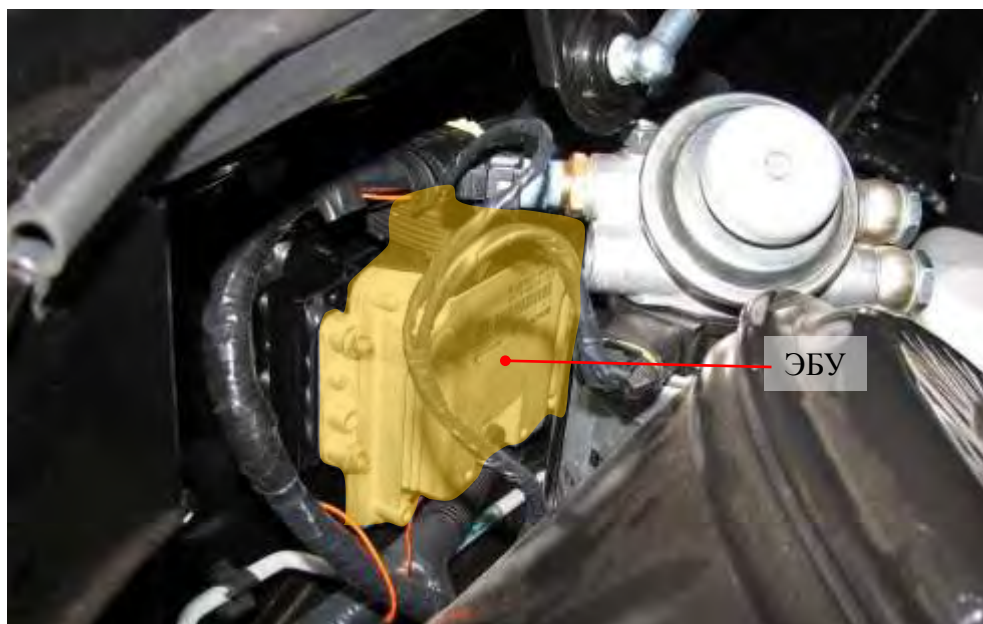


Рис.77. Расположение ЭБУ в моторном отсеке автомобилей УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго.



Рис.78. Внешний вид ЭБУ модели EDC16C39-6.H1:

«А» 60-контактный электрический соединитель – для компонентов на двигателе;  
«К» 94- контактный электрический соединитель – для компонентов на автомобиле.

При установке на автомобиль нового ЭБУ в нем необходимо активизировать программу, соответствующую модели автомобиля (УАЗ-315148 Хантер, УАЗ-31638 Патриот без кондиционера, УАЗ-31638 Патриот с кондиционером).

### **6.1.1 Методика записи признака калибровок**

#### **Назначение**

На все автомобили Евро-4 с дизельным двигателем ЗМЗ-51432.10 (Common-Rail): УАЗ-31638, УАЗ-23608, УАЗ-23638 и УАЗ-315148 устанавливается одно исполнение контроллера EDC16C39-6.H1 31638-3763010 (0 281 006 291 BOSCH).

Версия программного обеспечения контроллера, начиная с «С45281А»/код «1037523313», включает одновременно все три калибровки управления двигателем в зависимости от комплектации автомобиля, которые маркируются признаками:

«0» - U31514E4K300P02– для УАЗ-315148 без иммобилайзера (ИММО);

«1» - U31638E4K311P02– для УАЗ-31638, УАЗ-23608, УАЗ-23638 с ИММО, без кондиционера;

«2» - U31638E4K313P02 – для УАЗ-31638, УАЗ-23608, УАЗ-23638 с ИММО и кондиционером.

Для контроллера, поступающего в запчасти, по умолчанию записан признак «0».

Таким образом, для изменения признака калибровок:

✓ при замене контроллера новым из запасных частей;

✓ при изменении функционального назначения контроллера, например, для диагностики, или для эксплуатации его в составе другой модели автомобиля;

необходимо воспользоваться программным модулем **USB\_D.exe (версии 3.02 и выше)** для персонального компьютера при технической поддержке приборов: адаптера **АПМ-3** или сканера тестера **СТМ-6**.

#### **Методика записи признака калибровок**

1. Снять клемму «Плюс» аккумулятора и подключить контроллер к автомобильному жгуту проводов. Подключить прибор АПМ-3/СТМ-6 к компьютеру и диагностическому соединителю. Подсоединить аккумулятор к бортовой сети.

2. Включить зажигание. Запустить программу USB\_D.exe.

3. Выбрать контроллер «EDC16 (ЗМЗ-5143.10)», для открытия диагностической сессии нажать (левой кнопкой мыши) кнопку «Пуск (F7)» - при горении зеленого индикатора связь с контроллером установлена.

4. Выбрать мышью операцию «Коды/Паспорт»; активировать процедуру «Паспорт», щелкнув мышью на нижнем поле «Паспорт». Сверить признак калибровок (7-я строка сверху).

5. Для замены признака калибровок нажать кнопку «Управление (F9)»; клавишей «Стрелка вниз» выбрать требуемый признак: «0», или «1» или «2» (см. раздел «Назначение»), нажать кнопку «Зп. Вариантов» (запись вариантов), закрыть процедуру.

6. Закрывать диагностическую сессию, для чего нажать кнопку «Пуск (F7)» - при горении красного индикатора связь с контроллером прервана. Выключить зажигание.

7. Отсоединить клемму «Плюс» аккумулятора на 5 секунд.

Примечание. Допускается не отключать клемму «Плюс» аккумулятора, при этом нужно дождаться отключения главного реле системы управления двигателем - пауза более 30 секунд после выключения зажигания до характерного щелчка.

Включить зажигание и выдержать паузу 5 секунд – для инициализации контроллера.

Для открытия диагностической сессии нажать кнопку «Пуск (F7)» - при горении зеленого индикатора связь с контроллером установлена.

8. Выбрать мышью операцию «Коды/Паспорт», активировать процедуру «Паспорт», щелкнув мышью на нижнем поле «Паспорт». Сверить считанный признак калибровок (7-я строка сверху) с требуемым значением.

9. Если перезапись признака калибровок произошла, остановить диагностический обмен и закрыть программу USB\_D.exe. Если остался прежний признак калибровок, то повторить п.п. 3-8.

## 6.1.2 Паспортные данные

### ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ КОНТРОЛЛЕРА EDC16C39-6.H1 ДЛЯ УАЗ/ЕВРО-4 ECU EDC16C39-6.H1 PASSPORT DATA FOR UAZ/EURO-4

Обозначение Designation	Наименование паспортных данных контроллера ECU passport identification	Пример для записи Example of record
МОДЕЛЬ АВТО WIN-CODE	Обозначение модели автомобиля (WIN-код) ** Vehicle Identification Number	XTT236380c0015149 (с – год вып. - 2012)
ЗАВ. № БЛОКА ECU NUMBER	Заводской номер контроллера «BOSCH» Vehicle manufacturer ECU part number	0281006291
ТИП БЛОКА HARDWARE NUMBER	Тип контроллера System supplier Hardware number	EDC16C39
ВЕРСИЯ БЛОКА HARDWARE VERSION	Версия аппаратной части контроллера System supplier Hardware version number	6H1-HW03
ПРОГРАММА ECU PROGRAMM	Версия программы управления System software version	C45281A
НОМЕР ПРОГРАММЫ PROGRAMM NUMBER	Номер программного обеспечения «BOSCH» Software number	1037523313
КАЛИБРОВКИ ECU DATASET ID	Текущая версия калибровок для выбранного варианта автомобиля ** System Supplier ECU dataset ID	U31638E4K311P02
КОД СЕРВИСА SERVICE CODE	Код сервиса, проводившего обслуживание, или идентификатор тестового оборудования ** Repair shop code or tester serial number	UAZ
ДАТА ПРОШИВКИ PROGRAMM DATE	Дата записи программы** Previous Programming date	04-03-12

#### Примечание (Note):

\*\* - информация может быть записана производителем автомобиля (information can be recorded automobile manufacturer);

Текущая версия калибровок для варианта автомобиля (System Supplier ECU dataset ID):

- U31514E4K300P02 – для УАЗ-315148 без ИММО;
- U31638E4K311P02 – для УАЗ-31638/23608/23638 с ИММО, без кондиционера;
- U31638E4K313P02 – для УАЗ-31638/23608/23638 с ИММО и кондиционером.

## 6.1.3 Основные параметры

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНТРОЛЛЕРА EDC16C39-6.H1 BOSCH EURO-4 для УАЗ/ЕВРО-4 с ЗМЗ-51432.10 (COMMON-RAIL)  
ECU EDC16C39-6.H1 MAIN PARAMETERS BOSCH EURO-4 FOR UAZ EURO-4 ZMZ-51432.10 (COMMON RAIL)

№	Обознач. Design.	Полное наименование параметра Parametre full name	Ед. измер. M-unit	Краткое наименование Short name for tester
1	ACC	Состояние реле компрессора кондиционера - 1=включено (included) (AC compressor control output)	0/1	РЕЛЕ КОНДИЦИОНЕР ACC RELAY
2	UPACC	Сигнал датчика давления хладагента в системе кондиционера (Raw value of analog AC pressure)	mB mV	НАПР ДАВЛ КОНДИЦ AC PRESSURE SENS
3	B_BRK2	Состояние дополнительного выключателя педали тормоза (нормально замкнутого - вход «K80») - 0=нажато (pressed) (Brake redundant switch undebounced raw value)	1/0	ВЫКЛ. 2 ТОРМОЗА SWITCH-2 BREAK
4*	KUPPL	Состояние педали сцепления - 0=нажато (pressed) (Raw value of clutch signal)	1/0	ПЕДАЛЬ СЦЕПЛЕНИЯ CLUTCH PEDAL
5	S_T15	Состояние клеммы «15» бортовой сети - 1=включено (included) (Raw value of Terminal «15»)	0/1	КЛЕММА «15» TERMINAL «15»
6	AIR	Замеренный массовый расход воздуха (Sensed air mass flow after switch-on)	кг/ч kg/h	РАСХОД ВОЗДУХА AIR MASS
7	S_GLW	Состояние индикатора свечей накаливания - 1=включено (included) (State of glow indicator)	0/1	ЛАМПА НАКАЛА GLOW LAMP
8	GLOW	Состояние сигнала управления реле свечей накаливания - 1=включено (included) (Glow plug control status in the standard system)	0/1	РЕЛЕ НАКАЛА GLOW RELAY
9	UIPED	Напряжение сигнала датчика 1 положения педали акселератора (Accelerator pedal 1 position raw value)	mB mV	СИГНАЛ 1 ГАЗ-ПЕД VOLTAGE PWG-1
10*	WPED	Положение педали акселератора (Accelerator pedal 1 position unfiltered value)	%	ПОЛОЖ. ГАЗ-ПЕДАЛИ ANGLE PEDAL
11	PATM	Атмосферное давление (датчик в контроллере) (Atmospheric pressure)	кПа kPa	ДАВЛЕНИЕ АТМО ATMO PRESSURE
12*	TMOT	Температура охлаждающей жидкости двигателя (Coolant temperature)	°C	Т° ОХЛ. ЖИДКОСТИ ENG. TEMPERATURE
13	UBSQ	Напряжение бортовой сети автомобиля (Battery voltage)	mB mV	НАПРЯЖ. БОРТСЕТИ BATTERY VOLTAGE
14*	NSOL	Заданная минимальная частота вращения на холостом ходу (Low idle governor setpoint speed)	мин-1 rpm	МИН. ЧАСТОТА XX IDLE MINIMUM
15	VFZG	Текущая скорость автомобиля (Vehicle speed (velocity))	km/h	СКОРОСТЬ АВТОМОБ VEHICLE SPEED
16	RK	Заданное цикловое наполнение топливом (цикл/цилиндр) (Fuel mass set value)	мг/ц mg/cyc	ЦИКЛОВАЯ ПОДАЧА RELATIVE AIR
17	ECULOCK	Запрещение впрыска топлива от иммобилайзера - 1=включено (included) (Shut off requests for immobilizer)	0/1	ЗАПРЕТ ИММО LOCK INJ IMMO
18	B_BRK1	Сигнал главного выключателя педали тормоза (нормально разомкнутого - вход «K17») - 1=нажато (Brake main switch undebounced raw value)	0/1	ВЫКЛ. 1 ТОРМОЗА SWITCH-1 BREAK
19*	BREMS	Состояние педали тормоза - 0=не нажато; 3=нажато (Brake pressed state)	0/3	ПЕДАЛЬ ТОРМОЗА BREAK PEDAL
20	%TRG	Отношение текущего крутящего момента к максимальному (Ratio of current torque to maximum torque)	%	% КРУТ. МОМЕНТА % ENGINE TORQUE
21	S_IMMO	Статус лампы иммобилайзера - 1=включено (included) (Immo Lamp ON/OFF status)	0/1	ЛАМПА ИММО IMMO LAMP
22	S_OBD	Статус лампы OBD - 1=включено (OBD Status message)	0/1	ЛАМПА OBD OBD LAMP
23	S_EDC	Статус лампы неисправности системы EDC - 1=включено (included) (System Lamp Status message)	0/1	ЛАМПА EDC EDC LAMP
24	QEGR	Скважность ШИМ-сигнала управления клапаном рециркуляции (Commanded EGR valve duty cycle)	%	ШИМ-РЕЦИРКУЛЯЦ PWM EGR VALVE
25	B_ACC	Сигнал запроса на включение кондиционера - 1=включено (included) (AC main switch undebounced raw value)	0/1	ЗАПРОС КОНДИЦИОН INCLUSION ACC
26	RL	Цикловое наполнение цилиндров воздухом (цикл/цилиндр) (Airmass per cylinder)	мг/цикл mg/cyc	НАПОЛНЕНИЕ ВОЗД RELATIVE AIR
27	FD_GLOW	Сигнал обратной связи со свечей накаливания - 1=включено (included) (Undebounced raw value of feedback from glow control unit)	0/1	СВЕЧИ НАКАЛА GLOW CANDLES
28*	LTFUEL	Линеаризованное значение температуры топлива (Linearised fuel temperature)	°C	Т° ТОПЛИВА СРЕДН. AVERAGE T° FUEL

**Примечание (Note):**

В реальном времени может быть прочитан только один параметр из списка - активировать правой клавишей «мышь» (In real time can only be read by one parameter from the list - activate the right button of the «mouse»);

Параметры, обозначенные «\*», могут быть прочитаны сканером-тестером (Parameters, marked «\*», can be read by a scanner-tester).

## 6.1.4 Коды неисправностей

КОДЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ КОНТРОЛЛЕРА EDC16C39-6.H1 BOSCH EURO-4 для ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ-51432.10 (COMMON-RAIL)  
MALFUNCTIONS ECU CODES EDC16C39-6.H1 BOSCH EURO-4 FOR ZMZ-51432 (COMMON-RAIL).

Код Code	Наименование неисправности (ошибка) ЭСУД или контроллера The name of malfunction (error) system or the controller	Неисправный объект Faulty object	Вид неисправности Malfunction kind
P0001	Обрыв цепи управления регулятором давления топлива (Fuel Volume Regulator Control Circuit/Open)	РЕГУЛ. ТОПЛИВА FUEL REGULATOR	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P0002	Предельная нагрузка в цепи управления регулятором давления топлива (перегрев драйвера) (Fuel Volume Regulator Control Circuit Range/Performance)	РЕГУЛ. ТОПЛИВА FUEL REGULATOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0003	Короткое замыкание на «Массу» цепи управления регулятором давления топлива (Fuel Volume Regulator Control Circuit Low)	РЕГУЛ. ТОПЛИВА FUEL REGULATOR	КЗ НА МАССУ SHORT GND
P0004	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи управления регулятором давления топлива (Fuel Volume Regulator Control Circuit High)	РЕГУЛ. ТОПЛИВА FUEL REGULATOR	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0016	Нарушение фазы между сигналами датчиков положения распредвала и коленвала (Angle offset between camshaft/crankshaft sensors not plausible)	СИНХРО-ДАТЧИКИ SINHRO-SENSORS	НЕТ СИНХРОНИЗМА NO SINHRONIZM
P0087	Давление топлива в рейле слишком низкое (Fuel Rail/System Pressure – Too Low)	ДАВЛЕНИЕ В РЕЙЛЕ RAIL PRESSURE	НИЖЕ МИНИМУМА TOO LOW
P0088	Давление топлива в рейле слишком высокое (Fuel Rail/System Pressure – Too High)	ДАВЛЕНИЕ В РЕЙЛЕ RAIL PRESSURE	ВЫШЕ МАКСИМУМА TOO HIGT
P0100	Неисправность цепи датчика массового расхода воздуха (Mass Air Flow, Malfunction)	ДАТ. РАСХОДА ВОЗД MASS AIR SENSOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0101	Сигнал датчика массового расхода воздуха вне допустимого диапазона (Mass Air Flow, Signal not plausible)	ДАТ. РАСХОДА ВОЗД MASS AIR SENSOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0102	Низкий уровень сигнала в цепи датчика массового расхода воздуха (Mass Air Flow, Signal Low)	ДАТ. РАСХОДА ВОЗД MASS AIR SENSOR	НИЗК.УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P0103	Высокий уровень сигнала в цепи датчика массового расхода воздуха (Mass Air Flow, Signal High)	ДАТ. РАСХОДА ВОЗД MASS AIR SENSOR	ВЫСОК.УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P0110	Неисправность цепи датчика температуры воздуха на впуске (Intake Air Temperature Sensor, Malfunction)	ДАТЧИК Т°ВОЗДУХА T° AIR SENSOR	НИЗК.УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P0111	Сигнал датчика температуры воздуха вне допустимого диапазона (Intake Air Temperature Sensor, Range)	ДАТЧИК Т°ВОЗДУХА T° ENGINE SENSOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0112	Низкий уровень сигнала в цепи датчика температуры воздуха на впуске (Intake Air Temperature Sensor, Signal Low)	ДАТЧИК Т°ВОЗДУХА T° AIR SENSOR	НИЗК.УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P0113	Высокий уровень сигнала в цепи датчика температуры воздуха на впуске (Intake Air Temperature Sensor, Signal High)	ДАТЧИК Т°ВОЗДУХА T° AIR SENSOR	ВЫСОК.УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P0116	Сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости вне допустимого диапазона (Engine Coolant Temperature Sensor, Range)	ДАТ. Т°ОХЛ.ЖИДК T° ENGINE SENSOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0117	Низкий уровень сигнала в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости (Engine Coolant Temperature Sensor, Signal Low)	ДАТ. Т°ОХЛ.ЖИДК T° ENGINE SENSOR	НИЗК.УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P0118	Высокий уровень сигнала в цепи датчика температуры охлаждающей жидкости (Engine Coolant Temperature Sensor, Signal High)	ДАТ. Т°ОХЛ.ЖИДК T° ENGINE SENSOR	ВЫСОК.УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P0181	Сигнал датчика температуры топлива вне допустимого диапазона (Oil Temperature Sensor, Signal Low)	ДАТ. Т° ТОПЛИВА OIL TEMPERATURE	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0182	Низкий уровень сигнала в цепи датчика температуры топлива (Oil Temperature Sensor, Signal Low)	ДАТ. Т° ТОПЛИВА OIL TEMPERATURE	НИЗК.УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P0183	Высокий уровень сигнала в цепи датчика температуры топлива (Oil Temperature Sensor, Signal High)	ДАТ. Т° ТОПЛИВА OIL TEMPERATURE	ВЫСОК.УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P0191	Сигнал датчика давления топлива (в рейле) вне допустимого диапазона (Fuel Rail Pressure Sensor "A" Circuit Range/Performance)	ДАВЛЕНИЕ В РЕЙЛЕ RAIL PRESSURE	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0192	Низкий уровень сигнала в цепи датчика давления топлива (в рейле) (Fuel Rail Pressure Sensor "A" Circuit Low)	ДАВЛЕНИЕ В РЕЙЛЕ RAIL PRESSURE	НИЗК.УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P0193	Высокий уровень сигнала в цепи датчика давления топлива (в рейле) (Fuel Rail Pressure Sensor "A" Circuit High)	ДАВЛЕНИЕ В РЕЙЛЕ RAIL PRESSURE	ВЫСОК.УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P0201	Неисправность (обрыв) цепи управления форсункой 1 (Injector Circuit Malfunction, Cylinder 1)	ФОРСУНКА 1 INJECTOR 1	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P0202	Неисправность (обрыв) цепи управления форсункой 2 (Injector Circuit Malfunction, Cylinder 2)	ФОРСУНКА 2 INJECTOR 2	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P0203	Неисправность (обрыв) цепи управления форсункой 3 (Injector Circuit Malfunction, Cylinder 3)	ФОРСУНКА 3 INJECTOR 3	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P0204	Неисправность (обрыв) цепи управления форсункой 4 (Injector Circuit Malfunction, Cylinder 4)	ФОРСУНКА 4 INJECTOR 4	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTIONS
P0261	Обрыв или короткое замыкание на «Массу» цепи управления форсункой 1 (Injector Cylinder 1, Circuit Low)	ФОРСУНКА 1 INJECTOR 1	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P0262	Короткое замыкание на бортовую сеть цепи форсунки 1 (Injector Cylinder 1, Circuit High)	ФОРСУНКА 1 INJECTOR 1	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0264	Обрыв или короткое замыкание на «Массу» цепи управления форсункой 2 (Injector Cylinder 2, Circuit Low)	ФОРСУНКА 2 INJECTOR 2	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND



Код Code	Наименование неисправности (ошибки) ЭСУД или контроллера The name of malfunction (error) system or the controller	Неисправный объект Faulty object	Вид неисправности Malfunction kind
P0265	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи форсунки 2 (Injector Cylinder 2, Circuit High)	ФОРСУНКА 2 INJECTOR 2	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0267	Обрыв или короткое замыкание на «Массу» цепи управления форсункой 3 (Injector Cylinder 3, Circuit Low)	ФОРСУНКА 3 INJECTOR 3	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P0268	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи форсунки 3 (Injector Cylinder 3, Circuit High)	ФОРСУНКА 3 INJECTOR 3	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0270	Обрыв или короткое замыкание на «Массу» цепи управления форсункой 4 (Injector Cylinder 4, Circuit Low)	ФОРСУНКА 4 INJECTOR 4	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P0271	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи форсунки 4 (Injector Cylinder 4, Circuit High)	ФОРСУНКА 4 INJECTOR 4	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0335	Неисправность цепи (нет сигнала) датчика положения коленчатого вала (Camshaft Position Sensor, Malfunction or Signal No)	ДАТЧИК КОЛЕНВАЛА CRANKSHAFT SENS	НЕТ СИГНАЛА NO SIGNAL
P0336	Нет синхронизации сигналов датчиков положения коленвала и распредвала (Camshaft Position Sensor, Signal Synchronization No)	ДАТЧИК КОЛЕНВАЛА CRANKSHAFT SENS	НЕТ СИХРОНИЗМА NO SINHRONIZM
P0340	Неисправность цепи (нет сигнала) датчика положения распределительного вала (Camshaft Position Sensor, Malfunction or Signal No)	ДАТЧИК ФАЗЫ CAMSHAFT SENSOR	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTION
P0341	Сигнал датчика положения распределительного вала вне диапазона (Camshaft Position Sensor, Signal Synchronization No)	ДАТЧИК ФАЗЫ CAMSHAFT SENSOR	НЕТ СИХРОНИЗМА NO SINHRONIZM
P0380	Неисправность цепи управления или нагрева свечей накалывания (Glow Plug/Heater Circuit)	СВЕЧИ НАКАЛА GLOW CANDLE	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTION
P0381	Неисправность цепи управления индикатором состояния свечей накалывания (Glow Plug/Heater Indicator Circuit)	ЛАМПА НАКАЛА GLOW LAMP	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTIONS
P0401	Недостаточный поток воздуха через клапан рециркуляции отработавших газов (Exhaust Gas Recirculation Flow Insufficient Detected)	КЛАПАН РЕЦИРКУЛ EGR VALVE	МАЛО ВОЗДУХА FLOW LOW
P0402	Избыточный поток воздуха через клапан рециркуляции отработавших газов (Exhaust Gas Recirculation Flow Excessive Detected)	КЛАПАН РЕЦИРКУЛ EGR VALVE	МНОГО ВОЗДУХА FLOW HIGT
P0480*	Неисправность цепи управления реле электровентилятора № 1 (Cooling Fan 1 Control Circuit, Malfunction)	ВЕНТИЛЯТОР ОХЛ.1 ELECTRIC FAN 1	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTION
P0481*	Неисправность цепи управления реле электровентилятора № 2 (Cooling Fan 2 Control Circuit, Malfunction)	ВЕНТИЛЯТОР ОХЛ.2 ELECTRIC FAN 2	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTION
P0487	Обрыв цепи управления клапаном рециркуляции отработавших газов (Exhaust Gas Recirculation Throttle Control Circuit /Open)	КЛАПАН РЕЦИРКУЛ EGR VALVE	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P0488	Клапан рециркуляции отработавших газов вне диапазона регулирования (Exhaust Gas Recirculation Throttle Control Circuit/Range/Performance)	КЛАПАН РЕЦИРКУЛ EGR VALVE	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0500	Отсутствует сигнал датчика скорости автомобиля (VSS Sensor, Malfunction)	ДАТЧИК СКОРОСТИ CAR SPEED SENSOR	НЕТ СИГНАЛА NO SIGNAL
P0501	Сигнал датчика скорости вне диапазона (Vehicle Speed Sensor Range/Performance)	ДАТЧИК СКОРОСТИ CAR SPEED SENSOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0502	Скорость автомобиля занижена (слишком мала) (VSS Sensor, Malfunction, Too Low)	СКОРОСТЬ АВТО CAR SPEED	НИЖЕ МИНИМУМА TOO LOW
P0503	Скорость автомобиля завышена (слишком велика) (VSS Sensor, Malfunction, Too High)	СКОРОСТЬ АВТО CAR SPEED	ВЫШЕ МАКСИМУМА TOO HIGT
P0504	Несовпадение сигналов выключателей педали тормоза (Break switch signal not plausible)	ВЫКЛ. ТОРМОЗА BRAKE SWITCHES	НЕСООТВЕТСТВИЕ DISCREPANCY
P0560	Напряжение бортовой сети вне рабочего диапазона (System Voltage Malfunction)	НАПРЯЖ.БОРТСЕТИ VOLTAGE ONBOARD	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P0562	Пониженное напряжение бортовой сети (System Voltage Low)	НАПРЯЖ.БОРТСЕТИ VOLTAGE ONBOARD	НИЗКИЙ УРОВЕНЬ LOW LEVEL
P0563	Повышенное напряжение бортовой сети (System Voltage High)	НАПРЯЖ.БОРТСЕТИ VOLTAGE ONBOARD	ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ HIGH LEVEL
P0605	Неисправность флэш-ПЗУ контроллера - ошибка контрольной суммы (Internal Check FLASH Memory, Check Sum Error)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	ОШИБКА ПЗУ ERROR FLASH
P0606	Внутренняя неисправность контроллера (ECU-Controller Error)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P0607	Внутренняя неисправность контроллера - неисправность модуля самоконтроля производительности процессора (Control Module Performance)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P060A	Внутренняя неисправность контроллера - неисправность внутреннего модуля самоконтроля процессора (Internal Control Module Monitoring Processor Performance)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P060B	Внутренняя неисправность контроллера - АЦП контроллера неисправен (Internal Control Module A/D Processing Performance)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P0610	Несовместимость паспортных данных об автомобиле при записи их в EEPROM (Control Module Vehicle Options Error)	ПАСПОРТ PASSPORT	ОШИБКА ЗАПИСИ WRITE ERROR
P061A	Внутренняя неисправность контроллера - недостоверный крутящий момент двигателя (Internal Control Module Torque Performance)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION

Код Code	Наименование неисправности (ошибки) ЭСУД или контроллера The name of malfunction (error) system or the controller	Неисправный объект Faulty object	Вид неисправности Malfunction kind
P061B	Внутренняя неисправность контроллера - недоверенный расчетный крутящий момент двигателя (Internal Control Module Torque Calculation Performance)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P061C	Внутренняя неисправность контроллера - недоверенная частота вращения двигателя (Internal Control Module Engine RPM Performance)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P062B	Внутренняя неисправность драйвера контроллера по управлению топливopачею (Internal Control Module Fuel Injector Control Performance)	ДРАЙВЕР ТОПЛИВА INJECTOR DRIVER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P062F	Неисправность энергонезависимой памяти данных EEPROM контроллера (Internal Control Module EEPROM Error)	EEPROM-ПАМЯТЬ EEPROM ECU	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P0642	Низкий уровень электропитания датчика № 1 положения педали ускорения (Accelerator Pedal Sensor1, Supply Voltage Low)	ДАТ. 1 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 1	НИЗКОЕ ПИТАНИЕ PWR-SUPPLY LOW
P0643	Высокий уровень электропитания датчика № 1 положения педали ускорения (Accelerator Pedal Sensor1, Supply Voltage High)	ДАТ. 1 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 1	ВЫСОКОЕ ПИТАНИЕ PWR-SUPPLY HIGH
P0645*	Неисправность цепи управления реле муфты компрессора кондиционера (A/C Clutch Relay Control Circuit)	КОНДИЦИОНЕР CONDITION RELAY	НЕИСПРАВН. ЦЕПИ MALFUNCTION
P0646*	Обрыв или КЗ на «Массу» цепи реле муфты компрессора кондиционера A/C Clutch Relay Control Circuit Low	КОНДИЦИОНЕР CONDITION RELAY	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P0647*	КЗ на «Бортсеть» цепи реле муфты компрессора кондиционера A/C Clutch Relay Control Circuit High	КОНДИЦИОНЕР CONDITION RELAY	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0648*	Неисправность цепи управления индикатором иммобилайзера (Immobilizer Lamp Control Circuit)	ИНДИКАТОР ИММО IMMO INDICATOR	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P0650	Неисправность цепи индикатора OBD-диагностики систем двигателя - MIP (Malfunction Indicator Lamp (MIL) Control Circuit)	ИНДИКАТОР MIP MIL INDICATOR	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P0652	Низкий уровень электропитания датчика № 2 положения педали ускорения (Accelerator Pedal Sensor1, Supply Voltage Low)	ДАТ. 2 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 2	НИЗКОЕ ПИТАНИЕ PWR-SUPPLY LOW
P0653	Высокий уровень электропитания датчика № 2 положения педали ускорения (Accelerator Pedal Sensor1, Supply Voltage High)	ДАТ. 2 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 2	ВЫСОКОЕ ПИТАНИЕ PWR-SUPPLY HIGH
P0670	Обрыв цепи управления реле свечами накаливания Glow Plug Control Module Control Circuit/Open	РЕЛЕ НАКАЛА GLOW RELAY	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P068A	Главное реле отключается слишком рано после остановки двигателя (Power Relay De-Energized Performance, Too Early)	ГЛАВНОЕ РЕЛЕ POWER RELAY	ОТКЛЮЧЕНО РАНО OFF EARLY
P068B	Главное реле не отключается после остановки двигателя или отключается поздно (Power Relay De-Energized Performance, Too Late)	ГЛАВНОЕ РЕЛЕ POWER RELAY	НЕ ОТКЛЮЧЕНО NOT DISABLED
P0691*	Обрыв или КЗ на «Массу» цепи управления реле электровентилятора № 1 (Fan 1 Control Circuit Low)	ВЕНТИЛЯТОР ОХЛ1 ELECTRIC FAN 1	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P0692*	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи управления реле электровентилятора № 1 (Fan 1 Control Circuit High)	ВЕНТИЛЯТОР ОХЛ1 ELECTRIC FAN 2	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0693*	Обрыв или КЗ на «Массу» цепи управления реле электровентилятора № 2 (Fan 2 Control Circuit Low)	ВЕНТИЛЯТОР ОХЛ2 ELECTRIC FAN 1	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P0694*	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи управления реле электровентилятора № 2 (Fan 2 Control Circuit High)	ВЕНТИЛЯТОР ОХЛ2 ELECTRIC FAN 2	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P06A1	Обрыв или КЗ на «Массу» цепи управления реле компрессора кондиционера (A/C Compressor Control Circuit Low)	КОНДИЦИОНЕР CONDITION RELAY	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P06A2	Короткое замыкание на «Бортсеть» цепи управления реле компрессора кондиционера (A/C Compressor Control Circuit High)	КОНДИЦИОНЕР CONDITION RELAY	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P0704	Неисправность цепи выключателя педали сцепления (Clutch Switch Input Circuit)	ВЫКЛ. СЦЕПЛЕНИЯ CLUTCH SWITCH	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P1570*	Нет ответа от иммобилайзера или неисправность линии связи (Immobiliser: no or faulty connection with immobilizer)	ИММОБИЛАЙЗЕР IMMOBILIZER	ОШИБКА СВЯЗИ MALFUNCTION LINE
P1571*	Использован незарегистрированный электронный ключ (Immobiliser no or not learned transponder)	ИММОБИЛАЙЗЕР IMMOBILIZER	НЕЗАРЕГИСТР.КЛЮЧ NOT REGISTER-KEY
P1572*	Обрыв цепи или неисправность приемопередающей антенны иммобилайзера (Immobiliser fault, antenna error)	ИММОБИЛАЙЗЕР IMMOBILIZER	ОБРЫВ АНТЕННЫ AERIAL NOT CONTACT
P1573*	Внутренняя неисправность блока иммобилайзера (Immobiliser: internal error of immobiliser)	ИММОБИЛАЙЗЕР IMMOBILIZER	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P1574*	Функция иммобилайзера в контроллере не активирована – контроллер в необученном состоянии (EMS:unallowed attempt of immobiliser unlock, when EMSEMS:unallowed attempt of immobiliser unlock when EMS)	КОНТРОЛЛЕР CONTROLLER	НЕ ОБУЧЕН NOT TRAINED
P1575*	Иммобилайзер заблокирован контроллером (Immobiliser is disabled (only possible during development phase))	ИММОБИЛАЙЗЕР IMMOBILIZER	ЗАБЛОКИРОВАН BLOCKED
P1576*	Транспондер иммобилайзера испорчен или не запрограммирован (immobiliser wrong transponder state or wrong programming)	ТРАНСПОНДЕР TRANSPONDER	НЕ ОБУЧЕН NOT TRAINED
P1600	Неисправность цепи индикатора диагностики систем двигателя - EDC (Malfunction Indicator Lamp Control Circuit - System Lamp)	ИНДИКАТОР EDC EDC INDICATOR	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION

Код Code	Наименование неисправности (ошибки) ЭСУД или контроллера The name of malfunction (error) system or the controller	Неисправный объект Faulty object	Вид неисправности Malfunction kind
P2100	Обрыв цепи управления приводом электрического дросселя (Throttle Actuator Control Motor Circuit/Open)	МОТОР ДРОССЕЛЯ THROTTLE MOTOR	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P2101	Положение привода электрического дросселя вне рабочего диапазона (Throttle Actuator Control Motor Circuit Range/Performance)	МОТОР ДРОССЕЛЯ THROTTLE MOTOR	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P2102	Короткое замыкание на «массу» цепи управления приводом дросселя (Throttle Actuator Control Motor Circuit Low)	МОТОР ДРОССЕЛЯ THROTTLE MOTOR	КЗ НА МАССУ SHORT GND
P2103	Короткое замыкание на бортовую сеть цепи управления приводом дросселя (Throttle Actuator Control Motor Circuit High)	МОТОР ДРОССЕЛЯ THROTTLE MOTOR	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P2122	Низкий уровень сигнала в цепи датчика № 1 положения педали ускорения (Accelerator pedal sensor1, signal low)	ДАТ. 1 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 1	НИЗК УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P2123	Высокий уровень сигнала в цепи датчика № 1 положения педали ускорения (Accelerator pedal sensor1, signal high)	ДАТ. 1 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 1	ВЫСОК УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P2127	Низкий уровень сигнала в цепи датчика № 2 положения педали ускорения (Accelerator pedal sensor2, signal low)	ДАТ. 2 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 2	НИЗК УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P2128	Высокий уровень сигнала в цепи датчика № 2 положения педали ускорения (Accelerator pedal sensor2, signal high)	ДАТ. 2 ГАЗ-ПЕДАЛИ PEDAL SENSOR 1	ВЫСОК УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P2138	Несоответствие показаний датчиков № 1 и 2 положения педали ускорения (Accelerator pedal sensor1/2, signal not plausible)	ДАТ. 1/2 ГАЗ-ПЕД. THROT-SENSOR-1/2	НЕСООТВЕТСТВИЕ DISCREPANCY
P2141	Короткое замыкание на «массу» цепи управления клапаном рециркуляции ОГ (Exhaust Gas Recirculation Throttle Control Circuit «A» Low)	КЛАПАН РЕЦИРКУЛ EGR VALVE	ОБРЫВ/КЗ МАССА DISCON/SHORT GND
P2142	Короткое замыкание на бортовую сеть цепи клапана рециркуляции ОГ (Exhaust Gas Recirculation Throttle Control Circuit «A» High)	КЛАПАН РЕЦИРКУЛ EGR VALVE	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
P2146	Обрыв цепи электропитания форсунок (Fuel Injector Group "A" Supply Voltage Circuit/Open)	ЭЛ.ПИТАНИЕ ФОРС. PWR-SUPPLY INJ	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P2227	Сигнал датчика атмосферного давления (в контроллере) вне диапазона (Barometric Pressure Circuit Range/Performance)	БАРОМЕТР BARO PRESSURE	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P2228	Низкий уровень сигнала в цепи датчика атмосферного давления (в контроллере) (Barometric Pressure Circuit Low)	БАРОМЕТР BARO PRESSURE	НИЗК УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P2229	Высокий уровень сигнала в цепи датчика атмосферного давления (в контроллере) (Barometric Pressure Circuit High)	БАРОМЕТР BARO PRESSURE	ВЫСОК УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P2264	Неисправность цепи или датчика наличия воды в топливе (Water in Fuel Sensor Circuit)	ДАТЧИК ВОДЫ WATER SENSOR	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P2269	Недоверное (вне диапазона/выше максимума) количество воды в топливе (Water in Fuel Condition)	ВОДА В ТОПЛИВЕ WATER IN FUEL	ВНЕ ДИАПАЗОНА OUT OF RANGE
P2299	Несоответствие сигналов датчиков педали тормоза и педали акселератора (Brake Pedal Position/Accelerator Pedal Position Incompatible)	ТОРМОЗ-ГАЗ BRAKE-ACCELERAT	НЕСООТВЕТСТВИЕ MISMATCH
P2517*	Низкий уровень сигнала в цепи датчика давления хладагента кондиционера (AC-System pressure sensor, Signal to low)	ДАТ. ХЛАДАГЕНТА AC-SYSTEM PRESSURE	НИЗК УР.СИГНАЛА SIGNAL LOW
P2518*	Высокий уровень сигнала в цепи датчика давления хладагента кондиционера (AC-System pressure sensor, Signal to high)	ДАТ. ХЛАДАГЕНТА AC-SYSTEM PRESSURE	ВЫСОК УР.СИГНАЛА SIGNAL HIGH
P2530	Неисправность цепи выключателя зажигания в рабочем положении Ignition Switch Run Position Circuit	ЗАЖИГАНИЕ IGNITION SWITCH	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION
P2687	Обрыв цепи управления реле нагревателя топлива (Fuel Supply Heater Control Circuit/Open)	РЕЛЕ НАГРЕВА HEATER RELAY	ОБРЫВ ЦЕПИ DISCONNECTION
P2688	Короткое замыкание на «Массу» цепи управления реле нагревателя топлива (Fuel Supply Heater Control Circuit Low)	РЕЛЕ НАГРЕВА HEATER RELAY	КЗ НА МАССУ SHORT GND
P2689	Короткое замыкание на «Бортовую сеть» цепи управления реле нагревателя топлива (Fuel Supply Heater Control Circuit High)	РЕЛЕ НАГРЕВА HEATER RELAY	КЗ НА БОРТСЕТЬ SHORT PWR-SUPPLY
U0155	Неисправность цепи информационного обмена с комбинацией приборов (цепь управления тахометром неисправна) (Lost Communication With Instrument Panel Cluster (IPC) Control Module)	ПАНЕЛЬ ПРИБОРОВ INSTRUMENT PANEL	НЕИСПРАВНОСТЬ MALFUNCTION

**Примечание (Note):**

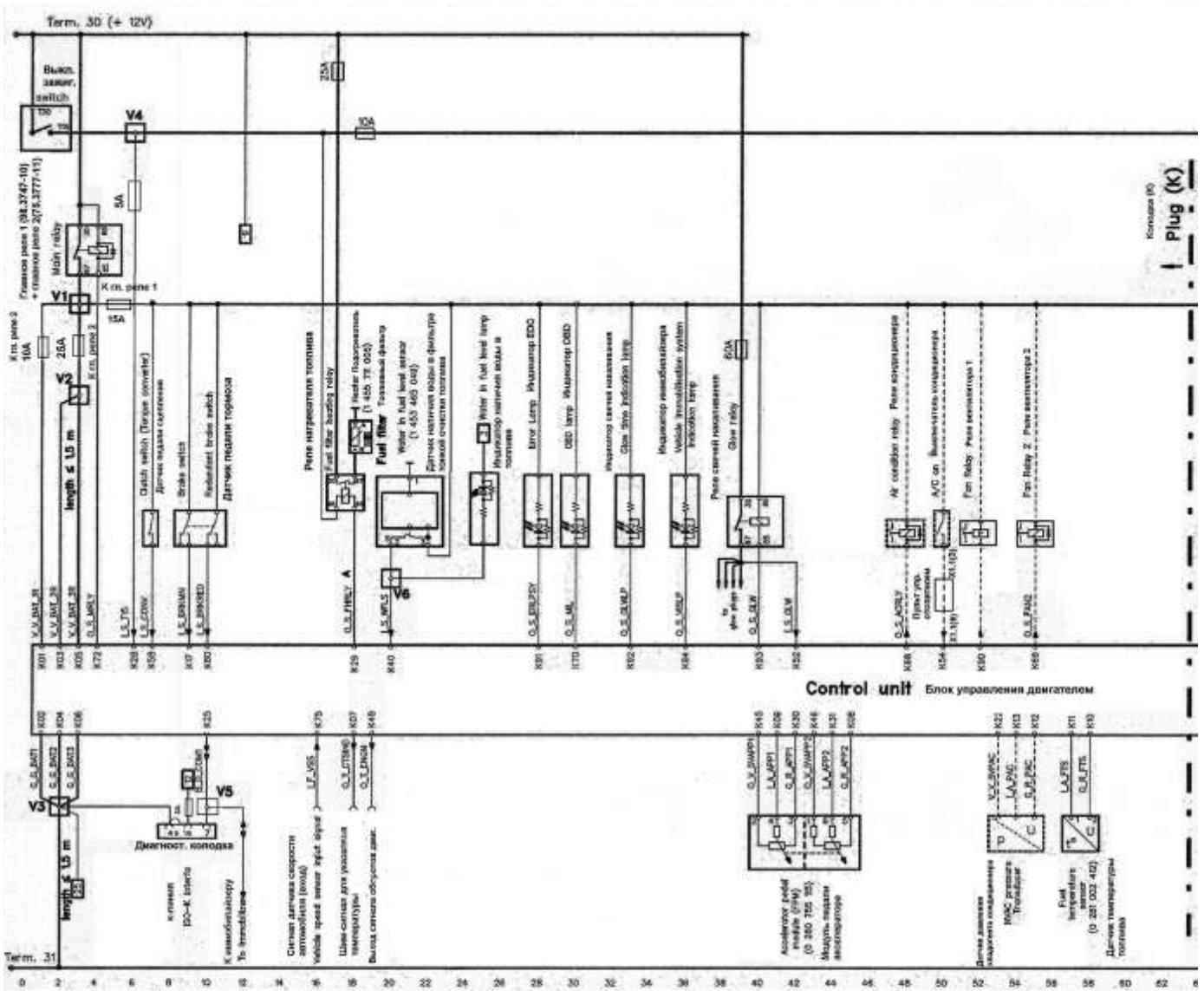
XX - холостой ход (Idle);

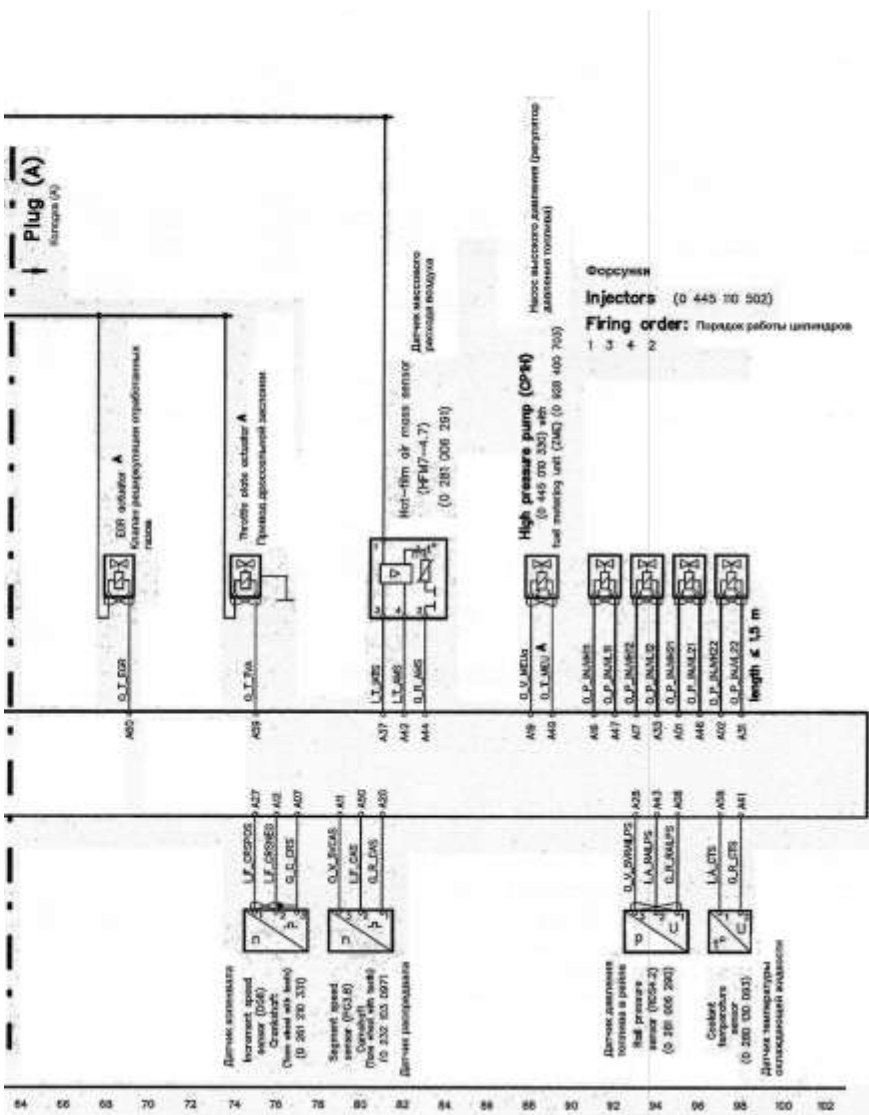
Столбцы 3 и 4 (Columns 3 and 4) - краткое наименование для сканера-тестера (the short name for the scanner-tester);

«\*» - для комплектации автомобилей УАЗ-31638 и УАЗ-23608/638 (for cars UAZ-31638, UAZ-23608/638).

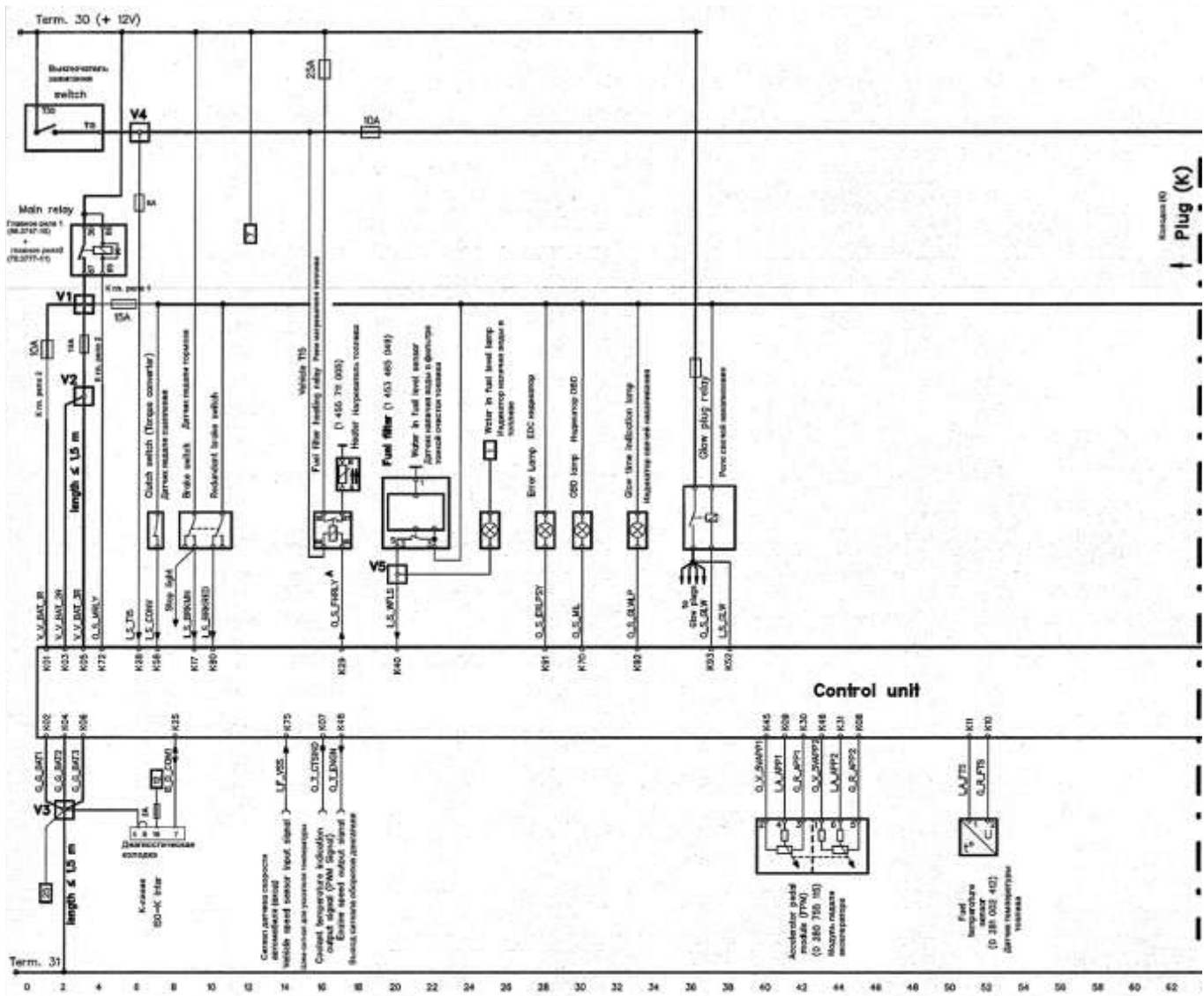
## 6.1.5 Терминальная диаграмма EDC 16C39-6.H1

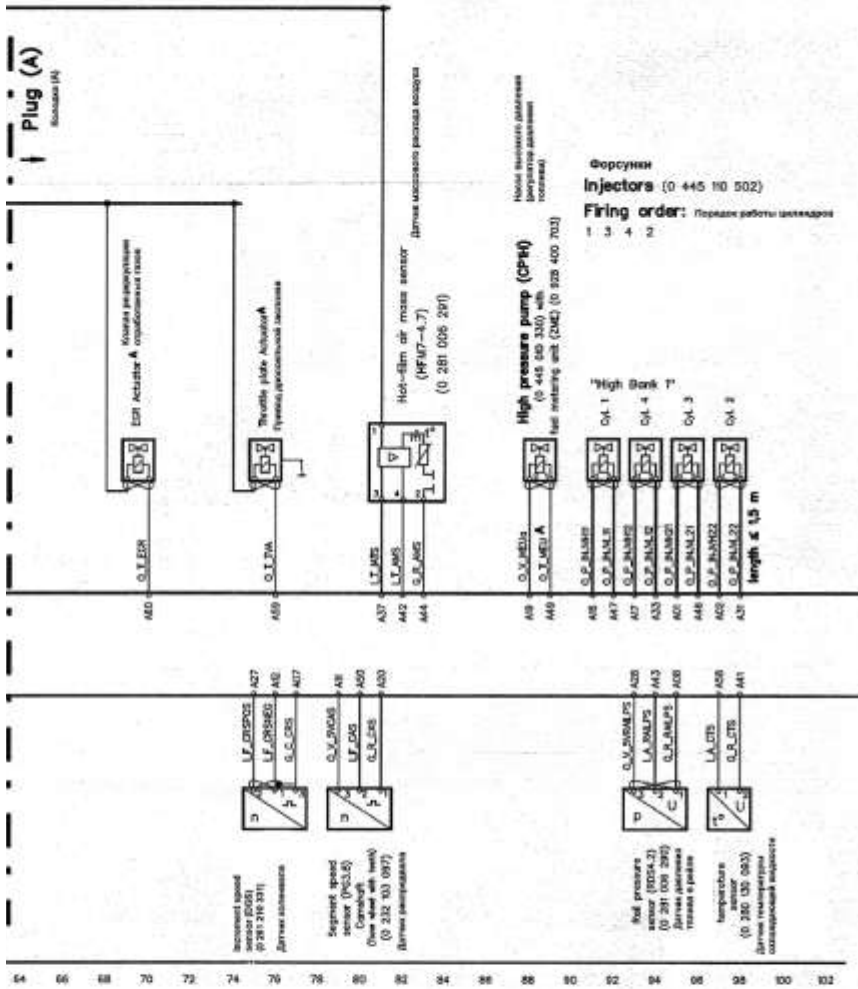
### 6.1.5.1 Для УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго





## 6.1.5.2 Для УАЗ-315148 Хантер





Форсунки  
**Injectors** (0 445 90 502)  
Firing order: 1 3 4 2

## 6.2 Датчики системы управления двигателем

### 6.2.1 Датчик положения коленчатого вала (0 261 210 331)

Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ) установлен на приливе крышки цепи (рис.79). Он взаимодействует с задающим диском, который является частью шкива коленчатого вала, по периметру которого расположены 60-2 зуба.

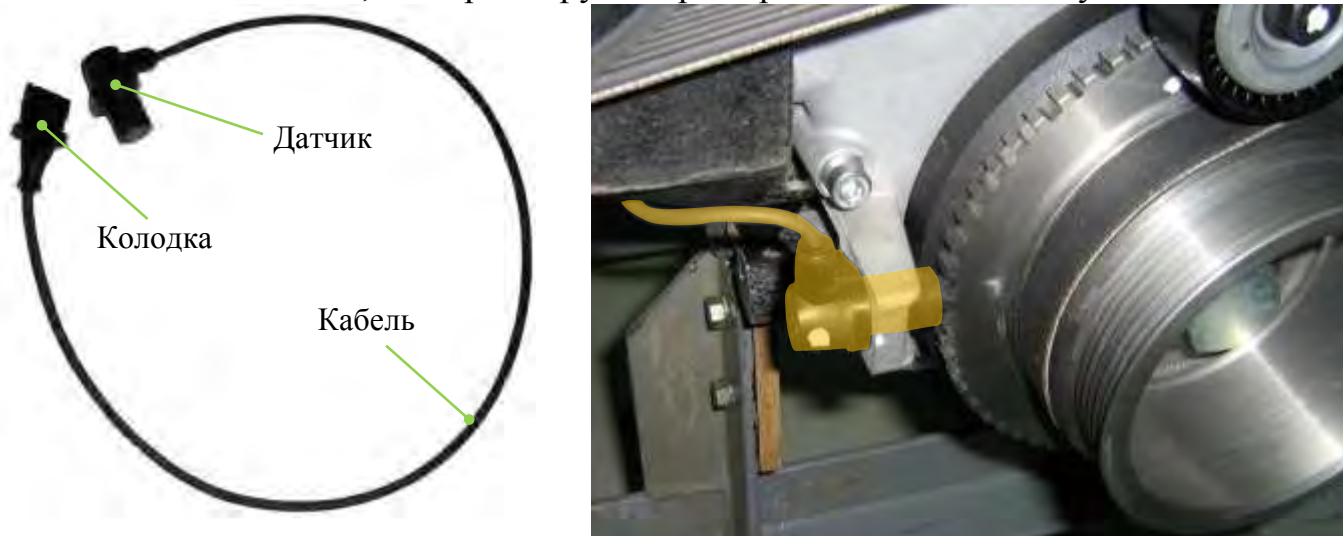


Рис.79. Внешний вид и место установки датчика положения коленчатого вала.

#### *Использование сигнала*

По сигналам датчика определяется не только частота вращения коленчатого вала, но и его точное положение относительно распределительного вала.

Эта информация используется при расчете цикловой дозы топлива и начала его впрыска.

#### *Последствия отсутствия сигнала датчика*

При неисправности датчика двигатель останавливается, запуск его невозможен.

Датчик подсоединен к контактам ЭБУ:

A27 – сигнал плюс

A12 – сигнал минус

A07 - экран



## 6.2.2 Датчик положения распределительного вала (0 232 103 048)

Датчик положения распределительного вала (датчик фазы) закреплен болтом на крышке клапанов. Он взаимодействует с отметчиком, который служит для определения положения распределительного вала.

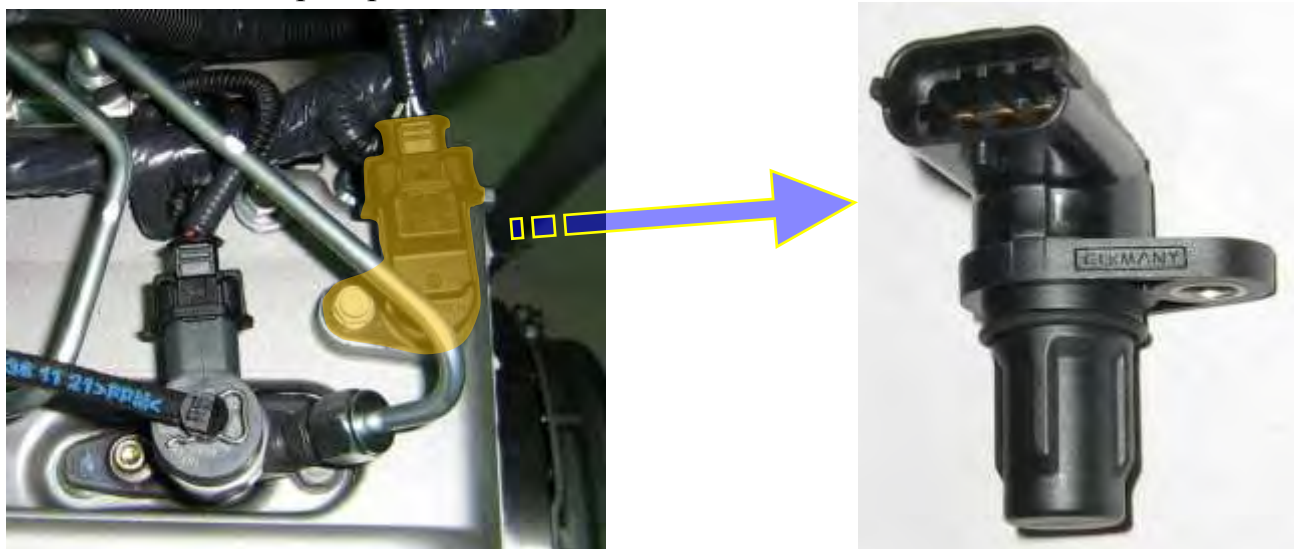


Рис.80. Внешний вид и место установки датчика фазы.

### ***Использование сигнала датчика***

Ускорение пуска двигателя достигается благодаря быстрому и точному определению положения распределительных валов относительно коленчатого вала. При одновременном использовании сигнала ДПКВ определяется, в каком из цилиндров поршень подходит к ВМТ конца сжатия. Также он используется ЭБУ для управления тахометром в комбинации приборов.

### ***Последствия отсутствия сигнала***

При прекращении подачи сигнала с этого датчика двигатель продолжает работать. При этом блок управления использует сигналы датчика положения коленчатого вала. Однако, пуск двигателя после его остановки затруднен.

Датчик подсоединен к контактам ЭБУ:

A11 – 5 В

A50 – сигнал

A20 - масса

### 6.2.3 Датчик положения педали акселератора (0 280 755 115)

Датчик положения и педаль акселератора объединены в одном корпусе, закрепляемом на педальном узле. Существенная составная часть датчика - потенциометр, с которого снимается напряжение, зависящее от положения педали акселератора. С помощью загруженной в ПО ЭБУ характеристики датчика это напряжение преобразуется в относительное перемещение или величину угла положения педали.

Для облегчения диагностики и на случай повреждения основного датчика существует резервный (дублирующий) датчик – составная часть системы контроля. Имеющийся второй потенциометр выдает на всех рабочих режимах половину напряжения первого, чтобы можно было получить два независимых сигнала для выявления возможной неисправности.

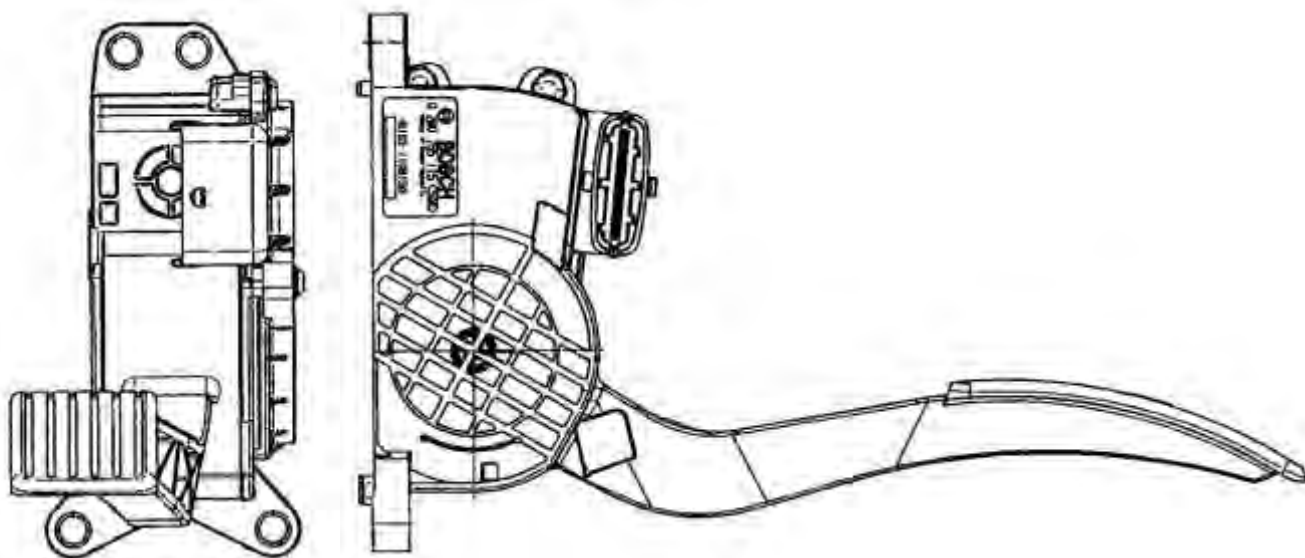


Рис.81. Внешний вид педали акселератора с датчиком положения

#### ***Использование сигналов***

Посредством датчика определяется положение педали акселератора в пределах всего ее хода. Его сигнал является основным для расчета дозы впрыскиваемого топлива.

#### ***Последствия отсутствия сигналов***

При отсутствии сигналов положение педали акселератора не может быть определено. При этом двигатель работает только с повышенной частотой холостого хода. Автомобиль может доехать своим ходом до ближайшей авторизованной ОАО «УАЗ» сервисной станции для диагностики и устранения возникшей неисправности.

Датчик подсоединен к контактам ЭБУ:

К45 – 5 В датчика 1

К09 – сигнал датчика 1

К30 – масса датчика 1

К46 – 5 В датчика 2

К31 – сигнал датчика 2

К08 – масса датчика 2

#### 6.2.4 Датчик массового расхода воздуха HFM7 (0 281 006 291)

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM7 служит для определения массы всасываемого воздуха. На основании его сигнала блок управления двигателя определяет точную массу всасываемого воздуха.

Термоанемометрический плёночный расходомер воздуха HFM7 состоит из:

- ✓ измерительной трубки,
- ✓ электронного блока с чувствительным элементом.

Измерение количества воздуха осуществляется в части потока (байпасном канале). Благодаря специальной конструкции расходомер воздуха может измерять массу прямого и обратного потока воздуха.

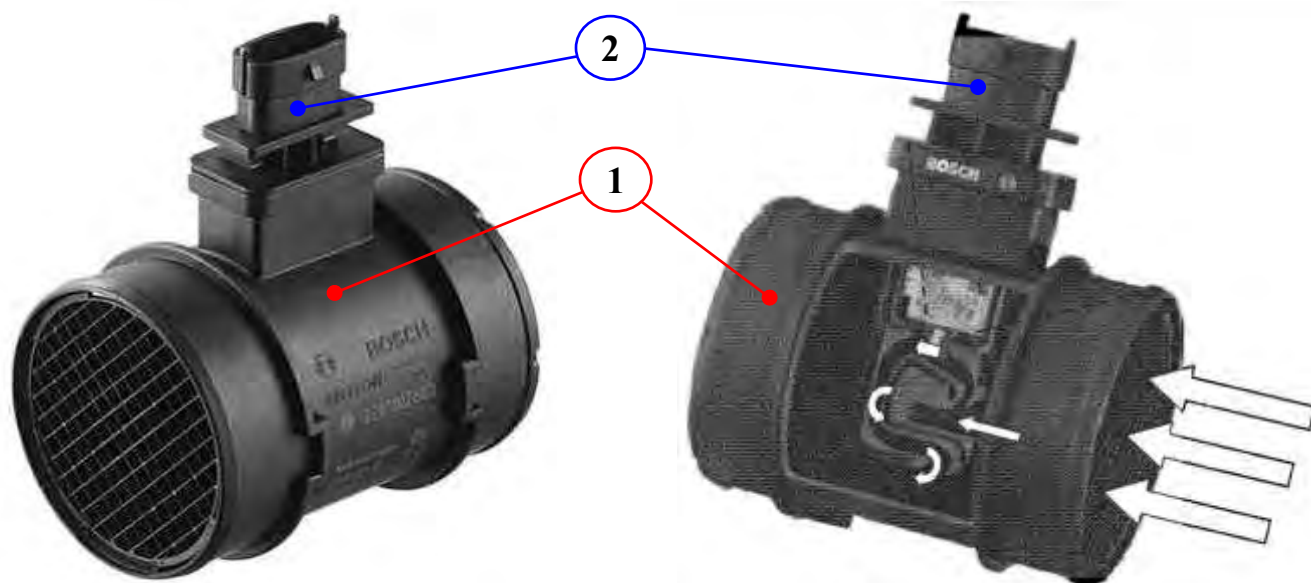


Рис.82. Внешний вид датчика массового расхода воздуха HFM7(ДМРВ):  
1 – измерительная трубка, 2 – электронный блок с чувствительным элементом.

Расходомер воздуха работает по термическому принципу измерения. Он состоит из следующих основных деталей:

- микромеханического чувствительного элемента с функцией распознавания обратного потока и датчиком температуры всасываемого воздуха;
- электронного блока, который осуществляет обработку цифрового сигнала;
- цифрового интерфейса.

Благодаря наличию в расходомерах воздуха нового поколения цифрового интерфейса, в блоке управления двигателя осуществляется более точная и стабильная обработка сигнала по сравнению с используемыми ранее приборами.

В отличие от предшествующих моделей расходомер воздуха HFM7 посылает в блок управления двигателя цифровой сигнал. До этого блок управления двигателя получал аналоговый сигнал, который по мере старения и под воздействием переходных сопротивлений искажался.

Расходомер воздуха посылает цифровой сигнал измеренной массы воздуха на блок управления двигателя в форме частотного сигнала. По длине периодов импульсов блок управления двигателя может определить измеренную массу воздуха.

Цифровые сообщения менее подвержены помехам, чем аналоговые сигналы, передаваемые по проводам.

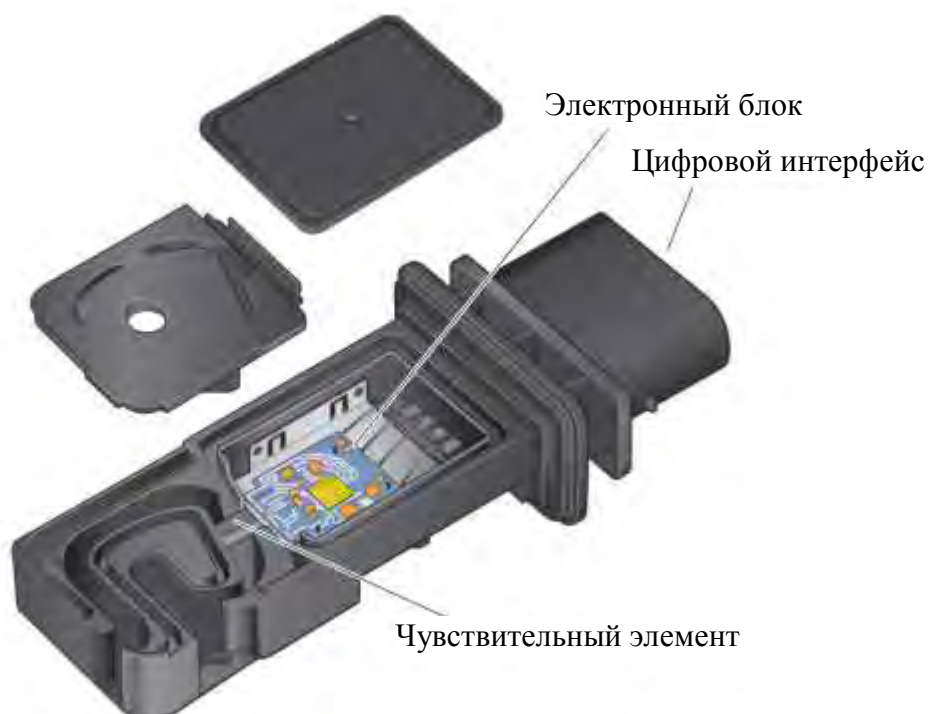


Рис.83. Устройство микромеханического чувствительного элемента с функцией распознавания обратного потока и датчиком температуры всасываемого воздуха.

***Использование сигнала***

По сигналу датчика рассчитывается цикловая подача топлива и количество рециркулируемых ОГ.

***Последствия отсутствия сигнала***


При отсутствии сигнала с датчика массового расхода воздуха связанный с ним блок управления двигателем переходит на работу по резервной функции, а рециркуляция ОГ прекращается. На панели приборов загорается индикатор .



Рис.84. Место размещения ДМРВ в системе впуска

Для точных показаний ДМРВ должен быть определенным образом ориентирован. Наиболее точные показания ДМРВ выдает, когда электрический разъем установлен под углом  $45^{\circ} \pm 10^{\circ}$  к горизонтали и направлен в сторону двигателя. (рис.84).

Датчик подсоединен к контактам ЭБУ:

Контакт 1 датчика – Питание (+15В)

Контакт 2 датчика – А44 Масса

Контакт 3 датчика – А37 Сигнал о температуре

Контакт 4 датчика – А42 Сигнал о массе воздуха

## 6.2.5 Датчик температуры охлаждающей жидкости (0 280 130 093)

Датчик температуры охлаждающей жидкости установлен в корпусе термостата. По сигналам этого датчика блок управления двигателем определяет текущую температуру охлаждающей жидкости.




Рис.85. Внешний вид датчика температуры

### *Использование сигнала*

Значение температуры охлаждающей жидкости используется блоками управления двигателем в качестве корректирующей величины, например, при расчете дозы впрыскиваемого топлива, опережения впрыска, количества рециркулируемых ОГ, времени работы свечей накаливания, а также для управления вентиляторами системы охлаждения двигателя (на автомобилях УАЗ Патриот, Пикап, Карго) и указателем температуры.

### *Последствия отсутствия сигнала*

При отсутствии сигнала датчика блок управления двигателем использует замещающую величину температуры охлаждающей жидкости. На панели приборов загорается индикатор .

Зависимость сопротивления от температуры:

Температура (°C)	Минимальное сопротивление (кОм)	Номинальное сопротивление (кОм)	Максимальное сопротивление (кОм)
- 40	40.481	45.303	50.124
-20	14.093	15.458	16.824
0	5.465	5.895	6.324
+20	2.351	2.499	2.648
+40	1.118	1.174	1.231
+60	0.573	0.595	0.618
+80	0.313	0.323	0.332
+100	0.183	0.187	0.190
+120	0.110	0.113	0.116

### 6.2.6 Датчик температуры топлива (0 280 130 093)

Датчик установлен в корпус ФТОТ и служит для измерения температуры отфильтрованного топлива поступающего в ТНВД.

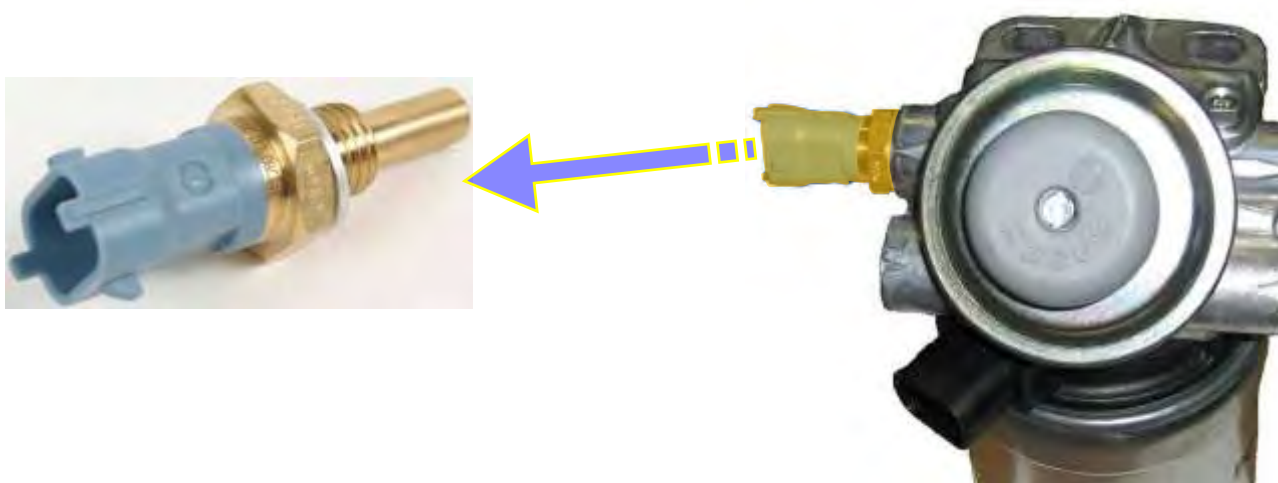



Рис.86. Внешний вид датчика температуры топлива и его размещение на ФТОТ

#### ***Использование сигнала***

По температуре топлива ЭБУ двигателем производит включение реле подогревателя топлива установленного на ФТОТ и корректировку топливоподачи для защиты топливной аппаратуры.

#### ***Последствия отсутствия сигнала***

При отсутствии сигнала температуры топлива функция подогревателя топлива основывается на температуре охлаждающей жидкости. На панели приборов загорается индикатор .

### 6.2.7 Высотный датчик

Этот датчик встроен в блок управления двигателем и является его неотъемлемой частью.

#### ***Использование сигнала***

Сигнал датчика используется в качестве корректирующей величины при расчете давления наддува и количества рециркулируемых газов.

При пониженном атмосферном давлении рециркуляция ОГ прекращается, а давление наддува повышается. Благодаря этому в горных условиях мощность двигателя такая же, как на равнине.

#### ***Последствия отсутствия сигнала***

При отсутствии сигнала датчика используется резервная функция. При этом при движении в горах может наблюдаться черный дым на выпуске.

## 6.2.8 Контактный датчик педали тормоза 21.3720

Датчик педали тормоза закреплен на педальном узле (рис.87). Датчик вырабатывает сигнал "Педаль тормоза нажата", который направляется на вход блока управления двигателем. Датчик имеет две пары контактов: нормально замкнутая (основная) и нормально разомкнутая (резервная).

На автомобилях УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго датчик педали тормоза состоит из 2-х отдельных выключателей 21.3720 (в каждом выключателе используется по 1-ой паре контактов). На автомобиле УАЗ-Хантер применяется один выключатель 21.3720 (используются 2 пары контактов).

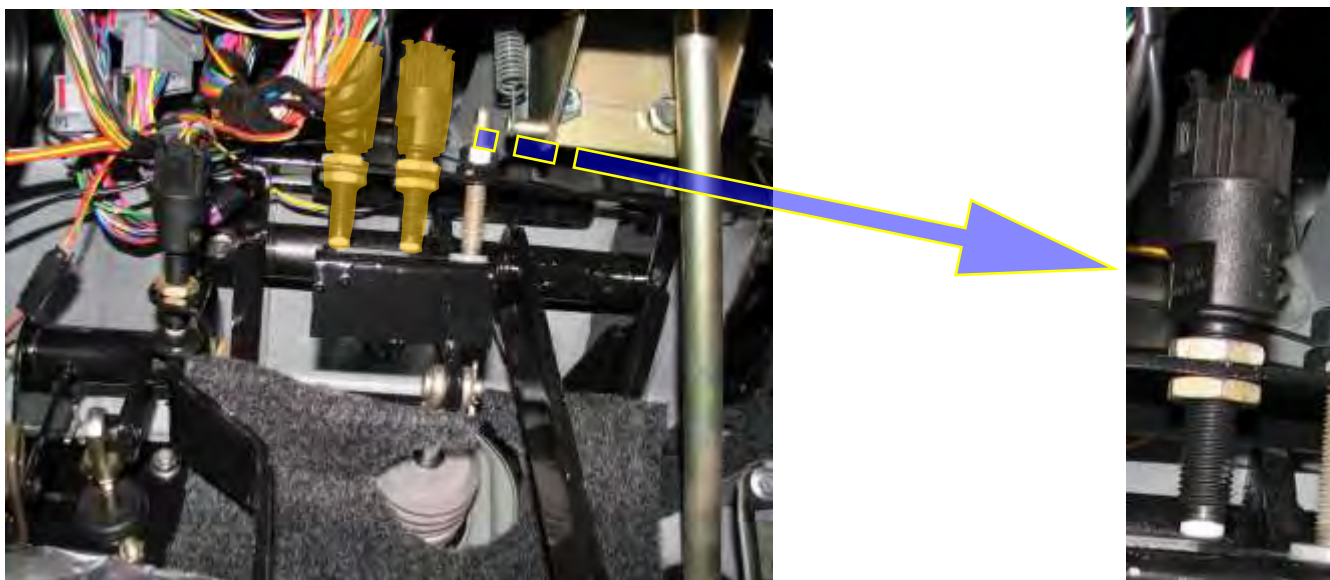


Рис.87. Внешний вид и расположение датчика педали тормоза на автомобилях УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго.

### *Использование сигналов*

С началом торможения отключается система регулирования скорости.

Если сначала поступает сигнал "Педаль акселератора нажата", а затем сигнал "Педаль тормоза нажата", двигатель переводится на режим холостого хода с повышенной частотой вращения.

### *Последствия отсутствия сигнала*

При отсутствии сигнала одного из датчиков уменьшается цикловая доза впрыскиваемого топлива и мощность двигателя соответственно снижается.

При этом система регулирования скорости отключается.



### 6.2.9 Контактный датчик педали сцепления 21.3720

Этот контактный датчик установлен на педальном узле. По его сигналу определяется, выжато сцепление или нет.

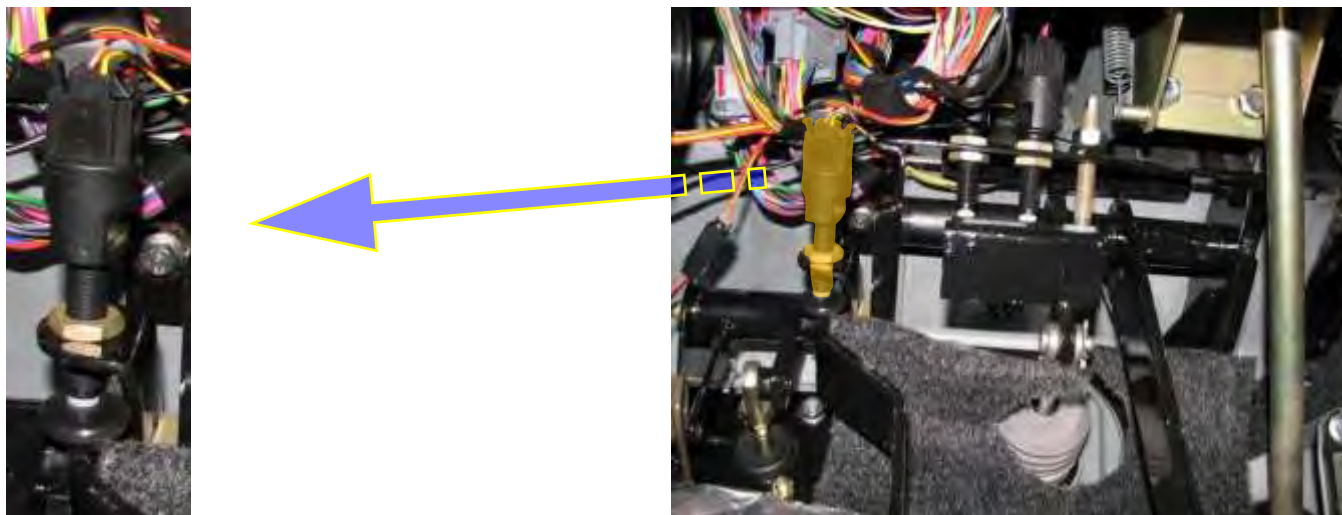


Рис.88. Внешний вид и расположение датчика педали сцепления

#### ***Использование сигнала***

При выжимании сцепления цикловая доза впрыскиваемого топлива временно снижается и тем самым уменьшается вероятность рывков при переключении передач.

#### ***Последствия отсутствия сигнала***

При отсутствии сигнала датчика на педали сцепления могут возникать рывки при переключении передач.

При этом система регулирования скорости и система активного подавления колебаний в трансмиссии не действуют.

### 6.2.10 Датчик наличия воды (1 453 465 049)

Датчик ввернут в днище сменного фильтрующего элемента ФТОТ. Он входит внутрь фильтра. По сигналу этого датчика блок управления двигателем распознает повышенный уровень отстоя воды в фильтре.



Рис.89. Внешний вид и расположение датчика наличия воды

#### ***Использование сигнала***

Сигнал датчика позволяет предотвратить попадание воды в систему топливоподачи и возникновения коррозии в ней.

#### ***Сигнал "Уровень отстоя в норме"***

Контактные штифты датчика окружены топливом. Так как электропроводность топлива мала, на датчике устанавливается достаточно высокое напряжение. По величине этого напряжения блок управления двигателем определяет, что уровень отстоя невелик. При этом контрольная лампа на панели приборов не включается.

#### ***Сигнал "Уровень отстоя слишком высокий"***

Если контактные штифты окружены водой, напряжение на них падает из-за относительно большой электропроводности воды. По величине этого напряжения блок управления двигателем определяет, что уровень отстоя повысился, и включает на панели приборов индикатор.

#### ***Последствия наличия сигнала***

При наличии сигнала датчика на панели приборов загорается индикатор .

### 6.2.11 Датчик скорости автомобиля 343.3843

Датчик скорости автомобиля (рис.90) ввернут в корпус раздаточной коробки. По сигналу от датчика ЭБУ определяет текущую скорость и включенную передачу автомобиля.



Рис.90. Внешний вид и место установки датчика скорости автомобиля

### 6.2.12 Датчик давления топлива RDS 4 (0 281 006 290)

Установлен на конце топливной рампы (рис.91), он измеряет существующее давление топлива. Значение давления топлива используется для контроля давления и определения продолжительности впрыска. На датчик подается стабилизированное напряжение – 5В. Датчик подсоединен к контактам ЭБУ:

А 28 – 5 В

А 43 – сигнал

А 08 – масса

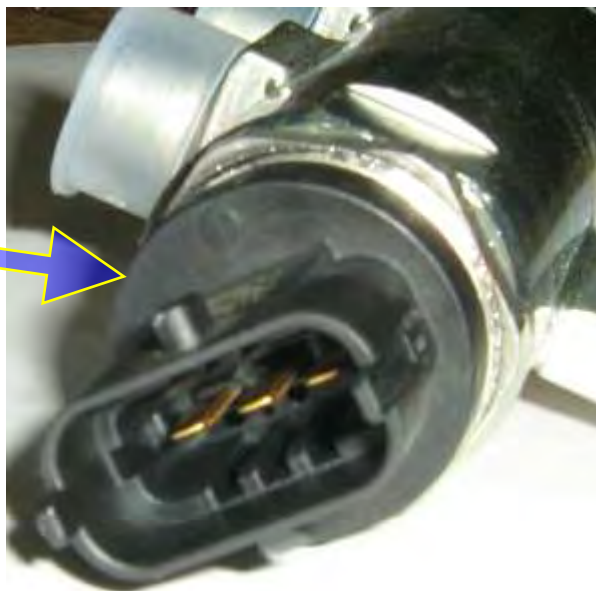


Рис.91. Внешний вид и расположение датчика давления топлива

## 6.3 Исполнительные механизмы системы управления двигателем

### 6.3.1 Электропневматический преобразователь давления системы рециркуляции отработавших газов (модулятор) 256.513 ф.ВІТRON

Модулятор установлен на специальном кронштейне на правой внутренней арке переднего колеса (рис.92). С помощью модулятора производится управление клапаном рециркуляции ОГ (КРОГ).

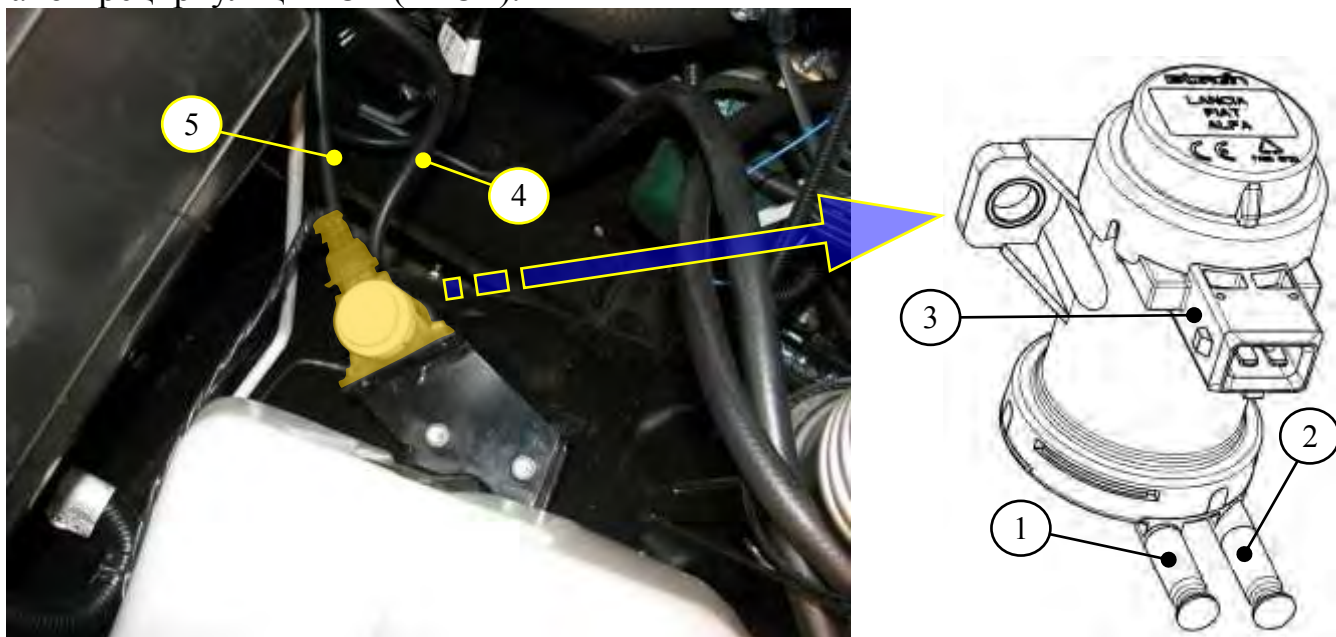


Рис.92. Расположение и внешний вид модулятора в моторном отсеке автомобилей УАЗ Патриот:

1 – патрубок подвода разряжения от вакуумного насоса; 2 – патрубок для подвода управляющего разряжения к КРОГ; 3 – электрический разъем для подсоединения к жгуту системы управления двигателем; 4 – шланг подвода разряжения от вакуумного насоса; 5 – шланг подвода управляющего разряжения к КРОГ.

Конструктивно клапан должен быть установлен вертикально. Допустимо отклонение  $\pm 5^\circ$  от вертикали (рис.93). Модулятор через тройник подключается к вакуумной системе автомобиля (к шлангу, соединяющему вакуумный насос с вакуумным усилителем главного цилиндра тормозной системы).

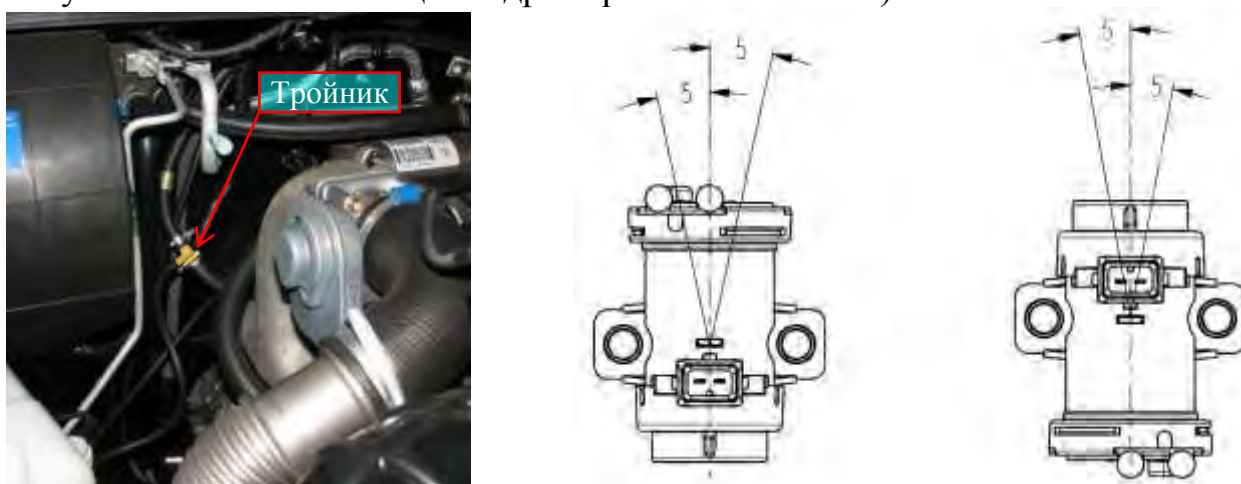



Рис.93. Установка модулятора и его подключение к вакуумной системе в автомобиле.

### ***Назначение***

Широтно-импульсная модуляция возбуждения модулятора осуществляется ЭБУ двигателем по многопараметровой характеристике. При этом регулируется разрежение, подаваемое в пневмокамеру клапана рециркуляции ОГ. В зависимости от этого разрежения изменяется проходное сечение клапана рециркуляции и соответственно количество рециркулируемых ОГ, проходящих через него.

### ***Последствия неисправности модулятора***

При отсутствии сигнала рециркуляция ОГ не производится. На панели приборов загорается индикатор .

### 6.3.2 Патрубок с дроссельной заслонкой с электроприводом (7.04505.000)

На фланце впускной трубы двигателя установлен патрубок с дроссельной заслонкой, которая приводится от электродвигателя (рис.94, 95). Этот патрубок установлен перед каналом ввода рециркулируемых ОГ в систему впуска двигателя. В обесточенном состоянии заслонка находится в открытом положении.



Рис.94. Внешний вид воздухоподающего патрубка с дроссельной заслонкой

#### ***Назначение***

Увеличение перепада давлений между выпускным коллектором и впускной трубой для увеличения массы рециркулируемых ОГ.

#### ***Последствия неисправности***


При неисправности рециркуляция ОГ не производится. На панели приборов загорается индикатор .



Рис.95. Место установки патрубка с дроссельной заслонкой с электроприводом

### 6.3.3 Клапан регулирования давления топлива

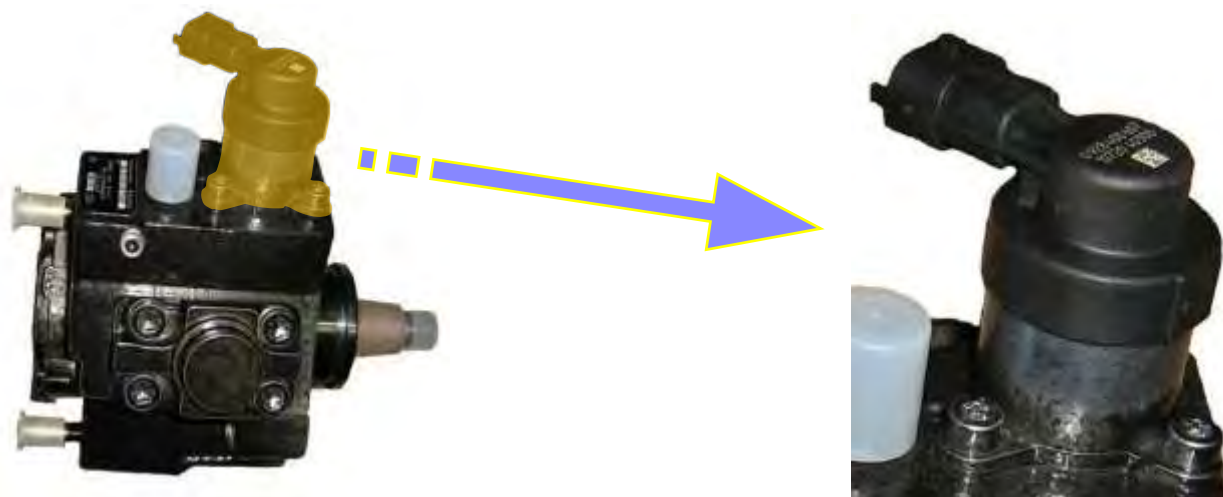


Рис.96. Внешний вид и расположение клапана регулирования давления топлива

Клапан регулирования давления топлива установлен на ТНВД (рис.96).

Он предназначен для регулирования давления топлива в магистрали высокого давления по командам блока управления. Регулирование высокого давления производится путем дросселирования топлива в магистрали низкого давления. Преимущество этого способа заключается в том, что насос высокого давления подает топливо именно под тем давлением, которое в данный момент необходимо.

Благодаря этому снижаются затраты мощности на привод ТНВД, и уменьшается нагрев топлива.

### 6.3.4 Подогреватель топлива (1 455 711 005)

Подогреватель топлива (рис.97) установлен между корпусом ФТОТ и сменным фильтрующим элементом. Подогреватель предотвращает закупоривание пор фильтрующего элемента кристаллами парафина, образующимися в топливе при эксплуатации в холодное время года и снижает противодействие в контуре низкого давления. Подогрев осуществляется с помощью электронагревательного элемента.

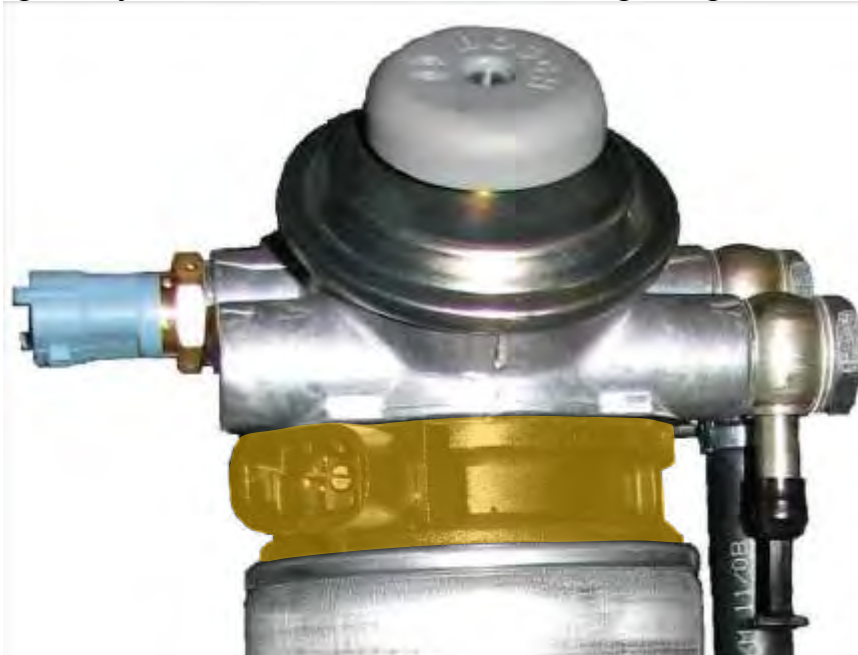


Рис.97. Внешний вид и расположение подогревателя топлива

### 6.3.5 Реле свечей накаливания 16.3777

Реле свечей накаливания (рис.98) по сигналу ЭБУ подключает к бортовой сети свечи накаливания для облегчения пуска холодного двигателя.



а)



б)

Рис.98. Реле свечей накаливания 16.3777 (3151-48-3747040-00):

а – расположение в моторном отсеке автомобилей УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго; б – внешний вид реле [4].



### 6.3.6 Реле управления электровентиляторами системы охлаждения двигателя 31638.3747092 автомобилей семейства УАЗ Патриот

Управление работой электровентиляторов (рис.100) осуществляется по сигналам ЭБУ подключающим через реле (рис.99) электровентиляторы №1 и №2 в зависимости от температуры ОЖ выходящей из двигателя для всех автомобилей семейства УАЗ-Патриот и дополнительно по давлению хладагента в контуре системы кондиционирования автомобиля (рис.101).

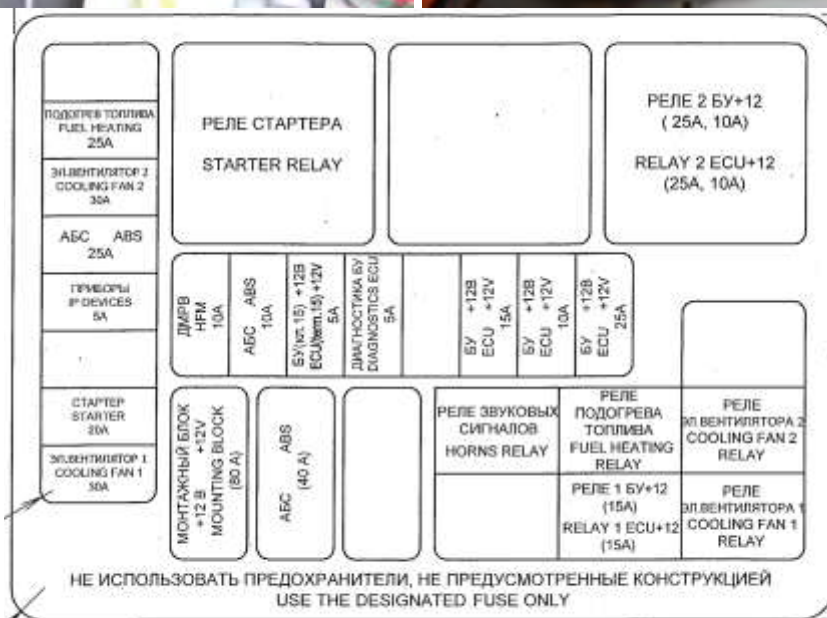


Рис.99. Расположение реле 31638.3747092 в блоке предохранителей и блока предохранителей в подкапотном пространстве автомобиля:

а – расположение блока предохранителей в моторном отсеке автомобилей УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго; б – расположение реле в блоке предохранителей [4].



Рис.100. Внешний вид электровентиляторов [4]:  
1 – электровентилятор №1; 2 – электровентилятор №2.

Температуры для включения электровентиляторов:

№1  $t_{ож}^{вкл} = 96 \text{ }^\circ\text{C}$ , №2  $t_{ож}^{вкл} = 99 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Температуры выключения электровентиляторов:

№1  $t_{ож}^{выкл} = 93 \text{ }^\circ\text{C}$ , №2  $t_{ож}^{выкл} = 96 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Рис.101. Расположение датчика давления хладагента кондиционера в моторном отсеке автомобилей УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго.



При достижении давления хладагента кондиционера величины равной 1750 кПа ЭБУ через реле включает оба электровентилятора. При снижении давления до величины 1450 кПа ЭБУ выключает электровентиляторы.

## 6.4 Функции системы управления двигателем EDC16C39-6H.1

### Система управления дизелем Bosch EDC16

В системе Bosch EDC16 реализовано управление дизелем по величине крутящего момента. Как это уже осуществляется на бензиновых двигателях, поступающие в блок управления системы EDC16 данные о требуемом крутящем моменте систематизируются, обрабатываются и используются для корректировки топливоподачи. Этот принцип управления позволяет улучшить согласование работы отдельных систем и агрегатов автомобиля для повышения комфортности управления автомобилем.

#### *Функциями данной системы являются:*

- управление топливоподачей для обеспечения требуемого для движения автомобиля крутящего момента развиваемого дизелем с учетом затрат мощности на привод агрегатов автомобильных систем (насос ГУР, компрессор кондиционера) и изменения нагрузки от бортовой сети автомобиля на генератор;
- управление рециркуляцией отработавших газов - для снижения содержания окислов азота в выбросах отработавших газов;
- управление работой свечей накаливания - для обеспечения пуска двигателя и его прогрева;
- противоугонная функция - иммобилайзер для автомобилей УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго;
- бортовая диагностика EOBD за работоспособностью агрегатов систем влияющих на токсичность ОГ и включение лампы «» на панели приборов в случае обнаружения неисправностей и перевод двигателя в безопасный режим работы до устранения возникшей неисправности с записью кода неисправности в память ЭБУ;
- диагностика датчиков и исполнительных механизмов системы управления двигателем с включением лампы «» на панели приборов автомобиля в случае обнаружения неисправностей и записью кода неисправности в память ЭБУ и перевод двигателя в безопасный режим работы до устранения неисправности;
- снижение видимого дыма (противодымная функция);
- защита двигателя и топливной аппаратуры.

#### *Регулирование топливоподачи*

От количества впрыскиваемого топлива непосредственно зависят важнейшие параметры двигателя: крутящий момент, расход топлива, выброс вредных веществ, а также его механическая и термическая нагрузка.

Регулирование цикловой дозы впрыскиваемого топлива позволяет оптимизировать процесс сгорания на всех эксплуатационных режимах работы двигателя.

#### **Принцип действия**

Необходимое значение крутящего момента складывается из момента, требуемого для преодоления внутренних потерь, и момента, требуемого для привода автомобиля. Каждому значению крутящего момента соответствует определенная доза впрыскиваемого в цилиндры топлива.

Блок управления двигателем рассчитывает дозу впрыскиваемого топлива с учетом следующих факторов:

- ✓ положения педали акселератора,
- ✓ частоты вращения коленчатого вала двигателя,
- ✓ массы поступающего в цилиндры воздуха,
- ✓ температуры охлаждающей жидкости,
- ✓ температуры топлива.

Максимальная доза впрыскиваемого топлива должна ограничиваться из условий механической прочности деталей двигателя и бездымного сгорания. Поэтому блок управления рассчитывает максимально допустимую дозу впрыскиваемого топлива.

Максимальная цикловая доза топлива зависит от:

- ✓ частоты вращения коленчатого вала,
- ✓ поступающей в цилиндры массы воздуха.

### ***Рециркуляция отработавших газов***

При рециркуляции отработавших газов (ОГ) их часть возвращается в цилиндры двигателя и повторно участвует в процессах сгорания. Так как в отработавших газах содержится очень мало кислорода, максимальная температура при сгорании и образование оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) снижаются.

#### **Принцип действия**

Количество перепускаемых газов зависит в основном от частоты вращения коленчатого вала, цикловой дозы впрыскиваемого топлива, поступающей в цилиндры массы воздуха, температуры воздуха на впуске в цилиндры и от давления наддува.

#### **Регулирование рециркуляции по многопараметровой характеристике**

Количество перепускаемых газов у двигателя изменяется в соответствии с многопараметровой характеристикой, записанной в памяти блока управления двигателем. При этом каждому режиму работы двигателя назначена определенная масса поступающего в его цилиндры воздуха. Если фактическая масса воздуха отклоняется от значений многопараметровой характеристики, производится соответствующее изменение интенсивности перепуска газов.

### ***Свечи накаливания***

Свечи накаливания облегчают пуск двигателя при низких температурах окружающей среды. Свечи накаливания включаются блоком управления двигателем, при температурах охлаждающей жидкости ниже  $+40^\circ\text{C}$ . Электрический ток питания к свечам накаливания подается через реле.

#### **Предпусковое включение свечей накаливания**

Свечи накаливания включаются при включении электропитания, если температура охлаждающей жидкости, ниже  $+40^\circ\text{C}$ . При этом загорается контрольная лампа свечей накаливания на панели приборов. После завершения процесса прогрева эта лампа гаснет, и двигатель можно запускать.

## **Включение свечей накаливания при прогреве двигателя**

Свечи накаливания работают после пуска двигателя в поддерживающем режиме. При этом они способствуют снижению шума двигателя, стабилизации частоты вращения холостого хода и снижению выброса углеводородов. Продолжительность включения свечей накаливания после пуска двигателя определяется ПО ЭБУ.

## ***Регулирование частоты вращения холостого хода***

Это регулирование заключается в стабилизации минимальной частоты вращения коленчатого вала на режиме холостого хода двигателя без воздействий посредством педали акселератора. Частота вращения при этом устанавливается на уровне, соответствующем состоянию двигателя. Например, у холодного двигателя устанавливается более высокая частота вращения холостого хода, чем у горячего.

При регулировании частоты вращения холостого хода учитываются затраты мощности:

- ✓ на привод генератора при пониженном напряжении в сети и насоса ГУР,
- ✓ на привод топливного насоса высокого давления,
- ✓ на преодоление внутренних потерь двигателя.

При снижении напряжения в бортсети автомобиля частота вращения холостого хода увеличивается для обеспечения подзарядки аккумуляторной батареи.

## **Принцип действия**

Требуемая частота вращения коленчатого вала устанавливается в соответствии с многопараметровой характеристикой, сохраняемой в памяти блока управления двигателем.

Этой характеристикой учитывается информация:

- ✓ о температуре охлаждающей жидкости,
- ✓ о напряжении бортсети автомобиля.

Блок управления двигателем изменяет дозу впрыскиваемого топлива до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала не достигнет требуемой величины.

Чтобы предотвратить чрезмерный выброс вредных веществ, частоту вращения холостого хода по возможности снижают. При этом, однако, учитываются требования к плавности хода двигателя.

## ***Сглаживание неравномерности работы цилиндров***

Сглаживание неравномерности работы цилиндров двигателя, позволяет снизить его вибрации при работе на режиме холостого хода. Отдельные цилиндры двигателя создают различные крутящие моменты даже при равенстве доз впрыскиваемого в них топлива. Причинами этого могут быть:

- ✓ отклонения размеров деталей в пределах допусков,
- ✓ различия в степенях сжатия,
- ✓ различия в трении поршней,
- ✓ отличия гидравлических характеристик компонентов системы топливоподачи.

Следствием различий крутящего момента являются:

- ✓ повышенная неравномерность вращения коленчатого вала и
- ✓ повышенный выброс вредных веществ с ОГ.

Система регулирования плавности хода распознает различия в работе отдельных цилиндров по колебаниям частоты вращения коленчатого вала и сглаживать их, изменяя соответственно цикловые дозы топлива, впрыскиваемого в отдельные цилиндры.

#### **Принцип действия**

Неравномерный ход двигателя на холостом ходу распознается по сигналам датчика положения коленчатого вала. Если эти сигналы следуют, друг за другом через постоянные промежутки времени, различия в работе отдельных цилиндров отсутствуют.

Если один из цилиндров развивает меньшую мощность, чем другие, поворот коленчатого вала до следующей вспышки длится дольше. Цилиндр с повышенной мощностью заставляет поворачиваться коленчатый вал между вспышками быстрее.

Если блок управления распознает неравномерность хода двигателя, он увеличивает или уменьшает подачу топлива в соответствующие цилиндры до выравнивания вращения коленчатого вала.

#### ***Ограничение максимальной частоты вращения***

Благодаря ограничению максимальной частоты вращения коленчатого вала предотвращается работа двигателя на режимах, которые могут привести к его повреждению. Поэтому максимальная частота вращения выбирается так, чтобы не допустить длительную работу двигателя на опасных для него скоростных режимах.

#### **Принцип действия системы**

При превышении заданной частоты вращения производится последовательное снижение подачи впрыскиваемого в цилиндры топлива. При выходе двигателя на максимальную частоту вращения подача топлива поддерживается на постоянном уровне до тех пор, пока не изменятся условия движения автомобиля. Процесс ограничения частоты вращения протекает плавно, чтобы не вызвать резкие изменения крутящего момента при разгоне автомобиля.

### 6.4.1 Управление топливоподачей в системе Common Rail

Главным преимуществом аккумуляторной системы впрыска топлива Common Rail является широкий диапазон изменений давления топлива и момента начала впрыскивания. Все это реализуется путем разделения процессов создания давления и обеспечения впрыскивания.

Эта система позволяет обеспечить более широкие, в отличие от вариантов с механическим управлением ТНВД, требования по впрыску топлива, а именно:

- повышенное давление впрыскивания (до 1450 бар);
- гибкое управление моментом начала впрыскивания;
- обеспечение предварительного и дополнительного впрыскивания;
- регулирование давления впрыскивания (230-1450 бар) в зависимости от условий эксплуатации автомобиля.

Применение системы Common Rail позволило повысить удельную мощность, снизить расход топлива, а также уменьшить уровень шума и эмиссии ОГ.

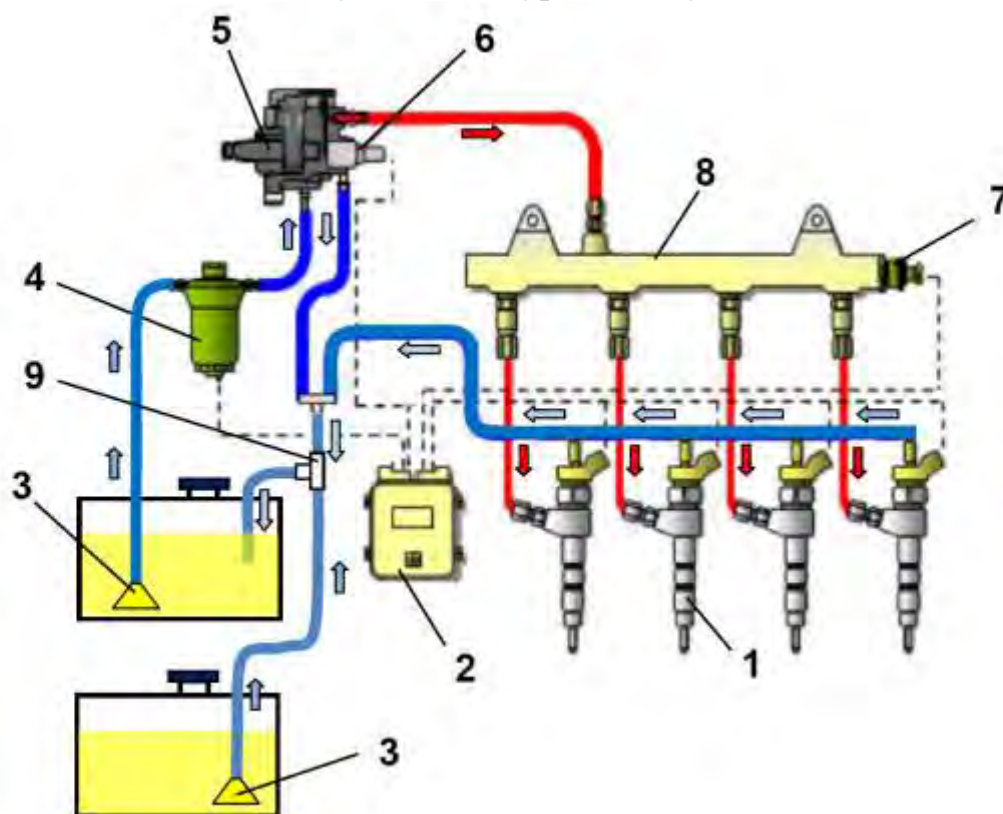


Рис.102. Схема системы управления топливоподачей:

1 – электромагнитная топливная форсунка; 2 – электронный блок управления двигателем (ЭБУ); 3 – топливозаборник в баке; 4 – фильтр тонкой очистки топлива (ФТОТ); 5 – топливный насос высокого давления (ТНВД); 6 – клапан регулирования давления топлива; 7 – датчик давления топлива в топливной рампе; 8 – топливный аккумулятор; 9 – струйный насос.

Система Common Rail примененная на дизеле ЗМЗ-51432 состоит из (рис.102):

- контура низкого давления, а также агрегатов подачи топлива;
- контура высокого давления, включая ТНВД, топливный аккумулятор высокого давления, форсунки и топливопроводы высокого давления;
- системы электронного регулирования работы дизеля, датчиков и исполнительных механизмов.



Важнейшим элементом аккумуляторной системы впрыска, является форсунка 1 с быстродействующим электромагнитным клапаном. Он открывает и закрывает распылитель, регулируя процессы впрыска топлива в каждом цилиндре. Все форсунки подсоединены к топливному аккумулятору высокого давления 8.

### **Принцип действия**

Действие аккумуляторной системы впрыска топлива основано на том, что процессы создания высокого давления и обеспечения впрыскивания разделены. Система электронного регулирования работы дизеля отдельно управляет работой всех узлов.

### **Создание высокого давления**

Работающий ТНВД 5 с тремя плунжерами обеспечивает постоянную величину давления в топливном аккумуляторе 8, оптимальную для заданного режима работы двигателя (нагрузки) независимо от частоты вращения коленчатого вала и расхода топлива. Трех плунжерный ТНВД в данной системе за счет программного управления всегда работает в режиме, с минимально возможными пиковыми нагрузками в отличие от традиционных систем впрыска. Привод не требует синхронизации с частотой вращения коленчатого вала, что позволяет совместить его с приводом других агрегатов. Регулирование давления топливоподачи происходит с помощью клапана регулирования давления 6 установленного на ТНВД. В аккумулятор подается топливо под давлением и в объеме, оптимальными для работы двигателя на заданном режиме (без их переизбытка), что обеспечивает высокие экологические и экономические показатели.

### **Впрыск топлива (рис.102)**

Топливо из аккумулятора 8 по топливопроводам высокого давления поступает к форсункам 1, которые впрыскивают его в камеры сгорания. Каждая форсунка состоит из распылителя и быстродействующего электромагнитного клапана, который управляет распылителем через механический привод. Электромагнитные клапаны приводятся в действие сигналами от блока управления работой дизеля 2. Количество впрыскиваемого топлива при постоянном давлении в топливном аккумуляторе пропорционально времени включения электромагнитного клапана и не зависит при этом от частоты вращения коленчатого вала двигателя или частоты вращения вала ТНВД.

### **Управление и регулирование**

Блок управления работой дизеля 2 учитывает с помощью датчиков положение педали газа и конкретные параметры эксплуатации автомобиля.

К ним относятся среди прочих:

- угол поворота распределительного вала;
- частота вращения коленчатого вала;
- давление в топливном аккумуляторе;
- температуры воздуха на впуске, топлива и охлаждающей жидкости;
- расход воздуха;
- скорость движения автомобиля.

Блок управления обрабатывает входящие сигналы и за короткое время генерирует сигналы управления для ТНВД, форсунок и других исполнительных механизмов, таких, как клапан рециркуляции ОГ и дроссельная заслонка с электроприводом.

Требуемое быстродействие включения форсунок достигается благодаря оптимизации работы электромагнитных клапанов и особой системы регулирования.

Система «угол – время» сравнивает временной момент впрыскивания с показаниями датчиков положения коленчатого и распределительного валов во время работы двигателя. Система электронного регулирования работы дизеля подразумевает строгую дозировку впрыскиваемого топлива.

Контур высокого давления системы Common Rail делится на три части: создания давления, его аккумуляирования и дозировки топлива (рис.102). Топливный насос высокого давления 5 снабжен клапаном регулирования давления 6. С помощью ТНВД высокое давление аккумулируется в аккумуляторе давления 8, оснащенном датчиком давления 7. Форсунки 1 служат для своевременной подачи топлива в нужном количестве. Топливопроводы высокого давления связывают все эти части друг с другом.

### **Топливный насос высокого давления (ТНВД) CP1H (рис.50, 103)**

#### ***Назначение***

Основной функцией любого ТНВД является обеспечение подачи топлива к форсункам под требуемым давлением, на любых режимах работы двигателя и в течение всего срока эксплуатации транспортного средства. В системе Common Rail ТНВД необходим лишь для создания резерва топлива и быстрого повышения давления в топливном аккумуляторе 8 (рис.102). ТНВД 5 создает постоянное давление величиной до 1450 бар для аккумулятора высокого давления 8 (рис.102).

#### ***Устройство***

В системе Common Rail дизеля 3M3-51432 используется радиальный плунжерный ТНВД CP1H ф. BOSCH, который создает высокое давление топлива независимо от величины цикловой подачи (рис.103).

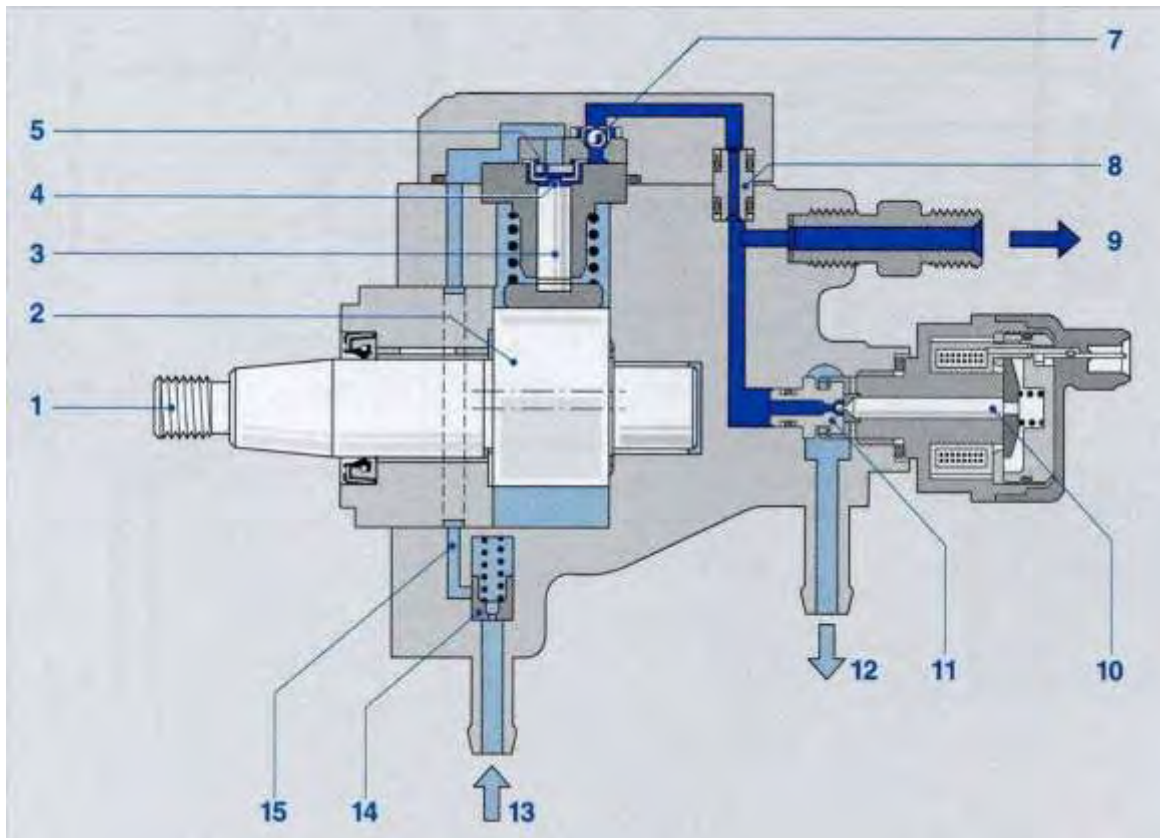
ТНВД крепится на общем с генератором кронштейне 28 (рис.6), с левой стороны двигателя. Приводится в действие с помощью шкива коленчатого вала поликлиновым ремнем 6PK1600, а частота вращения вала ТНВД не превышает  $3360 \text{ мин}^{-1}$ . ТНВД смазывается и охлаждается проходящим через него топливом.

Клапан 10 регулирования давления (рис.103а) установлен непосредственно на ТНВД. Три плунжера 3, радиально расположенные по окружности через  $120^\circ$  (рис.103в), сжимают топливо внутри ТНВД. Три рабочих хода каждого плунжера за один оборот вала ТНВД позволяют обеспечить незначительную и равномерную нагрузку на вал привода с эксцентриковыми кулачками. Крутящий момент, достигающий величины 25 Н·м, составляет около  $1/9$  от амплитуды момента, необходимого для привода распределительного ТНВД VE. Таким образом, система Common Rail функционирует с меньшими затратами на привод.

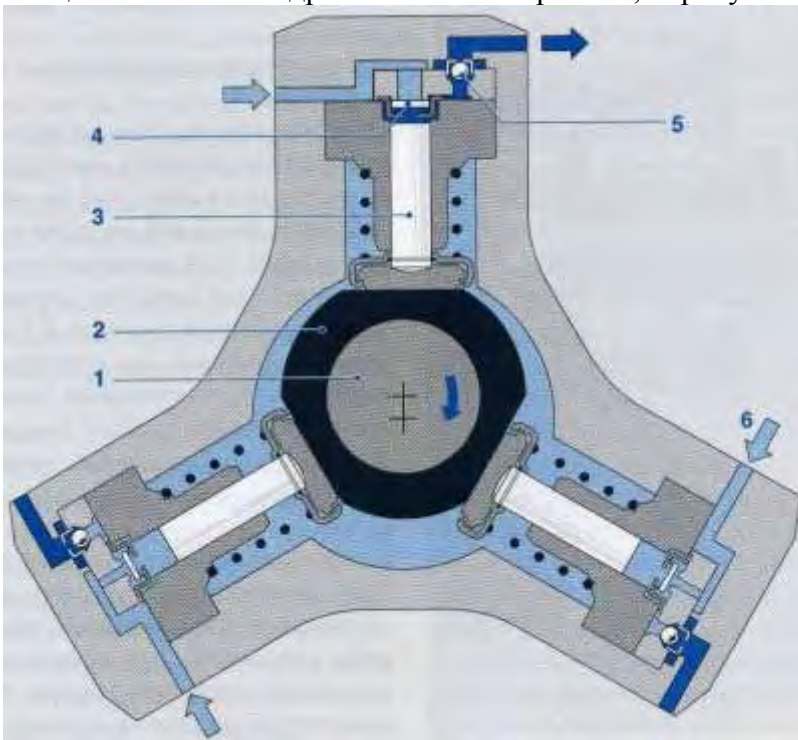
Необходимая для привода ТНВД мощность возрастает пропорционально частоте вращения вала насоса и давлению в аккумуляторе высокого давления.

#### ***Принцип действия***

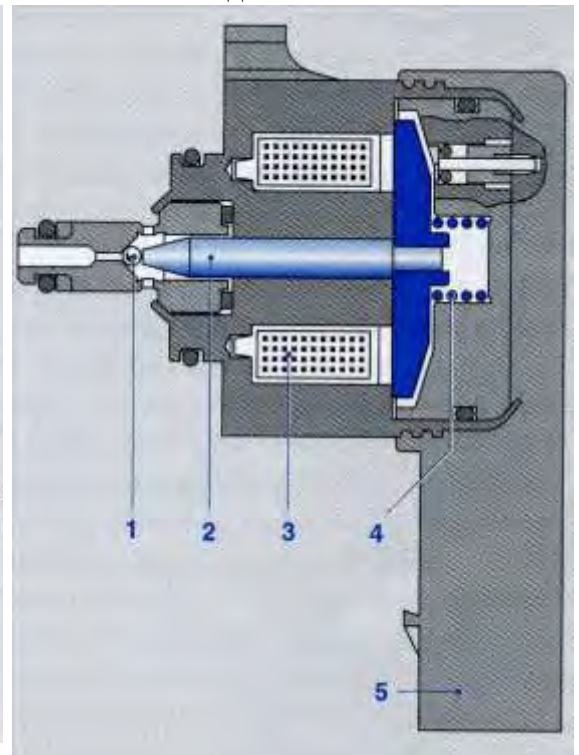
Топливоподкачивающий насос 10 подает топливо к ТНВД через фильтр 2 с сепаратором воды (рис.49). Пройдя через дроссельное отверстие защитного клапана 14 (рис.103), топливо, используемое также для смазки и охлаждения деталей ТНВД,



а) 1 – вал привода; 2 – эксцентриковый кулачек; 3 – плунжер с гильзой; 4 – камера над плунжером; 5 – впускной клапан; 7 – выпускной клапан; 8 – уплотнение; 9 – штуцер магистрали, ведущей к аккумулятору высокого давления; 10 – клапан регулирования давления; 11 – шариковый клапан; 12 – магистраль обратного слива топлива; 13 – магистраль подачи топлива к ТНВД; 14 – защитный клапан с дроссельным отверстием; перепускной канал низкого давления.



б) 1 – вал привода; 2 – эксцентриковый кулачок; 3 – плунжер с втулкой; 4 – впускной клапан; 5 – выпускной клапан; 6 – подача топлива.



в) 1 – шарик клапана; 2 – якорь; 3 – электромагнит; 4 – пружина клапана; 5 – корпус электрического разъема.

Рис.103. Устройство ТНВД системы Common Rail [1]

движется к плунжерам по системе каналов. Вал 1 привода с эксцентриковыми кулачками 2 одновременно заставляет поступательно двигаться все три плунжера 3.

Топливоподкачивающий насос создает давление подачи, превышающее величину, на которую рассчитан защитный клапан (от 0,5 до 1,5 бар). Последний открывает перепускной канал 15, по которому топливо через впускной клапан 5 поступает в камеру 4 над плунжером, движущимся вниз (то есть совершающим впуск).

Когда НМТ плунжера пройдена, впускной клапан закрывается. Топливо в надплунжерном пространстве сжимается плунжером, идущим вверх. Когда возрастающее давление достигнет уровня, соответствующего тому, что поддерживается в аккумуляторе высокого давления, открывается выпускной клапан 7.

Сжатое топливо поступает в контур высокого давления.

Плунжер ТНВД подает топливо до тех пор, пока не достигнет своей ВМТ (ход подачи). Затем давление падает, выпускной клапан закрывается. Плунжер начинает движение вниз.

Когда величина давления в надплунжерном пространстве опускается ниже величины давления подкачки, впускной клапан открывается и процесс повторяется.

### ***Мощность подачи***

Так как ТНВД рассчитан на большую величину подачи, на холостом ходу при частичных нагрузках возникает избыток сжатого топлива, которое через клапан регулирования давления 10 (рис.103) и магистраль обратного слива возвращается в топливный бак. Здесь давление топлива падает, и потенциальная энергия потока топлива иссякает. Поскольку топливо под давлением нагревается, то под влиянием температуры топлива, поступающего из магистрали обратного слива, постепенно повышается температура топлива в баке. Соответственно снижается КПД системы.

### ***Передаточное отношение***

Величина подачи топлива к аккумулятору высокого давления пропорциональна частоте вращения вала ТНВД, и зависит от частоты вращения коленчатого вала дизеля. Передаточное отношение между приводным и коленчатым валами выбрано таким образом, чтобы избыток подаваемого топлива был невелик, но в режиме полной нагрузки полностью удовлетворялась потребность в топливе. Передаточное отношение у дизеля ЗМЗ-51432 составляет 1,34.

### **Клапан регулирования давления (рис.103в)**

#### ***Назначение***

Клапан регулирования давления устанавливает требуемую величину давления в аккумуляторе в зависимости от нагрузки на двигатель. При достижении заданного давления в аккумуляторе клапан открывается, и часть топлива отводится через магистраль обратного слива назад в топливный бак.

### **Аккумулятор высокого давления (Rail) (рис.51)**

#### ***Назначение***

Аккумулятор высокого давления (Rail) содержит топливо под высоким давлением. Одновременно аккумулятор смягчает колебания давления, которые возникают из-за пульсирующей подачи со стороны ТНВД, а также из-за работы форсунок во время впрыскивания. Этим обеспечивается постоянство давления впрыскивания при открытии форсунки.

Распределение топлива по форсункам также входит в функции аккумулятора.

### ***Устройство***

Аккумулятор 1 высокого давления в общем виде имеет форму трубки (рис.51), на который установлен датчик 2 давления топлива.

### ***Принцип действия***

Топливо из ТНВД направляется через топливопровод высокого давления к впускному штуцеру 4 аккумулятора. Из аккумулятора оно распределяется по выпускным штуцерам 3 к отдельным форсункам.

Давление внутри аккумулятора измеряется датчиком давления топлива 2 и ограничивается клапаном регулирования давления до максимально допустимой величины в зависимости от параметров системы впрыска и под давлением поступает к форсункам. Объем аккумулятора постоянно наполнен топливом, находящимся под давлением. Величина этого давления поддерживается на постоянном уровне даже при больших нагрузках на двигатель, когда возрастает расход топлива через форсунки.

## **Электрогидравлическая форсунка CRI2.14**

### ***Назначение***

Требуемые момент начала впрыска, и величина подачи топлива обеспечиваются форсунками с электромагнитным клапаном. Момент начала впрыскивания в координатах «угол – время» устанавливается системой электронного регулирования работы дизеля. Необходимы также два датчика: один измеряет частоту вращения коленчатого вала, другой предназначен для распознавания цилиндров и определения фаз на распределительном валу.

### ***Конструкция***

Форсунка состоит из следующих функциональных блоков:

- бесштифтовой распылитель;
- гидравлическая сервосистема;
- электромагнитный клапан.

Топливо подается по магистрали 9 высокого давления (рис.104а) через подводящий канал к распылителю форсунки, а также через дроссельное отверстие 10 подачи топлива – в камеру 5 управляющего клапана. Через дроссельное отверстие 8 отвода топлива, которое может открываться электромагнитным клапаном, камера соединяется с магистралью 1 обратного слива топлива.

При закрытом дроссельном отверстии 8 (рис.104а) гидравлическая сила, действующая сверху на поршень 11 управляющего клапана, превышает силу давления топлива снизу на конус 6 иглы распылителя. Вследствие этого игла прижимается к седлу распылителя и плотно закрывает отверстия 7 распылителя. В результате топливо не попадает в камеру сгорания.

При срабатывании электромагнитного клапана якорь электромагнита сдвигается вверх (рис.104), открывая дроссельное отверстие 8 (рис.104б). Соответственно снижаются как давление в камере управляющего клапана, так и гидравлическая сила, действующая на поршень управляющего клапана. Под действием давления топлива на конус 6 иглы распылителя отходит от седла, так что топливо через отверстия 7 распылителя попадает в камеру сгорания цилиндра. Такое не прямое управление

иглой применяют по той причине, что непосредственного усилия электромагнитного клапана недостаточно для быстрого подъема иглы распылителя. Управляющая подача – это дополнительное количество топлива, предназначенного для подъема иглы, которое после использования отводится в магистраль обратного слива топлива.

Кроме управляющей подачи существуют утечки топлива через иглу распылителя и направляющую поршня управляющего клапана. Все это топливо отводится в магистраль обратного слива, к которой присоединены все прочие агрегаты системы впрыска, и возвращается в топливный бак.

### ***Принцип действия***

Цикл работы форсунки можно разделить на четыре рабочих такта:

- форсунка закрыта (с подачей высокого давления);
- форсунка открывается (начало впрыскивания);
- форсунка полностью открыта;
- форсунка закрывается (конец впрыскивания).

Эти рабочие состояния определяются распределением сил в конструктивных элементах форсунки. При неработающем двигателе и отсутствии давления в аккумуляторе пружина прижимает иглу распылителя к седлу, закрывая форсунку.

***Форсунка закрыта (состояние покоя).*** В состоянии покоя напряжение на электромагнитный клапан не подается (рис.105а).

Когда шарик 4 клапана прижимается пружиной к седлу (рис.104а), дроссельное отверстие 8 закрыто. В камере управляющего клапана создается высокое давление. То же давление создается в камере распылителя. Сила давления на торцевую поверхность поршня управляющего клапана и сила пружины распылителя держат иглу распылителя в закрытом состоянии, сопротивляясь усилию, которое развивает топливо, давящее на конус 6 иглы распылителя.

### ***Форсунка открывается (начало впрыскивания)***

Форсунка находится в состоянии покоя. В момент подачи на катушку электромагнита так называемого тока страгивания электромагнитный клапан быстро срабатывает (рис.104б и рис.105б). Малое время открывания форсунки может достигаться изменением соответствующих параметров в блоке управления форсунками. Усилие электромагнита преодолевает силу пружины, якорь сдвигается, и шарик клапана открывает дроссельное отверстие. Затем величина тока страгивания снижается до величины тока удержания, которая гораздо меньше. Через дроссельное отверстие топливо из камеры управляющего клапана перетекает в магистраль обратного слива.

Дроссельное отверстие 7 подачи топлива (рис.105а) предотвращает полное выравнивание давления, благодаря чему давление в камере управляющего клапана снижается до меньшей величины, чем давление в камере распылителя. Пониженное давление в камере управляющего клапана и действие пружины, которая давит на поршень управляющего клапана, преодолеваются давлением в камере распылителя на конус иглы распылителя, за счет чего сдвигается поршень управляющего клапана вместе с иглой распылителя. Начинается впрыск топлива.

Скорость открытия распылителя определяется различием интенсивности потока топлива в дроссельных отверстиях 6 и 7. Поршень управляющего клапана дости-

гает верхнего положения и опирается там, на топливную подушку, возникающую из-за потока топлива между отверстиями 6 и 7. Теперь распылитель форсунки полностью открыт, и топливо впрыскивается в камеру сгорания под давлением, которое приблизительно соответствует давлению в аккумуляторе. В этот момент распределение сил в форсунке подобно распределению сил во время фазы открывания.

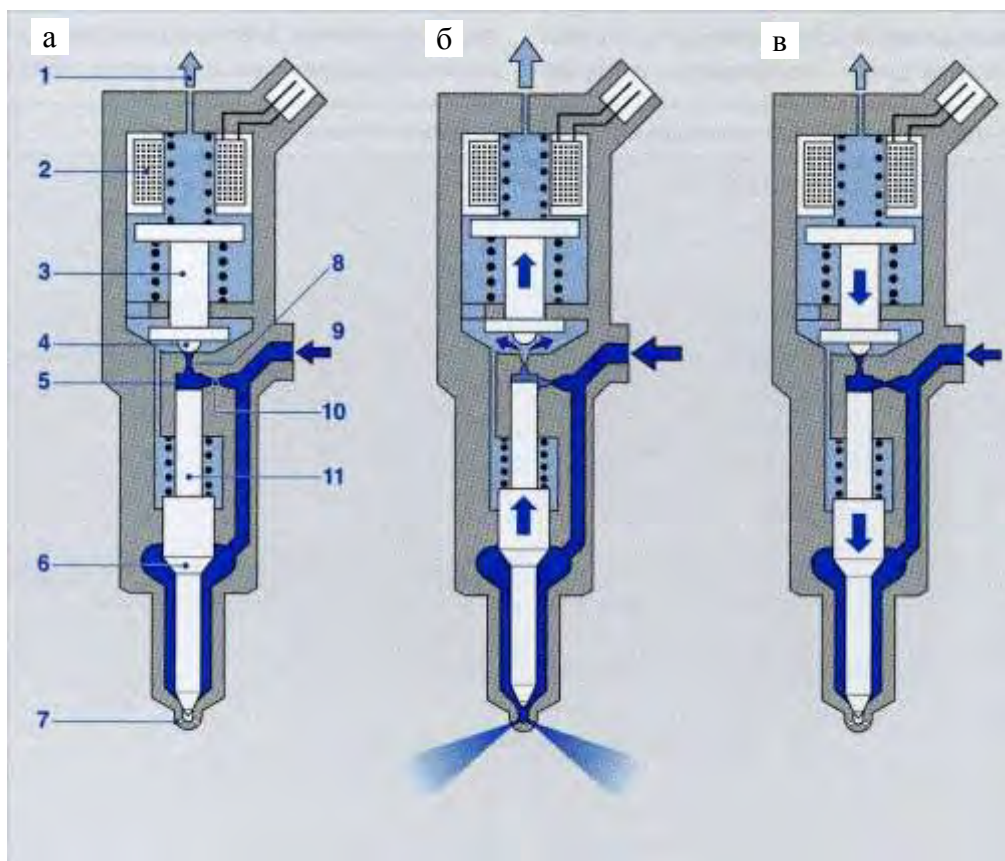


Рис.104. Принцип работы электромагнитной топливной форсунки [1]:

а – форсунка в состоянии покоя; б – форсунка открыта; в – форсунка закрыта.

1 – магистраль обратного слива топлива; 2 – катушка электромагнита; 3 – якорь электромагнита; 4 – шарик клапана; 5 – камера управляющего клапана; 6 – конус иглы распылителя; 7 – отверстия распылителя; 8 – дроссельное отверстие отвода топлива; 9 – магистраль высокого давления; 10 – дроссельное отверстие подачи топлива; 11 – поршень управляющего клапана.

Количество впрыснутого топлива пропорционально времени включения электромагнитного клапана и не зависит ни от частоты вращения коленчатого вала двигателя, ни от режима работы ТНВД (впрыскивание, управляемое по времени).

#### ***Форсунка закрывается (конец впрыскивания)***

Когда электромагнитный клапан обесточивается, якорь силой пружины запирающего клапана прижимается вниз и шарик клапана запирает дроссельное отверстие 8 (рис.103в). При этом диск якоря сжимает возвратную пружину, которая демпфирует действие пружины запирающего клапана с тем, чтобы избежать смятия седла при резкой посадке шарика клапана.

После перекрытия дроссельного отверстия отвода топлива давление в камере управляющего клапана вновь достигает той же величины, что и в аккумуляторе. Это повышенное давление смещает вниз поршень управляющего клапана вместе с иглой распылителя. Когда игла плотно примыкает к седлу распылителя и запирает его от-

верстия, впрыскивание прекращается. Скорость открытия отверстий распылителя определяется интенсивностью потока, идущего через дроссельное отверстие подачи топлива.

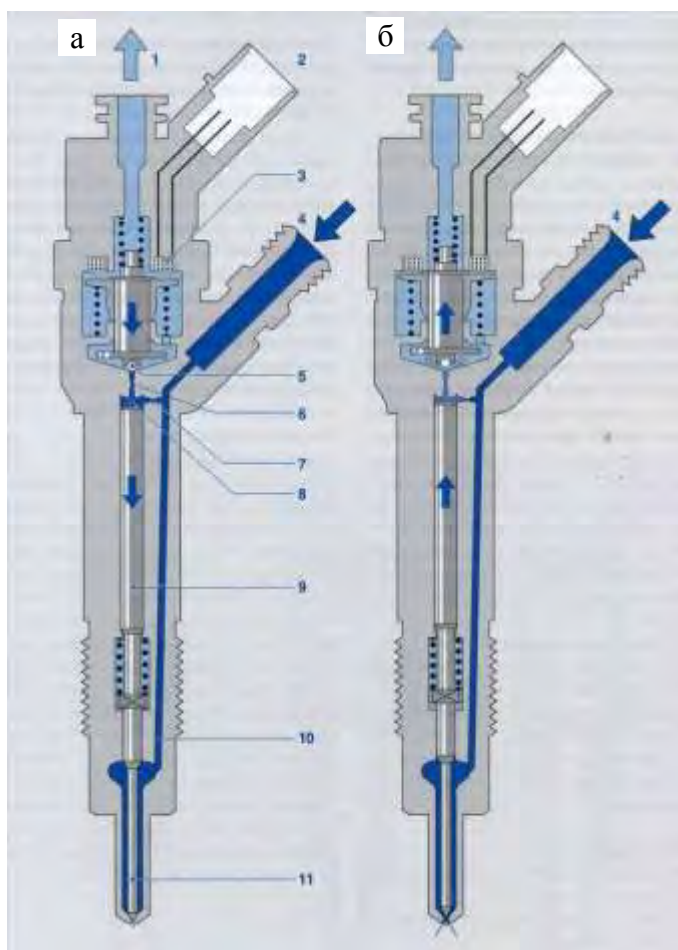


Рис.105. Устройство

электрогидравлической форсунки [1]:

а – форсунка закрыта (состояние покоя);

б – форсунка открыта (впрыскивание).

1 – магистраль обратного слива топлива;

2 – штекер электрического подключения;

3 – электромагнитный клапан;

4 – магистраль высокого давления;

5 – шарик клапана;

6 – дроссельное отверстие отвода топлива;

7 – дроссельное отверстие подачи топлива;

8 – камера управляющего клапана;

9 – поршень управляющего клапана;

10 – канал подвода топлива к распылителю;

11 – игла распылителя.

### Замена форсунки

Каждая форсунка имеет отклонения по производительности от расчетной величины. Изготовителем на каждой форсунке наносится 7 значный буквенно-цифровой IMA-код (см. рис.53, поз.б) для компенсации количества впрыска. На автосборочном предприятии IMA-код каждой форсунки программируется в ЭБУ.

При замене форсунок или ЭБУ необходимо перепрограммировать соответствующие коды. Новые коды можно ввести при помощи клавиатуры (буквенно-цифровой код – имеется на корпусе форсунки).



### Закон подачи топлива

Под законом подачи топлива понимают временную зависимость массового расхода топлива по фазе впрыскивания (рис.106). Для получения низкого уровня эмиссии NOx и незначительного уровня шума за время задержки воспламенения подается небольшая часть цикловой подачи. Точно дозированное предварительное впрыскивание топлива значительно снизило уровень шума сгорания. При этом также уменьшился уровень эмиссии NOx и, при более высоких нагрузках, расход топлива. Поданная непосредственно после основного впрыскивания, доза дополнительно впрыснутого топлива на определенных режимах работы двигателя уменьшает уровень эмиссии сажи без существенного изменения других параметров двигателя.



Рис.106. Закон подачи топлива в дизеле ЗМЗ-51432.

### 6.4.2 Управление системой рециркуляции отработавших газов

Регулирование количества перепускаемого на рециркуляцию ОГ осуществляется с помощью пневматического клапана рециркуляции 7 при помощи модулятора 4 и дроссельной заслонки с электроприводом 2 по закону, записанному в программное обеспечение ЭБУ двигателя 3 (рис.107).

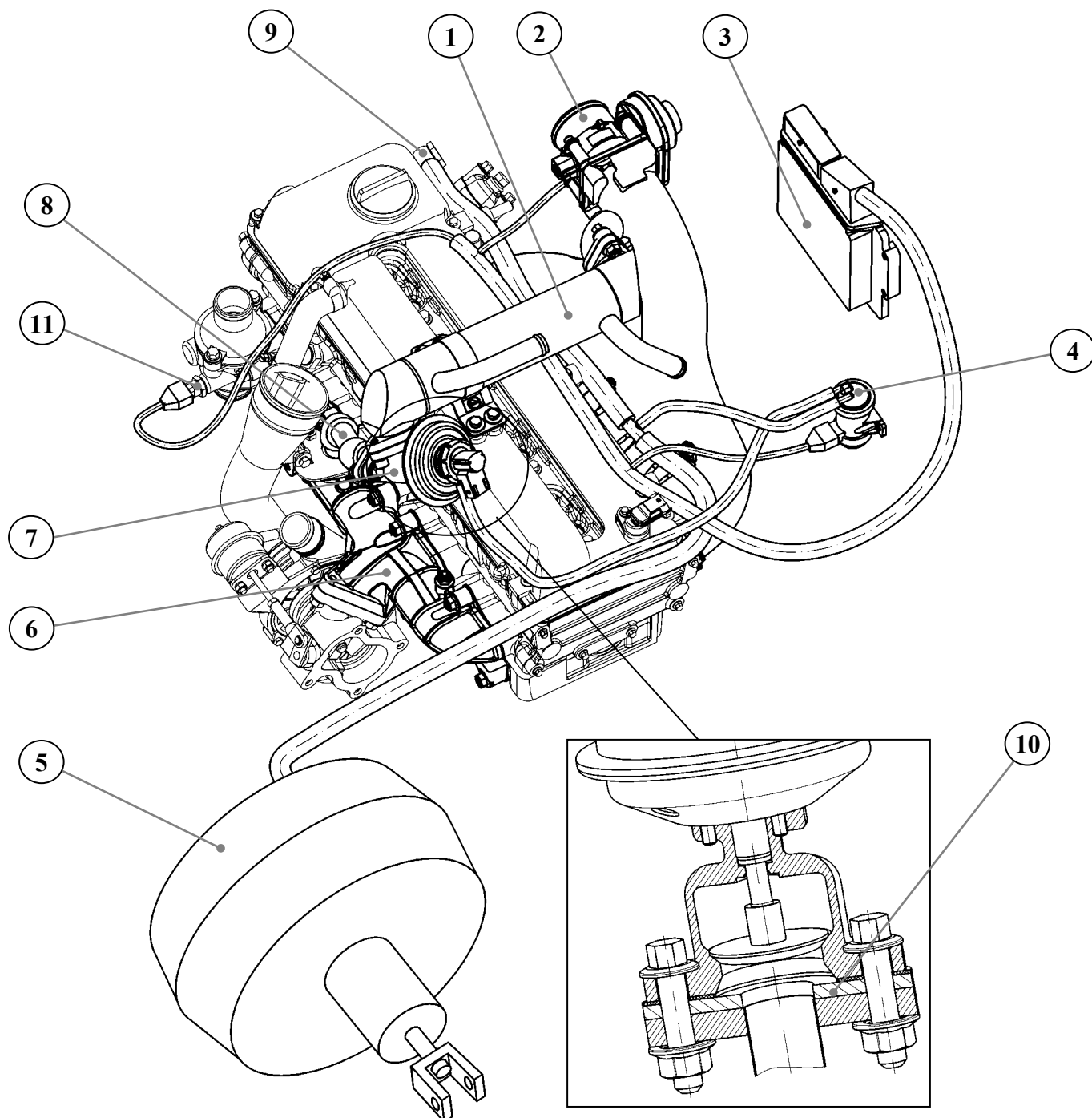


Рис.107. Управление системой рециркуляции:

1 – охладитель рециркулируемых газов; 2 – патрубок с электроуправляемой дроссельной заслонкой; 3 – электронный блок управления двигателем; 4 – электропневматический преобразователь давления (модулятор); 5 – вакуумный усилитель тормозов; 6 – выпускной коллектор; 7 – клапан рециркуляции; 8 – трубка рециркуляции; 9 – штуцер отбора вакуума вакуумного насоса; 10 – проставка системы рециркуляции.

В зависимости от температуры охлаждающей жидкости определяемой датчиком температуры 11 ЭБУ корректирует количество рециркулируемых ОГ. Чем ниже температура, тем меньше перепускается ОГ.

Количество рециркулируемых газов зависит от измеренного датчиком массового воздуха поступающего в двигатель и в случае его уменьшения из-за засорения воздушного фильтра или изменения условий окружающей среды ЭБУ снижает количество рециркулируемых ОГ.

#### 6.4.3 Управление системой электрического предпускового подогрева

Двигатели с непосредственным впрыском топлива требуют предпускового подогрева только при температурах ниже 0°C для чего оснащаются штифтовыми свечами накаливания.

##### **Штифтовая свеча накаливания (серийный номер 0 250 202 045)**

Штифт накаливания герметично запрессовывается в корпус 3 (рис.108) штифтовой свечи накаливания. Он состоит из термо- и коррозионностойкой трубки 4 накаливания, внутри которой в уплотненном наполнителе 6 из порошка оксида магния находится спиральная нить накаливания. Эта нить состоит из двух последовательно соединенных резисторов: размещенной на конце трубки накаливания нагревательной спирали 7 и регулирующей спирали 5. В то время как нагревательная спираль имеет почти независимое от температуры сопротивление, регулирующая спираль обладает положительным температурным коэффициентом.

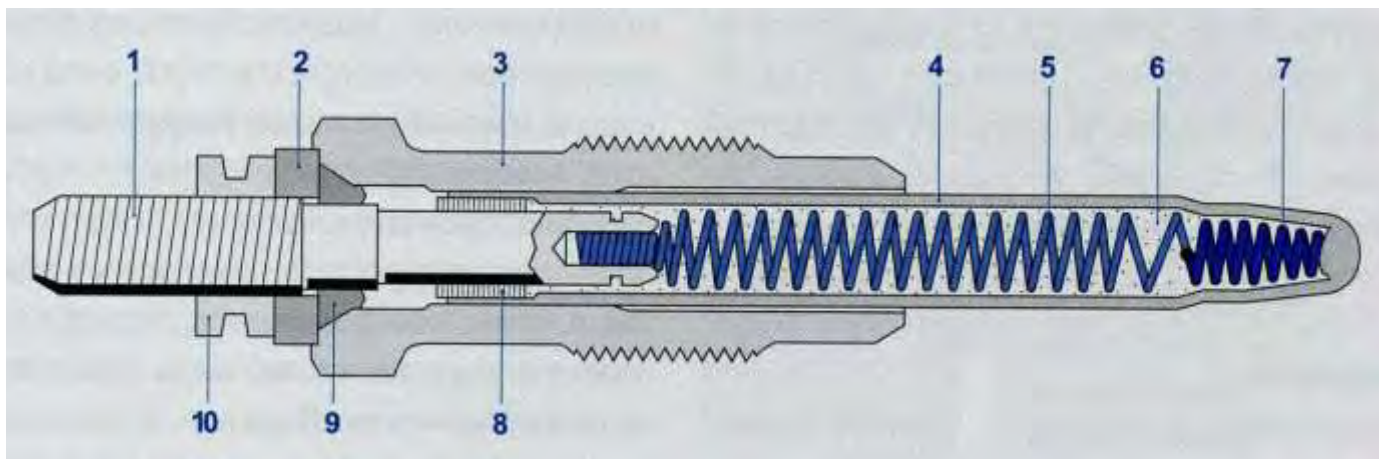


Рис.108. Свеча накаливания [1]:

1 – штифтер подачи электрического напряжения; 2 – изолирующая шайба; 3 – корпус; 4 – трубка накаливания; 5 – регулирующая спираль; 6 – наполнитель; 7 – нагревательная спираль; 8 – уплотнение корпуса нагревателя; 9 – двойное уплотнение; 10 – круглая гайка.

Ее сопротивление у штифтовых свечей накаливания последнего поколения GSK2 повышается с возрастанием температуры еще быстрее, чем у штифтовых свечей накаливания S-RSK. Новые штифтовые свечи накаливания отличаются ускоренным достижением необходимой для воспламенения температуры и более низкой тепловой инерцией. Температура для штифтовой свечи накаливания ограничивается, вместе с тем, некритическими значениями. Следовательно, после подачи напряжения она может работать еще несколько минут. Это вторичное прокаливание вы-

зывает улучшение процесса пуска и прогрева с отчетливо уменьшенными уровнями шума и эмиссии ОГ.

### Управление временем включения свечей накаливания

Блок управления работой дизеля (ЭБУ) управляет штифтовыми свечами накаливания через реле.

#### Функционирование

Управление системой предпускового подогрева осуществляется ЭБУ по сигналам датчика положения коленчатого вала двигателя, датчика температуры ОЖ.

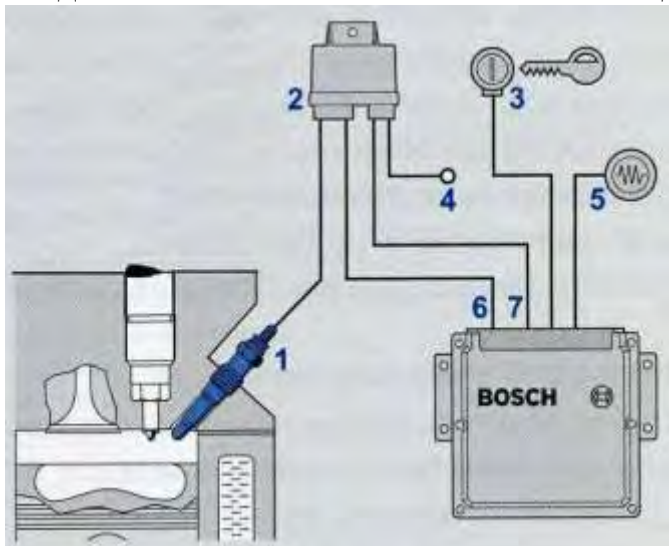


Рис.109. Схема подключения свечей накаливания [1]:

- 1 – штифтовая свеча накаливания;
- 2 – реле свечей накаливания;
- 3 – выключатель зажигания;
- 4 – подвод напряжения от аккумуляторной батареи;
- 5 – контрольная лампа;
- 6 – провод соединения с блоком управления работой дизеля;
- 7 – провод системы диагностики.

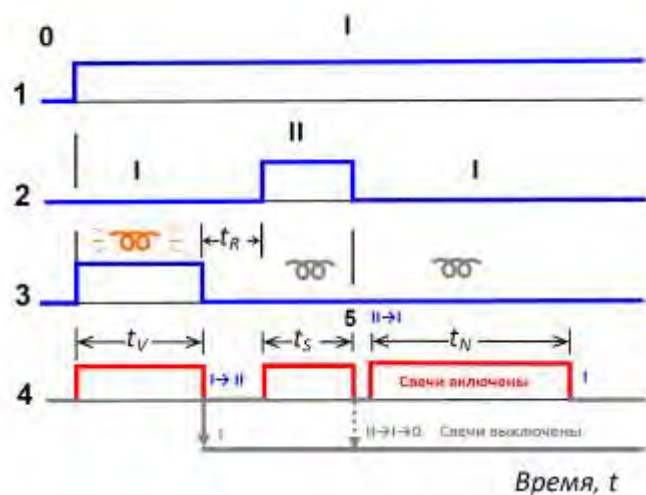


Рис.110. Алгоритм работы свечей накаливания:

- 1 – ключ зажигания в положении I «зажигание»;
- 2 – ключ зажигания в положении II «стартер»;
- 3 – время включения контрольной лампы;
- 4 – время включения свечей накаливания;
- 5 – пуск дизеля;
- $t_V$  – время предварительного накаливания;
- $t_R$  – время принятия решения о пуске;
- $t_S$  – время работы свечей во время пуска;
- $t_N$  – время последующего накаливания после запуска двигателя;
- 0-I-II – положения переключателя замка зажигания (а/м УАЗ-Патриот).

При переводе ключом замка зажигания 3 положение I на ЭБУ поступает сигнал (кривая 1) и ЭБУ включает индикатор 5 на панели приборов (кривая 3) и подает напряжение на реле 2 (рис.109 и 110). Начинается фаза предпускового разогрева свечи накаливания. Длительность фазы  $t_V = 7$  сек (кривая 5) вне зависимости от температуры ОЖ. При этом свеча накаливания уже разогревается до  $850\text{ }^\circ\text{C}$ .

По истечению времени  $t_V$  ЭБУ гасит индикатор 5 на панели приборов и отключает подачу напряжения на свечи накаливания. Далее водителем принимается решение о включении стартера для запуска двигателя (кривая 2)  $t_R$ , для чего ключом необходимо замок зажигания 3 необходимо перевести в положение II и ЭБУ вновь подаст напряжение на свечи накаливания.

В течение времени  $t_s$  (во время включения стартера) свечи накаливания остаются под напряжением для облегчения запуска двигателя. В фазе пуска впрыснутые капли топлива испаряются и воспламеняются в сжатом, горячем воздухе. Освобождающаяся тепловая энергия инициирует процесс сгорания.

В случае запуска двигателя выключатель зажигания переводится в положение I (кривая 2). ЭБУ подает сигнал на реле 2 и отключает подачу напряжения на свечи накаливания и затем для снижения «голубого» дыма («голубой» дым – несгоревшие углеводороды), снижения уровня шума сгорания при работе холодного двигателя на фазе прогрева, ЭБУ снова подключает свечи накаливания на период времени  $t_N$ , пока температура ОЖ не достигнет  $+40^\circ\text{C}$ .



Независимо от температуры окружающей среды свечи накаливания не включаются только при условии если температура ОЖ выше  $+60^\circ\text{C}$  (при температуре ОЖ  $+60^\circ\text{C}$  свечи кратковременно включаются на 2 с.).

В случае если двигатель не запустился, выключатель зажигания переводится в положение I или 0. ЭБУ подает сигнал на реле 2 и отключает подачу напряжения на свечи накаливания. Далее процедура запуска повторяется до тех пор, пока двигатель не запустится или возникшая неисправность препятствующая пуску не будет устранена.

На режиме прогрева двигателя ЭБУ увеличивает частоту вращения коленчатого вала двигателя до  $1100 \text{ мин}^{-1}$  и затем по мере прогрева и увеличения температуры ОЖ снижает ее до минимальной равной  $850 \text{ мин}^{-1}$ .

#### **6.4.4 Дополнительные функции системы управления двигателем**

Для защиты двигателя и топливной аппаратуры во время эксплуатации в ЭБУ заложены следующие дополнительные функции:

- уменьшение видимого дыма (противодымная функция);
- защита двигателя от перегрева (снижение топливоподачи при достижении температуры ОЖ  $115^\circ\text{C}$ );
- защита топливной аппаратуры (снижение топливоподачи при повышении температуры топлива поступающего из топливного бака свыше  $50^\circ\text{C}$ ).

##### **6.4.4.1 Функция уменьшения видимого дыма (противодымная функция)**

Для того, чтобы во время эксплуатации автомобиля из его выхлопной трубы не было выбросов видимого черного дыма ЭБУ программно снижает цикловую подачу топлива обеспечивая бездымное сгорание топлива.

##### **6.4.4.2 Защита двигателя от перегрева**

Для защиты деталей двигателя от последствий связанных с перегревом двигателя (задиры, коробления, и т.п.) при достижении температурой ОЖ на выходе из двига-

теля 105°C ЭБУ снижает цикловую подачу топлива, а при 115°C отключает подачу топлива. При этом данное событие заносится в энергонезависимую память ЭБУ «черный ящик».

#### **6.4.4.3 Защита топливной аппаратуры при перегреве топлива**

Детали топливной аппаратуры смазываются и охлаждаются топливом. Известно, что топливо в системах Common Rail из-за высокого давления нагревается, и под влиянием температуры топлива, поступающего из магистрали обратного слива, постепенно повышается температура топлива в баке. Соответственно снижается его смазывающая и охлаждающая способность, что может привести к перегреву узлов топливной аппаратуры и задиру прецизионных пар ТНВД. Для снижения температуры топлива ЭБУ в зависимости от показаний датчика температуры топлива расположенного в корпусе ФТОГ уменьшает цикловую подачу до тех пор, пока температура топлива не снизится до безопасного значения. В случае, если температура топлива продолжает расти ЭБУ будет снижать цикловую подачу. При этом данное событие заносится в энергонезависимую память ЭБУ «черный ящик».


#### **6.4.4.4 Бортовая диагностика EOBD**

Предельный уровень эмиссии ОГ на работающем дизеле постоянно снижается законодательным образом. Для его соответствия установленным нормам нужно постоянно контролировать работу дизеля и его систем, поэтому законодательно принято предписание, которое регламентирует проведение диагностики ряда агрегатов и систем, влияющих на уровень эмиссии ОГ. В России данные требования оговорены в Правилах №83-05В (ГОСТ Р 41.83-2004) по которым, все новые автомобили с полной массой до 3,5 тонн должны располагать диагностикой, которая выявляет неисправности, влияющие на превышение уровня нормируемой эмиссии ОГ. Правилами №83-05В (ГОСТ Р41.83-2004) установлены предельные значения эмиссии ОГ, в которые должен укладываться автомобиль в случае выхода из строя элементов систем влияющих на эмиссии вредных веществ в ОГ.

На автомобилях УАЗ с дизелями ЗМЗ-51432 (рис.107) бортовая диагностика EOBD осуществляется за:

- модулятором 4;
- клапаном рециркуляции 7;
- дроссельной заслонкой с электроприводом 2;
- пневмоприводом клапана перепуска ОГ (WG) турбокомпрессора;
- электромагнитными топливными форсунками;
- регулятором давления топлива;
- датчиком давления топлива;
- датчиком массового расхода воздуха;
- датчиком положения коленчатого вала;
- датчиком положения распределительно вала;
- датчиком температуры охлаждающей жидкости.

Модулятор 4, дроссельная заслонка с электроприводом 2 и датчики диагностируются ЭБУ с помощью электрических сигналов. Функционирование клапана рециркуляции 7 и пневмопривода клапана перепуска турбокомпрессора из-за отсут-

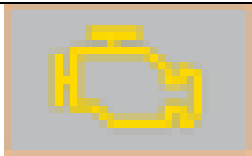
ствия электрической связи с ЭБУ диагностируются косвенно по измеряемому расходу воздуха с помощью датчика массового расхода воздуха. Программным обеспечением могут быть распознаны два крайних состояния клапана рециркуляции и пневмопривода турбокомпрессора – «открыто» либо «закрыто». В случае распознавания неисправности после трех запусков двигателя ЭБУ зажигает индикатор «» на панели приборов автомобиля и переходит на программу управления двигателем позволяющую автомобилю выполнять требования законодательства по эмиссии вредных веществ. При этом двигатель работает с меньшими цикловыми подачами и соответственно двигатель развивает меньший крутящий момент, что снижает тягово-скоростные свойства автомобиля.

### 6.5 Диагностика системы электронного управления двигателем

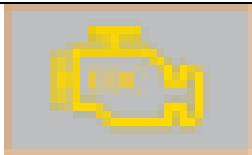
Каждая система электронного управления снабжена собственной системой диагностики, с помощью которой возможна обширная проверка всей системы. В случае возникновения неисправности в работе узлов системы управления двигателем на панели приборов зажигаются соответствующие сигнализаторы (рис.111, рис.112)



Рис.111. Расположение индикаторов неисправности узлов системы управления двигателем на панели приборов УАЗ-31638 Патриот, УАЗ-23638 Пикап, УАЗ-23608 Карго.



**Сигнализатор неисправности «OBD»** элементов системы управления двигателем, влияющих на токсичность отработавших газов (оранжевый цвет). Загорается при включении зажигания и гаснет после пуска двигателя. **Включение сигнализатора указывает на наличие неисправностей компонентов двигателя или системы выпуска, влияющих на уровень токсичности ОГ.** При включении сигнализатора, если это не сопровождается значительным ухудшением ездовых качеств, можно продолжать движение с небольшой скоростью до ближайшей авторизованной сервисной станции ОАО «УАЗ» для проведения диагностических работ и устранения возникшей неисправности. *Продолжительная эксплуатация с включенным сигнализатором неисправности может привести к выходу из строя элементов системы управления двигателем.*



**Сигнализатор неисправности «EDC»** системы управления двигателем (оранжевый цвет). Загорается для тестирования при включении зажигания на 2-3 сек и гаснет. **Включение сигнализатора (постоянное горение лампы или мигание лампы) указывает на наличие неисправностей в системе управления двигателем.** При постоянном горении лампы, если это не сопровождается значительным ухудшением ездовых качеств, можно продолжать движение до ближайшей авторизованной сервисной станции ОАО «УАЗ» для проведения диагностических работ и устранения возникшей неисправности. Если лампа мигает, то работа двигателя недопустима, необходимо остановить автомобиль и заглушить двигатель. *Продолжительная эксплуатация с включенным сигнализатором неисправности может привести к выходу из строя элементов системы управления двигателем.*

Рис.112. Сигнализаторы неисправностей.

Если электронная система управления двигателем могла проверяться раньше простыми измерительными приборами (например, мультиметром), то в связи с постоянным совершенствованием электронных систем управления двигателем сегодня необходимы комплексные тестеры.

### 6.5.1 Диагностический тестер серии KTS ф.BOSCH

Тестеры серии KTS весьма распространены на станциях технического обслуживания. Тестер KTS500 (рис.113) доступен для использования в небольших мастерских и позволяет получать результаты измерений в графическом виде. Эти тестеры именуется также моторными тестерами.

#### **Функции KTS500**

KTS500 предлагает множество функций, которые могут выбираться с помощью клавиш из меню, отображенного на дисплее. Ниже приведен список самых важных функций, которые способен выполнить тестер KTS500.

**Считывание памяти неисправностей:** неисправности, выявленные во время работы собственной системой диагностики автомобиля и зафиксированные в памяти неисправностей, могут считываться KTS500 и показываться на дисплее обычным текстом.

**Считывание фактических значений:** действительные значения, которые рассчитывает блок управления работой дизеля, могут считываться как физические величины (например, частота вращения коленчатого вала двигателя в об/мин).

**Диагностика исполнительного механизма:** для проверки функционирования можно управлять электрическим исполнительным механизмом.



**Тест двигателя:** тестер системы запускает запрограммированные проверочные прогоны для испытания системы управления работой дизеля или самого дизеля (например, замер компрессии в цилиндрах).

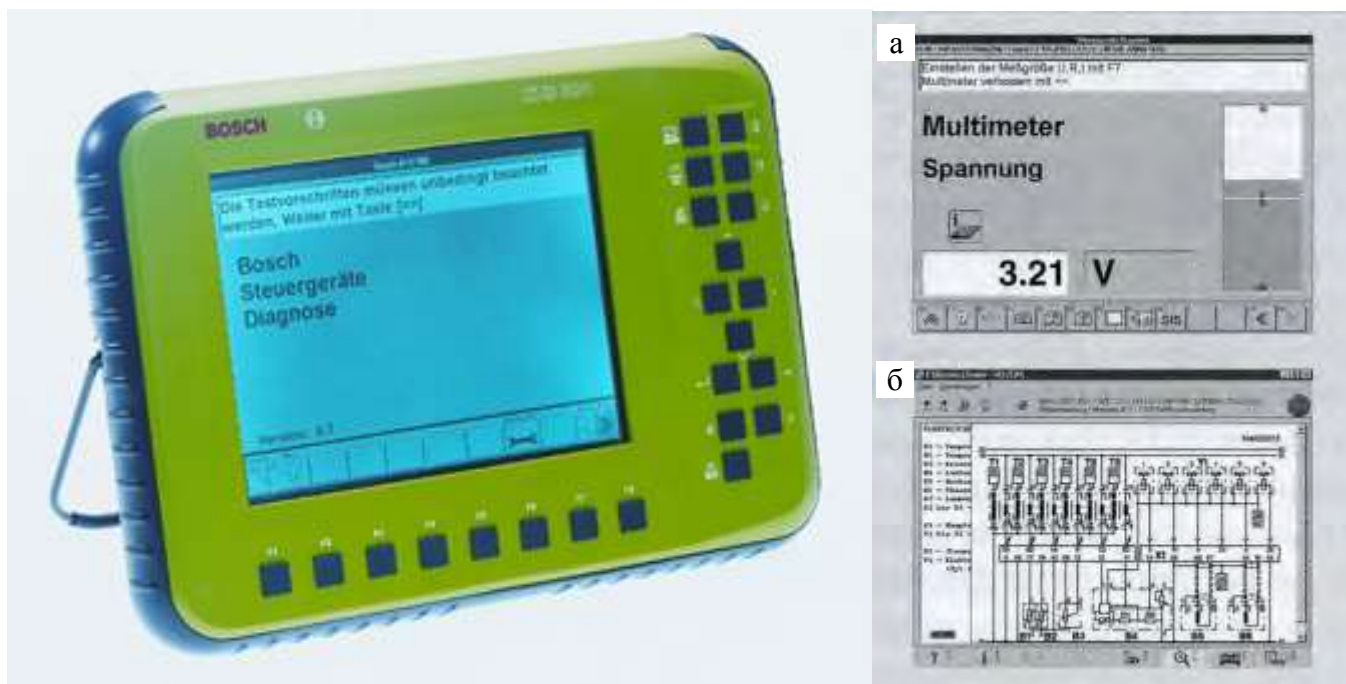


Рис.113. Системный тестер KTS500 [1]:

а – графическое отображение функции мультиметра; б – графическое отображение электрической схемы соединений.

**Функция мультиметра:** сила тока, напряжение и сопротивление могут измеряться в режиме обычного мультиметра.

**Развертка по времени:** текущие измеряемые величины представляются графически, как на экране осциллографа.

**Дополнительные сведения:** к показанным неисправностям и соответствующим компонентам могут прилагаться особые, дополнительные сведения (например, расположение и проверочные параметры агрегатов, электрические схемы).

**Печать:** все данные могут печататься на стандартных принтерах персональных компьютеров (например, список фактических значений различных тестовых параметров).

#### **Стандартные процедуры**

Способ действий при диагностике одинаков для всех систем электронного регулирования работы дизеля. Самое главное вспомогательное средство — моторный тестер, который подключается к блоку управления работой дизеля через диагностический штекер. Пример расположения диагностического штекера на автомобилях УАЗ Патриот приведен на рис.114.

#### **Идентификация транспортного средства**

Для проведения диагностики в меню тестера необходимо выбрать марку, модель и модификацию автомобиля, чтобы получить доступ к необходимым данным.

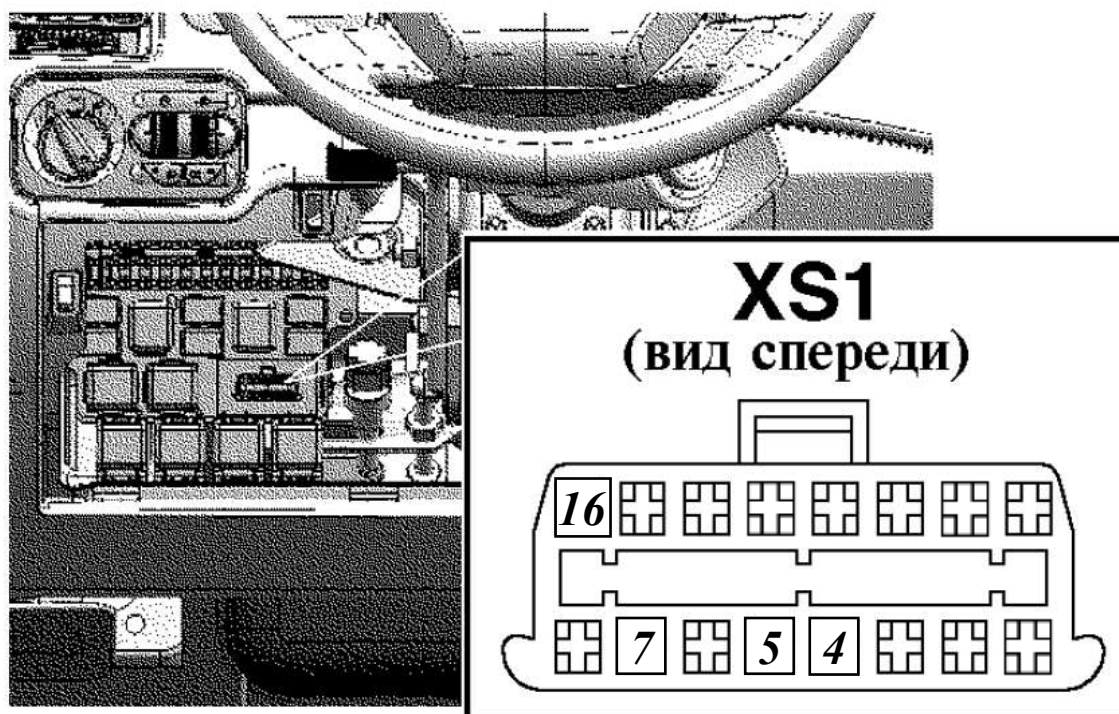


Рис.114. Диагностический разъем (XS1) [2]:  
4, 5 – масса; 7 – К-линия; 16 – питание +12В.

### ***Чтение памяти неисправностей***

Собственная диагностика системы управления работой дизеля проверяет электрические агрегаты на неправильное функционирование. Выявленная неисправность записывается в память с указанием:

- цепи, где возникла неисправность (например, цепь датчика температуры охлаждающей жидкости);
  - типа неисправности (например, короткое замыкание на массу или недостоверный сигнал);
  - состояния неисправности (например, повторяющаяся неисправность или однократная ошибка);
  - внешних условий (параметры, замеренные к моменту запоминания неисправности, например, частота вращения коленчатого вала, температура охлаждающей жидкости и т.д.).
- Используя свойство программы «память неисправностей», можно переправить данные о неисправностях, собранных в блоке управления, в моторный тестер. Информация о неисправности отображается на дисплее в форме текста с указанием цепи, места, состояния неисправности и т.д.

### ***Поиск неисправности***

В обоих случаях возникновения неисправности – с ее записью в память блока управления или без записи – электронная информация базы данных сервисной станции оказывает поддержку в дальнейшем поиске. Здесь для всех возможных проблем (например, двигатель «троит») или неисправностей (например, короткое замыкание датчика температуры охлаждающей жидкости) даются указания по поиску неисправности.

### ***Ликвидация неисправности***

После того, как причина неисправности локализована с помощью сведений из электронной сервисной базы данных, неисправность может быть устранена.

### ***Очистка памяти неисправностей***

Если неисправность устранена, то запись о ней должна быть удалена из памяти неисправностей.

### ***Пробная поездка***

Чтобы убедиться в устранении неисправности, проводится пробная поездка. Во время этой поездки самодиагностика проверяет систему и снова заносит в память сведения о возможно еще сохранившейся неисправности.

### ***Контроль памяти неисправностей***

После пробной поездки память неисправностей считывается еще раз. Теперь она должна быть очищена, что означает успешное завершение ремонта.

### ***Более глубокие методы диагностики***

Тестер KTS500 предлагает, кроме стандартных функций, дополнительные возможности для диагностики электронной системы управления работой дизеля извне. Моторный тестер выдает задания, блок управления работой дизеля их выполняет.

### ***Диагностика исполнительного механизма***

Многие функции блока управления (например, изменение рециркуляции ОГ) выполняются во время движения автомобиля лишь при определенных условиях. В результате, без вспомогательного оборудования в сервисной мастерской невозможно целенаправленно активизировать тот или иной исполнительный механизм, чтобы проверить его работоспособность. Диагностикой исполнительного механизма с помощью моторного тестера проверяется вся электрическая цепь от блока управления до самого механизма, однако речь не идет о полном восстановлении его работоспособности. Такая диагностика проводится, как правило, на остановленном автомобиле, когда включаются только те механизмы, от которых не зависит работа основных бортовых агрегатов. Это означает: исполнительные механизмы, которые могли быть повреждены неправильными действиями системы диагностики или способны привести к повреждениям двигателя, исключаются из этого теста.

### ***Проверка сигналов управления***

Неправильная работа исполнительных механизмов может быть обнаружена по изменению формы импульсов сигнала управления, получаемых с помощью осциллографа. Это важно для тех случаев, когда исполнительные механизмы не подвергаются диагностике (например, форсунки).

### ***Функции тестирования двигателя***

Неисправность, не определяемую самодиагностикой, можно локализовать с помощью поддерживающих функций моторного тестера. К тому же в блоке управления работой дизеля имеются программы, которые можно запускать тестером (например, замер компрессии по цилиндрам). Тест ограничен во времени, а его начало и завершение отмечаются моторным тестером. Результат в виде списка передается из блока управления в тестер. При замере компрессии, когда двигатель прокручивается стартером, впрыскивание топлива в цилиндры не производится. Система управления работой дизеля регистрирует частоту вращения коленчатого вала. По разнице между самым низким и самым высоким значениями угловой скорости,

можно сделать вывод о компрессии в отдельных цилиндрах и, таким образом, судить о состоянии дизеля в целом.

### ***Тест сравнения частоты вращения коленвала и величины подачи топлива***

Различие в величине подачи топлива по отдельным цилиндрам вызывает получение разных крутящих моментов по отдельным цилиндрам двигателя и, как следствие этого, неравномерное вращение коленчатого вала. Блок управления работой дизеля измеряет мгновенную скорость вращения и передает данные в моторный тестер, где скорость вращения фиксируется раздельно для рабочего хода каждого цилиндра. Большие отклонения в величинах угловой скорости и подачи топлива по отдельным цилиндрам указывают на проблемы с подачей топлива.

Регулирование плавности хода дизеля, выполняемое регулятором частоты вращения коленчатого вала, выравнивает колебания частоты вращения индивидуальной дозировкой топлива по цилиндрам, поэтому во время теста по сравнению угловых скоростей регулировка плавности хода отключается.

Тест сравнения величины подачи топлива проводится при активном регулировании плавности хода. Моторный тестер показывает для каждого цилиндра величину подачи топлива, которая обеспечивает равномерное вращение коленчатого вала.

Оценка осуществляется сравнением характерных для цилиндров частот вращения и величин подачи топлива.

## 6.5.2 Диагностический сканер-тестер СТМ-6

Прибор СТМ-6 - это портативный универсальный сканер-тестер (без картриджей) предназначен для диагностики автомобилей УАЗ и других отечественных автомобилей (рис.115).

Прибор имеет маслобензостойкий корпус, пленочную клавиатуру на 6 функциональных клавиш, жидкокристаллический индикатор 16x2 символов с подсветкой табло.

Габариты прибора без кабелей - 178x88x30 мм. Внешний вид прибора приведен на рисунке 1. Комплект прибора с кабелем Евро-3/4, эксплуатационной документацией и CD-диском уместается в мужскую визитку - 230x150x90 мм.

В верхней торцевой части прибор имеет: розетку для подключения диагностических кабелей и вилку для подсоединения к USB-шине персонального компьютера (ПК).



Рис.115. Внешний вид прибора СТМ-6.

Прибор обеспечивает диагностический обмен информацией с автомобильными контроллерами по K-Line в соответствии с протоколом KWP-2000. Режимы работы: автономный («Тестер») или компьютерный («Адаптер»).

Основные функции прибора:

- диагностика кодов неисправностей;
- сброс накопленных кодов неисправностей;
- контроль параметров;
- чтение паспортных данных;
- оперативное управление исполнительными механизмами системы.

После подключения тестера к диагностическому соединителю автомобиля он инициализируется и загружает главное меню:

- Автономный сканер – переход в режим автономного прибора;

- Версия, Адрес – справка о версии прибора и адрес разработчика.

По умолчанию тестер находится в режим «Адаптер».

После выбора контроллера, если диагностическая сессия с контроллером установлена, то начинает мигать зеленый индикатор «TEST». Если связь с контроллером не устанавливается или прерывается (по разным причинам, например, контроллер неисправен, или обрыв провода K-Line) – загорается красный индикатор "ERORR", выдается длинный зуммер, тестер перезагружается и возвращается в главное меню.

В автономном режиме прибор позволяет осуществлять просмотр одного параметра (с его наименованием в нижней строке) или двух параметров (без наименований) в любой комбинации, осуществлять быстрое перемещение (скроллинг) в конец или начало списка, запоминать "срез" параметров для их детального просмотра.

Для диагностики контроллера EDC16C39-6H1, предназначенного для управления дизельным двигателем ЗМЗ-51432.10/Евро-4 (Common-Rail), в режиме «Тестер» выполняются следующие функции:

- Коды ошибок – чтение и сброс кодов неисправностей системы управления двигателем в соответствии с таблицей раздела 6.1.4;

- Паспорт – чтение паспортных данных контроллера в соответствии с таблицей раздела 6.1.2;

- Параметры – чтение основных параметров контроллера в соответствии с таблицей раздела 6.1.3 (6 параметров, помеченных «\*»).

Более детальное описание операций по управлению прибором приведено в прилагаемом к сканер-тестеру СТМ-6 «Руководству пользователя».

Диагностика контроллера EDC16C39-6H1, предназначенного для управления дизельным двигателем ЗМЗ-51432.10/Евро-4 (Common-Rail), в режиме «Адаптер» под управлением программы USB\_D.exe (версия 3.02 и выше) для персонального компьютера включает следующие функции:

- Com-порт - выбор виртуального Com для USB-порта ПК;

- Выбор блока – выбор типа контроллера для диагностики;

- Пуск/останов – запуск или останов диагностической сессии;

- Параметры – чтение основных параметров контроллера в соответствии с таблицей раздела 6.1.3;

- Коды – чтение и сброс кодов неисправностей системы управления двигателем в соответствии с таблицей раздела 6.1.4;

- Паспорт – чтение паспортных данных контроллера в соответствии с таблицей раздела 6.1.2;

- Управление - оперативное управление исполнительными механизмами системы;

В режиме «Управление» программа позволяет:

- включать-выключать реле компрессора кондиционера, индикатор свечей накаливания, индикатор OBD, индикатор EDC, индикатор ИММО;

- записывать и перезаписывать признак калибровок контроллера в соответствии с комплектацией автомобиля: «Хантер», «Патриот» или «Патриот с кондиционером» (см. примечание таблицы в разделе 6.1.2); методика записи признака калибровок приведена в разделе 6.1.1.

Рабочие операционные среды: WINDOWS-98/2000, WINDOWS-XP, WINDOWS-7. Программа USB\_D.exe и необходимые установочные драйверы для USB-порта находятся на прилагаемом к прибору CD-диске.

Пример изображения диалоговых окон программы USB\_D.exe приведен на рис.116 и рис.117.

Диагностика ЭСУД по протоколу KWP2000. Версия 3.02 от 15.03.2012

COM-порт: Выбор блока:  Старт(F7)  Управление(F9)  Справка  Выход(F10)

Параметры Коды/Паспорт АРМ3/USB-KWP2000V0.02 30.05.2008

ПАРАМЕТРЫ

Параметр	Значение	Ед.изм.	Описание
KUPPL	0	бит	Состояние педали сцепления (0=нажато)
WPED	0	%	Положение педали акселератора
TMOT		°C	Температура охлаждающей жидкости двигателя
NSDL	1195,483	об/м	Заданная минимальная частота вращения на холостом ходу
BREM5		бит	Состояние педали тормоза (0=не нажато; 3=нажато)
LTFUEL		°C	Линейризованное значение температуры топлива
ACC	0	бит	Состояние реле компрессора кондиционера (1=включено)
B_BRK2		бит	Состояние деп.выключателя педали тормоза (норм.замкнутый/вход-K80;0=нажато)
S_T15	1	бит	Состояние клеммы "15" бортовой сети (1=включено)
ATR		кг/ч	Замеренный массовый расход воздуха
S_GLW		бит	Состояние индикатора свечей накапления (1=включено)
GLOW	0	бит	Состояние сигнала управления реле свечей накапления (1=включено)
UIPED	0	mV	Напряжение сигнала датчика 1 положения педали акселератора
PATM	100	кПа	Атмосферное давление (датчик в контроллере)
UBSQ	14,63074	V	Напряжение бортовой сети автомобиля
VFZG		км/ч	Текущая скорость автомобиля
RK	0	Мг/ц	Заданное цикловое наполнение топливом (цикл/цилиндр)
ESLOCK		бит	Запрещение впрыска топлива от иммобилайзера (1=запрещено)
B_BRK1	0	бит	Сигнал главного выключателя педали тормоза (норм.разомкнутого/вход-K17; 1=нажато)
TRG		Нм	Крутящий момент двигателя
%TRG		%	Отношение текущего крутящего момента к максимальному
S_LMFD	0	бит	Статус лампы иммобилайзера (1=включено)
S_OBD	0	бит	Статус лампы токсичности OBD (1=включено)
S_EDC		бит	Статус лампы неисправности системы EDC (1=включено)
QEGR	0	%	Скважность ШИМ-сигнала управления клапаном рециркуляции
B_ACC	0	бит	Сигнал запроса на включение кондиционера (1=включено)
RL		Мг/ц	Цикловое наполнение цилиндров воздухом (цикл/цилиндр)
FD_GLOW	0	бит	Сигнал обратной связи со свечей накапления (1=включено)

Обмен данными: [LIM] EDC:16C39(SMS:5143.19) Выход: записано в файл... | Состояние датчика температуры

Пуск | АвтоТранЗ (МЭУ) | ЭК-ЭП (Ремонт авто) | АвтоТранЗ - АвтоТранЗ | Диагностика ЭСУД

Рис.116. Основное диалоговое окно программы USB\_D.exe.

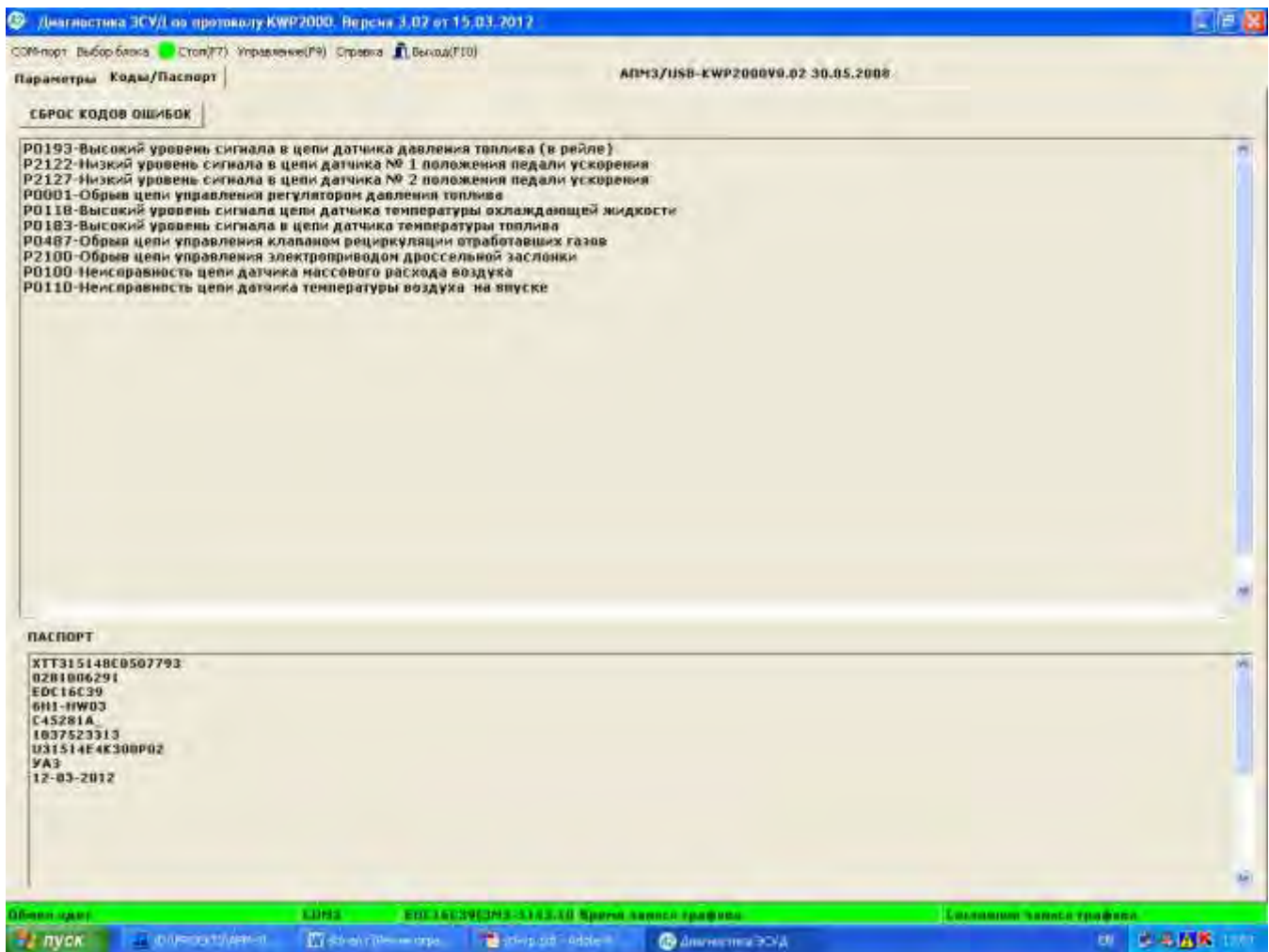


Рис.117. Диалоговое окно «Коды/Паспорт» программы USB\_D.exe.



## 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ

### 7.1 Предупреждения:

➤ **запрещается полностью вырабатывать топливо из системы питания**, так как смазка трущихся деталей ТНВД осуществляется топливом и это неминуемо приведет к выходу ТНВД из строя;

➤ **не начинайте движение на автомобиле сразу после запуска холодного двигателя**. Необходимо поработать 1...2 минуты на минимальных оборотах холостого хода для приведения турбокомпрессора и систем двигателя в рабочее состояние;

➤ **перед остановкой двигателя после длительной работы на больших нагрузках необходимо поработать 3...5 минут на минимальных оборотах холостого хода** для охлаждения корпуса турбины турбокомпрессора и распылителей топливных форсунок с целью предотвращения закоксовывания смазочного масла в подшипниках скольжения турбокомпрессора и остатков топлива в распылителях топливных форсунок;

➤ **не рекомендуется работа двигателя более 10 минут на минимальных оборотах холостого хода**, т.к. за счет разрежения, создаваемого цилиндропоршневой группой, давление воздуха внутри корпуса компрессора турбокомпрессора устанавливается ниже атмосферного. Часть смазочного масла из корпуса подшипников турбокомпрессора через лабиринтное уплотнение колеса компрессора поступает в систему впуска двигателя, вызывая его повышенное дымление;

➤ **запрещается изменять настройку пневмопривода клапана перепуска ОГ турбокомпрессора**. Пневмопривод клапана перепуска ОГ (WG) турбокомпрессора отрегулирован на заводе-изготовителе турбокомпрессора, и его изменение в ту или иную сторону приведет к срабатыванию бортовой диагностики EOBD и переводу работы двигателя с пониженными цикловыми подачами топлива и к снижению тягово-скоростных свойств у автомобиля;

➤ **не допускайте перегрева двигателя**. При срабатывании сигнализатора перегрева следует перевести работу двигателя на режим минимальных оборотов холостого хода, дать поработать 3...5 мин для снятия пиковых температур с деталей, а затем остановить двигатель для выявления и устранения причин перегрева (см. главу 9 «перегрев двигателя»);

➤ **при появлении в работающем двигателе выделяющихся шумов и стуков следует выяснить причину их возникновения и до устранения неисправности двигатель не эксплуатировать**. В холодном двигателе после запуска возможно появление стуков гидроопор клапанов и гидронатяжителей. По мере прогрева двигателя стуки должны исчезнуть;

➤ **не допускается эксплуатация двигателя с горящим сигнализатором аварийного давления масла**. Это приведет к повреждению подшипников коленчатого вала, подшипников турбокомпрессора, перегреву поршней и может привести к отказу двигателя;

➤ при эксплуатации не нарушайте герметичность системы вентиляции картерных газов и не допускайте работу двигателя при открытом маслосливном патрубке крышки клапанов. Это приведет к повышенному уносу в атмосферу масла с картерными газами и загрязнению окружающей среды, нарушению рабочего процесса двигателя и может привести к его отказу;

➤ запрещается эксплуатировать двигатель без термостата. Двигатель без термостата работает при пониженной температуре охлаждающей жидкости. В результате ускоряется износ деталей двигателя и увеличивается расход топлива;

➤ запрещается эксплуатация двигателя с отсоединенными или негерметичными вакуумными шлангами клапана рециркуляции отработавших газов и усилителя тормозов. При нарушении герметичности вакуумных шлангов, вакуумной камеры усилителя тормозов и пневмокамеры клапана рециркуляции вакуумный насос будет нагнетать воздух в картер двигателя, что приведет к повышению давления в картере двигателя и повышенному расходу масла на угар, в результате чего двигатель может «пойти вразнос»;

➤ не допускается эксплуатация двигателя с горящей лампой неисправности двигателя (лампой диагностики). Постоянное горение лампы говорит о наличии неисправностей в системе управления. Необходимо провести диагностику системы и устранить неисправность в возможно короткий срок.

## 7.2 Пуск и останов двигателя

Топливо и масло должны соответствовать сезону эксплуатации.

Для обеспечения надежного пуска двигателя по ОСТ 37.001.052 при отрицательной температуре окружающего воздуха (минус 25°C и ниже) применяйте предпусковой подогрев.

Перед запуском двигателя провести ежедневное обслуживание двигателя (ЕО): проверить уровень масла, охлаждающей жидкости, герметичность систем питания, смазки, охлаждения, вентиляции картера и отсутствие «вредных контактов» деталей двигателя с деталями автомобиля, приводящих к разрушению деталей.

*При запуске двигателя в холодный период времени года, после длительной стоянки или в случае завоздушивания системы топливоподачи при проведении обслуживания или ремонта необходимо прокачать систему топливоподачи с помощью ручного топливоподкачивающего насоса ФТОТ (поз.5 рис.55).*





**Во время запуска двигателя не следует нажимать на педаль акселератора, что ухудшает условия запуска.**



Не начинайте движение на автомобиле сразу после запуска холодного двигателя. После запуска двигателя необходимо дать ему поработать 1 - 2 минуты на минимальных оборотах холостого хода для приведения турбокомпрессора и систем двигателя в рабочее состояние, после чего двигатель готов к эксплуатации.

**Запрещается при прогреве двигателя, во избежание задиров поверхностей пар трения, резко повышать частоту вращения коленчатого вала!**


Начинать движение на непрогретом двигателе следует с умеренной нагрузкой. Оптимальные условия эксплуатации двигателя обеспечиваются при температуре охлаждающей жидкости плюс 60...95 °С.

### 7.2.1 Пуск двигателя

1. Повернуть ключ в замке зажигания в положение «I», на панели приборов должны загореться лампы включения свечей накаливания , неисправности двигателя  и , аварийного давления масла . Через 7 сек должна погаснуть лампа включения свечей накаливания, что свидетельствует о разогреве свечей накаливания и готовности двигателя к запуску.

2. Повернуть ключ в замке зажигания в положение «II» для запуска двигателя стартером и запустить двигатель. При отсутствии неисправностей в системе управления двигателем индикаторы  и  должны погаснуть.

3. Если после возвращения замка зажигания в положение «I» лампы неисправности двигателя не погасли, это свидетельствует об ошибках в системе управления, которые обнаружены самодиагностикой блока управления. При этом запуск и работа двигателя в большинстве случаев возможны, но необходимо в кратчайшие сроки устранить неисправность в системе управления.

4. Запуск двигателя стартером (при отсутствии ошибок в системе управления) должен производиться с момента, как погаснет контрольная лампа включения свечей накаливания . Для этого необходимо нажать на педаль сцепления и включить стартер поворотом ключа переводя замок зажигания в положение «II». Стартер держать включенным до пуска двигателя, но не более 15 секунд.

5. Как только двигатель заработает, немедленно отпустить ключ в выключателе пуска, и он должен автоматически вернуть замок зажигания в положение «I». Стартер может выйти из строя, если он остается включенным после пуска двигателя. Продолжительность работы свечей накаливания зависит от начальной температуры ОЖ двигателя и соответствует времени прогрева двигателя до температуры плюс 60 °С.

6. Если двигатель не запускается или глохнет необходимо ключом вернуть замок зажигания в положение «0» и повторить операции по запуску двигателя, начиная с п.1. Повторное включение стартера производить не ранее, чем через 1 минуту.

7. Если двигатель не пускается после трех попыток, прекратить пуск, выяснить и устранить причину неисправности.

8. Каждое включение свечей накаливания должно завершаться попыткой запуска двигателя. Принудительное многократное включение и выключение свечей накаливания без попытки запуска на успешный запуск двигателя не влияет, если в системе топливоподачи недостаточно топлива.

### 7.2.3 Останов двигателя

Останавливать двигатель следует переводя ключом замок зажигания в положение «0».

Перед остановом двигателя после длительной работы на большой нагрузке необходимо дать ему поработать 3-5 минут на минимальных оборотах холостого хода для охлаждения, нагретых до высоких температур частей деталей двигателя.

Невыполнение данного мероприятия может привести к преждевременному выходу из строя деталей цилиндропоршневой группы, турбокомпрессора и топливных форсунок из-за возможного коксования масла в канавках поршней под поршневые кольца, подшипниках поршневых пальцев и турбокомпрессора, и топлива в распылителях топливных форсунок.

### 7.3 Обкатка двигателя в составе автомобиля

Долговечность двигателя в значительной степени зависит от приработки деталей двигателя в период обкатки.

Продолжительность обкатки установлена **2 500 км** пробега.

В период обкатки:

- через **1 000 км** пробега произвести замену технологического масляного фильтра установленного на заводе;
- проверять натяжение ремней привода агрегатов и вентилятора, так как в период обкатки происходит их наибольшая вытяжка.

### 7.4 Рекомендуемые режимы эксплуатации

При движении автомобиля используйте режимы работы двигателя, характеризующиеся средними величинами нагрузок и оборотов коленчатого вала.

Оптимальные условия эксплуатации двигателя с точки зрения минимальных износ и максимальной экономичности обеспечиваются при температуре охлаждающей жидкости в пределах плюс 60...95 °С.

Для обеспечения автоматической кратковременной работы двигателя на минимальных оборотах холостого хода после извлечения ключа из замка зажигания рекомендуется применять турботаймер. Турботаймер является одной из функций охранной системы автомобиля, либо как отдельно устанавливаемый прибор.

## 8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Для обеспечения постоянной готовности двигателя к работе, поддержания его высоких эксплуатационных качеств и предупреждения серьезных поломок двигателя необходимо проводить техническое обслуживание в сроки, указанные в сервисной книжке, на сервисной станции с помощью квалифицированных специалистов; а также применять топливо, масло и охлаждающую жидкость, рекомендуемые в паспорте на двигатель и настоящем руководстве.

### **Виды технического обслуживания:**

- Ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- Техническое обслуживание в период обкатки после пробега первой 1 000 км (выполняется между 1000 – 1400 км);
- Техническое обслуживание после обкатки после пробега первых 2 500 км (выполняется между 2 300 – 2 700 км);

### **Периодическое техническое обслуживание:**

- Первое техническое обслуживание (ТО-1);
- Второе техническое обслуживание (ТО-2);
- Сезонное техническое обслуживание (СО).

Периодичность обслуживаний ТО-1 и ТО-2 устанавливается в зависимости от категории условий эксплуатации автомобиля – в соответствии с ГОСТ 21624 (см. Таблицу 5).

Таблица 5

Категория условий эксплуатации по ГОСТ 21624*	Периодичность технического обслуживания, км	
	ТО - 1	ТО - 2
<i>I</i>	<i>10 000</i>	<i>20 000</i>
<i>II</i>	<i>9 000</i>	<i>18 000</i>
<i>III</i>	<i>8 000</i>	<i>16 000</i>
<i>IV</i>	<i>7 000</i>	<i>14 000</i>
<i>V</i>	<i>6 000</i>	<i>12 000</i>

\* - *I* – дороги за пределами пригородной зоны с цементобетонным и асфальтобетонным покрытием в равнинной и слабохолмистой местности;

*II* - дороги за пределами пригородной зоны с цементобетонным и асфальтобетонным покрытием в гористой местности, а также в малых городах и пригородной зоне со всеми типами рельефа местности, кроме горного, дороги с покрытием из битумоминеральных смесей в малых городах и в пригородной зоне, дороги с гравийным и щебеночным покрытием за пределами пригородной зоны со всеми типами рельефа местности, кроме гористого и горного ;

*III* - дороги за пределами пригородной зоны с цементобетонным и асфальтобетонным покрытием в горной местности и в больших городах со всеми типами рельефа местности, кроме горного, дороги с покрытием из битумоминеральных смесей в малых городах и в пригородной зоне со всеми типами рельефа местности, кроме равнинного, и в больших городах со всеми типами рельефа местности, кроме горного, дороги с гравийным и щебеночным покрытием за пределами пригородной зоны в гористой и горной местности, улицы малых и больших городов с таким же покрытием и всеми видами рельефа местности кроме гористого и горного, улицы малых и больших городов с покрытием из булыжника и колотого камня в равнинной местности, внутризаводские дороги, зимники;

*IV* - улицы малых и больших городов с гравийным и щебеночным покрытием, из булыжника и колотого камня в гористой и горной местности, дороги с неукрепленным грунтовым покрытием на равнинной местности в пригородной зоне, включая улицы малых городов, лесохозяйственные грунтовые дороги в исправном состоянии;

*V* – сельские грунтовые дороги, внутрикарьерные дороги к местам добычи песка, глины, камня и пр., временные подъездные пути к строительным объектам.

Отклонение от километража, определяющего периодичность технических обслуживаний ТО-1, ТО-2 и СО, допускается в пределах  $\pm 200$  км.

Ежедневное обслуживание проводить каждый день перед первым запуском двигателя. Назначение ЕО – проверка готовности двигателя к работе.

Сезонное техническое обслуживание выполняется один раз в год – осенью, совместно с проведением очередных работ по ТО-1 или ТО-2. Расчетная периодичность СО – 30 000 км пробега автомобиля. Назначение СО – подготовка двигателя к смене сезона эксплуатации.

Таблица 6 Техническое обслуживание

Содержание работ	Технические требования	Инструмент, материалы
<b>Ежедневное техническое обслуживание (ЕО)</b>		
<b>Проверить:</b>		
– уровень масла в картере двигателя;	Уровень масла должен находиться между метками «П» и «0» на указателе, при нахождении автомобиля на горизонтальной площадке	Визуально
– уровень жидкости в системе охлаждения;	Уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке на холодном двигателе при температуре 15...20 °С должен быть у метки MIN или выше ее на 3...4 см	Визуально

Содержание работ	Технические требования	Инструмент, материалы
– герметичность систем питания, смазки, охлаждения, вентиляции картера;	Подтекание топлива, масла, охлаждающей жидкости и прорыв картерных газов не допускается	Визуально
– произвести внешний осмотр деталей двигателя (шлангов, патрубков, трубок, проводов и т.п.) с целью определения и устранения их контактов с деталями автомобиля, приводящих к разрушению деталей	При наличии следов контакта на деталях автомобиля изменить их расположение относительно двигателя. При необходимости заменить изношенную деталь (шланг, провод и т.д.)	Визуально
– прокачать систему топливоподачи с помощью ручного топливоподкачивающего насоса ФТОТ	Прокачивать до появления значительного сопротивления при нажатии на кнопку насоса.	
<b>Техническое обслуживание в период обкатки при пробеге 1 000 км</b>		
<b>Произвести внешний осмотр деталей двигателя</b> (шлангов, патрубков, трубок, проводов и т.п.) с целью определения и устранения их контактов с деталями автомобиля, приводящих к разрушению деталей	При наличии следов контакта на деталях автомобиля изменить их расположение относительно двигателя. При необходимости заменить изношенную деталь (шланг, провод и т.д.)	Визуально
<b>Произвести прослушивание работы двигателя</b> (при перегазовках с минимальных оборотов холостого хода до частоты 2 400–2 500 мин <sup>-1</sup> )	При наличии сильно выделяющихся стуков произвести поиск и устранение причин их вызывающих (см. главу 9)	Стефонендоскоп
<b>Проверить и при необходимости подтянуть доступные точки крепления:</b>	Ослабление креплений не допускается. При ослаблении доступных креплений обеспечить доступ к остальным точкам и подтянуть их	
– опор двигателя к раме и двигателю;		Ключ 14 мм
– впускной трубы к головке цилиндров;		Ключ 15 мм
- выпускного коллектора и турбокомпрессора;		Ключ 13 мм
- генератора; - ТНВД		Ключи 12, 13 мм Ключ 10 мм

Содержание работ	Технические требования	Инструмент, материалы
<b>Проверить и отрегулировать натяжение:</b>		
- ремня привода вентилятора, насоса гидроусилителя руля и компрессора кондиционера	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию». Растрескивание и расслоение рабочей поверхности не допускается	Линейка с динамометром, ключи 10, 12, 13 мм
<b>Проверить минимальную частоту холостого хода, при необходимости, устранить неисправность</b>	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Диагностический тестер
<b>Проверить герметичность соединений трубопроводов и шлангов систем:</b>		
- впуска, выпуска отработавших газов и рециркуляции (при перегазовках с минимальных оборотов холостого хода до частоты 2 400 – 2 500 мин <sup>-1</sup> );	Выброс или сечение отработавших газов, свист или сечение воздуха, следы сажи или масла на соединениях трубопроводов системы выпуска, растрескивание шлангов системы впуска не допускаются. Устранить подтяжкой соединений или заменой прокладок и шлангов	Визуально и на слух
- вакуумных шлангов усилителя тормозов и управления рециркуляцией отработавших газов;	Растрескивание шлангов и ослабление соединений не допускается	Визуально
- герметичность систем питания, охлаждения, смазки и вентиляции картера	Подтекание или «потение» топлива, масла, охлаждающей жидкости и прорыв картерных газов не допускается	Визуально
<b>Заменить масло в двигателе и масляный фильтр</b>	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Ключи 15, 27 мм; съемник фильтра
<b>Техническое обслуживание в период обкатки при пробеге 2 500 км</b>		
<b>Проверить и отрегулировать натяжение:</b>		
- ремня привода вентилятора, насоса гидроусилителя руля и компрессора кондиционера.	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию». Растрескивание и расслоение рабочей поверхности не допускается	Линейка с динамометром, ключи 10, 12, 13 мм



Содержание работ	Технические требования	Инструмент, материалы
<b>Произвести проверку</b> дымности отработавших газов	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Дымомер
<b>Первое техническое обслуживание (ТО-1)</b>		
<b>Проверить и устранить выявленные неисправности:</b>		
– произвести внешний осмотр деталей двигателя (шлангов, патрубков, трубок, приводных ремней, проводов и т.п.) с целью определения и устранения их контактов с деталями автомобиля, приводящих к разрушению деталей;	При наличии следов контакта на деталях автомобиля изменить их расположение относительно двигателя. При необходимости заменить изношенную деталь (шланг, ремень, провод и т.д.)	Визуально
– произвести прослушивание работы двигателя (при перегазовках с минимальных оборотов холостого хода до частоты 2 400-2 500 об/мин);	При наличии сильно выделяющихся стуков произвести поиск и устранение причин их вызывающих (см. главу 9)	Стефонендоскоп
– герметичность систем питания, охлаждения, смазки и вентиляции картера;	Подтекание топлива, масла, охлаждающей жидкости и прорыв картерных газов не допускается.	Визуально
- состояние фаз газораспределения и вытяжку цепей (проверять после пробега первых 15 000 км, при замене обеих цепей следующую проверку производить через 15 000 км);	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Ключ 3М 7812-4791, штифт 3М 7820-4582, приспособления 3М 7820-4579, 3М 7820-4580, ключи 12, 17, 19, 10, 13, 24 мм, отвертка, молоток из мягкого металла. Ключ TORX E 14 DIN 34800 (А=12,751 мм; В=9,169 мм)
- состояние подвески двигателя.	Расслоение и разрыв подушек не допускается	Визуально
<b>Проверить доступные крепления и при необходимости подтянуть:</b>	Ослабление креплений не допускается. При ослаблении доступных креплений обеспечить доступ к остальным точкам и подтянуть их указанным моментом затяжки:	
– генератора;		Ключи 12, 13 мм
– стартера;		Ключ 14 мм

Содержание работ	Технические требования	Инструмент, материалы
– опор двигателя к раме и двигателю.		Ключ 14 мм
<b>Проверить и отрегулировать натяжение ремней:</b>		
- ремня привода агрегатов, насоса гидроусилителя руля и компрессора кондиционера;  - работу автоматического натяжителя ремня привода ТНВД и генератора.	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию». Растрескивание и расслоение рабочей поверхности не допускается	Линейка с динамометром, ключи 10, 12 мм
<b>Проверить минимальную частоту холостого хода, при необходимости, устранить неисправность</b>	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Диагностический тестер
<b>Слить отстой:</b>		
- из корпуса фильтра тонкой очистки топлива (через каждые 5 000 км);	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	
<b>Очистить корпус воздушного фильтра</b>	Очистить внутреннюю поверхность корпуса воздушного фильтра от пыли и отложений	Керосин или неэтилированный бензин, ветошь
<b>Заменить:</b>		
- масло в двигателе и масляный фильтр;	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Ключи 15, 27 мм; съемник фильтра
- фильтрующий элемент воздушного фильтра (через 2 ТО-1 - 30 000 км*);	См. «Руководство по эксплуатации» на автомобиль	
- охлаждающую жидкость (Лена, Тосол – через каждые 2 года; Термосол – 10 лет).	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Ключ 14 мм.
<b>Второе техническое обслуживание (ТО-2)</b>		
<b>Выполнить все работы ТО-1</b>	См. выше	
<b>Заменить:</b>		
- фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки топлива;	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	
<b>Проверить состояние ремней привода агрегатов</b>	При появлении трещин, расслоении и других дефектах ремень заменить	Ключ 17 мм. Линейка с динамометром

Содержание работ	Технические требования	Инструмент, материалы
<b>Произвести проверку</b> дымности отработавших газов	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Дымомер
<b>Сезонное техническое обслуживание (СО)</b>		
<b>Проверить</b> качество охлаждающей жидкости (осенью)	См. п.8.1 «Рекомендации по техническому обслуживанию»	Ареометр, термометр
<b>Заменить</b> топливо и масло соответственно сезону	Топливо и масло должны соответствовать сезону (см. «Техническая характеристика двигателя и его систем»)	Ключи 15, 27 мм; съемник фильтра

\* - при длительной эксплуатации автомобиля (двигателя) в запыленной местности воздушный фильтр заменяется по необходимости.

## 8.1 Рекомендации по техническому обслуживанию

### 8.1.1 Система смазки

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Следует применять только масла, указанные в подразделе «3 Эксплуатационные материалы, применяемые на двигателе». От качества заливаемого масла зависит долговечность деталей двигателя.**

**Запрещается смешивание моторных масел различных торговых марок и фирм. При переходе на масло другой марки или другой фирмы промывка системы смазки промывочными или заменяющими маслами обязательна.**

**1. Уровень масла** необходимо проверять на холодном неработающем двигателе ежедневно перед его запуском, при этом автомобиль должен стоять на ровной горизонтальной площадке. После остановки двигателя уровень масла следует проверять не ранее, чем через 10 минут, чтобы оно успело стечь в масляный картер.

На указателе уровня масла имеются две метки: «П» и «0». Уровень масла должен находиться между этими метками. При эксплуатации автомобиля по пересеченной или горной местности уровень масла следует поддерживать вблизи метки «П», не превышая ее.

При необходимости долить масло. Доливку производить через маслоразливную горловину на крышке клапанов. После доливки проверку уровня производить не менее чем через 5 минут после долива.

**2. Смену масла** производить при ТО-1 с одновременной заменой масляного фильтра на прогретом двигателе. В этом случае масло имеет меньшую вязкость и хорошо стекает.

Для смены масла установить автомобиль на ровной площадке или эстакаде и отвернуть сливную пробку на картере двигателя. Перед этим открыть крышку маслоразливной горловины. Масло стекает не менее 20 минут. При сливе масла соблюдайте осторожность – масло может быть очень горячим. Завинтить пробку.

Перед завинчиванием пробки сливного отверстия проверить состояние уплотнительной прокладки. Поврежденную прокладку необходимо заменить новой.

Одновременно со сменой масла необходимо заменить масляный фильтр. Перед установкой нового фильтра смазать моторным маслом резиновую прокладку фильтра. Навинтить фильтр на штуцер до касания резиновой прокладкой поверхности теплообменника, после этого повернуть рукой на  $\frac{3}{4}$  оборота.

### **ВНИМАНИЕ!**

**При смене масляного фильтра проверить затяжку гайки крепления жидкостно-масляного теплообменника, при необходимости подтянуть гайку.**

Залить свежее масло до верхней метки на указателе уровня масла и закрыть маслозаливную горловину крышкой, затем пустить двигатель. После выключения сигнализатора аварийного давления масла остановить двигатель, убедиться в отсутствии течи масла из-под прокладки фильтра. Через 10 минут проверить уровень масла. При необходимости долить масло.

При замене одной марки масла на другую необходимо **промыть систему смазки двигателя**. Для промывки системы смазки двигателя необходимо:

- слить из картера прогретого двигателя отработавшее масло;
- залить специальное промывочное масло;
- пустить двигатель и дать ему поработать на минимальной частоте вращения коленчатого вала не менее 10 минут;
- слить специальное промывочное или заменяющее масло;
- заменить масляный фильтр;
- залить свежее масло до уровня верхней метки на указателе уровня масла;
- пустить двигатель. После выключения лампы аварийного давления масла остановить двигатель и через 10 минут проверить уровень масла. При необходимости долить масло.

### **8.1.2 Система вентиляции картера**

При проведении технического обслуживания необходимо проверять герметичность и надежность соединений деталей системы вентиляции. Ослабление соединений не допускается, устраняется подтяжкой креплений и, при необходимости, заменой шланга.

В случае повышенного угара масла, появления следов масла на соединениях между турбокомпрессором и впускной трубой, течи масла через передний сальник коленчатого вала, следует проверить давление картерных газов.

Давление картерных газов проверяют при помощи водного пьезометра, подсоединяемого к трубке указателя уровня масла. В картере исправного, работающего без нагрузки двигателя при частоте вращения коленчатого вала от минимальной до максимальной, должно быть разрежение в диапазоне от 1 до 14 мБар (от 10 до 140 мм вод.ст.).

При давлении в картере более 15 мБар (150 мм вод.ст.) следует проверить герметичность вакуумной системы автомобиля (системы вакуумного усилителя

тормозов и рециркуляции отработавших газов). При появлении негерметичности вакуумный насос создает избыточное давление в картере, что приводит к повышенному расходу газов через маслоотделитель и уносу масла с газами.

Возможной причиной возникновения давления в картере двигателя может послужить засорение отложениями каналов прохода картерных газов деталей системы вентиляции картера, а также увеличенный прорыв отработавших газов в картер в результате износа поршней, цилиндров, поршневых колец. Для очистки каналов деталей системы вентиляции, произвести снятие и промывку деталей.

Повышенный угар масла также может происходить из-за засорения отложениями отверстий 2 (рис.118) крышки маслоотделителя и загрязнения воздушного фильтра. В этом случае увеличение давления картерных газов не возникает. Для устранения причины дефекта необходимо снять крышку клапанов и произвести очистку отверстий слива масла и, если причина не устранена, заменить фильтрующий элемент воздушного фильтра.

Для **очистки деталей системы вентиляции картера** снять воздухопровод, охладитель рециркулируемых газов, топливопроводы высокого давления, шланги отсечного топлива с топливных форсунок, шланг вентиляции, крышку клапанов, впускной патрубков турбокомпрессора.

Очистить каналы вентиляции 1 (Рис.118), отверстия 2 слива отделенного масла и канал патрубка вентиляции крышки клапанов, канал вентиляции впускного патрубка турбокомпрессора, канал шланга вентиляции.

Очистку деталей выполнить промывкой бензином или керосином, продуть сжатым воздухом и протереть насухо. Полость, образованную крышкой маслоотделителя и крышкой клапанов, промыть без снятия крышки. Помещение, где моют детали, должно иметь вытяжную вентиляцию.

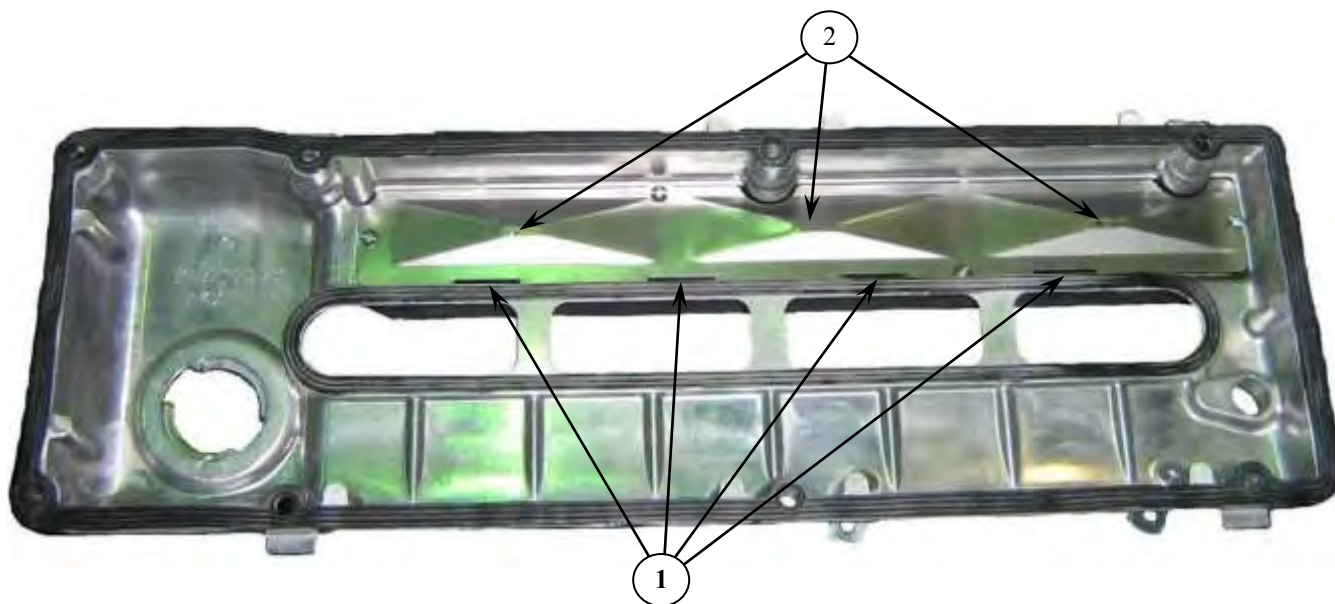


Рис.118. Очистка крышки клапанов:

1 – каналы для прохода картерных газов; 2 – отверстия для слива масла

Установить снятые детали на двигатель. Для установки рекомендуется использовать новые топливопроводы высокого давления. При сборке обеспечить герметичность.

### 8.1.3 Система охлаждения

Уход за системой охлаждения заключается в ежедневной проверке уровня охлаждающей жидкости и герметичности системы, периодической проверке и регулировке натяжения ремней приводов агрегатов, замене охлаждающей жидкости, при необходимости) промывке системы охлаждения и очистке контрольного отверстия водяного насоса для выхода охлаждающей жидкости.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Низкозамерзающие охлаждающие жидкости являются пищевым ядом и при работе с ними необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:**

**- избегать попадания охлаждающей жидкости в полость рта, на руки и в глаза;**

**- открытые участки кожи, на которые попала охлаждающая жидкость, необходимо незамедлительно промыть теплой водой с мылом;**

**- не допускать проливания охлаждающей жидкости в закрытом помещении.**

**При проливания смывать водой пролитую охлаждающую жидкость и проветрить помещение.**

Заправлять систему охлаждения допускается только охлаждающими жидкостями рекомендованных марок. Заправка системы охлаждения производится путем заливки охлаждающей жидкости в расширительный бачок.

В исключительных случаях, например, в случае значительной утечки охлаждающей жидкости, допускается кратковременное использование чистой пресной воды. Не допускается использование морской воды, а также щелочи для смягчения воды, так как она разъедает алюминиевые детали двигателя. Перед применением воду профильтровать подручными средствами. При первой же возможности необходимо слить охлаждающую жидкость, промыть систему охлаждения и залить свежую охлаждающую жидкость. В случае «размораживания» двигателя в зимний период завод-изготовитель двигателя ответственности не несет.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Не допускается длительное использование воды в качестве охлаждающей жидкости. Применение воды приводит к коррозии и образованию накипи, которая забивает протоки в головке, блоке цилиндров и радиаторе и препятствует нормальной теплоотдаче от деталей двигателя. Это приводит к ухудшению циркуляции охлаждающей жидкости и возникновению местных перегревов, результатом чего становится систематический перегрев, ускоренный износ деталей и выход двигателя из строя. В холодное время года замерзание воды в системе охлаждения может привести к разрушению блока цилиндров, головки цилиндров и радиатора.**

**1. Проверку уровня охлаждающей жидкости** рекомендуется производить ежедневно перед первым запуском на холодном двигателе, так как охлаждающая жидкость имеет высокий коэффициент теплового расширения и ее уровень в расширительном бачке значительно меняется в зависимости от температуры. По этой при-

чине не следует заполнять расширительный бачок на холодном двигателе сверх рекомендованного уровня.

Уровень жидкости в расширительном бачке должен быть по метке «MIN» или выше ее на 3-4 см. При необходимости произвести пополнение расширительного бачка.

При исправно работающей системе охлаждения со временем происходит понижение уровня охлаждающей жидкости за счет испарения воды, являющейся частью охлаждающей жидкости. При этом плотность охлаждающей жидкости увеличивается, а температура застывания изменяется. Поэтому перед пополнением расширительного бачка рекомендуется замерить плотность охлаждающей жидкости, и, при ее увеличении, для пополнения использовать дистиллированную воду.

При значительной утечке за небольшой промежуток времени или пробег перед доливкой проверить герметичность системы охлаждения и устранить причину, вызывающую утечку.

**2. Перед началом зимней эксплуатации (при сезонном обслуживании) следует проверять плотность охлаждающей жидкости** в системе охлаждения с помощью ареометра, которая, при температуре плюс 20 °С, должна быть следующей:

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>
Термосол марки А-40 .....	1,070-1,090 г/см <sup>3</sup>
Термосол марки А-65 .....	1,075-1,095 г/см <sup>3</sup>

При несоответствии плотности указанным величинам охлаждающая жидкость замерзает при более высокой температуре, при этом необходимо заменить охлаждающую жидкость.

### **3. Замена охлаждающей жидкости**

Периодически, через каждые 3года или 60 тыс. км пробега (в зависимости от того что наступит раньше), необходимо произвести замену охлаждающей жидкости, так как она начинает терять антикоррозионные свойства.

Замену охлаждающей жидкости необходимо производить с промывкой системы охлаждения для лучшего удаления остатков старой охлаждающей жидкости, так как присадки свежей охлаждающей жидкости могут вступить в реакцию со старой жидкостью и ресурс свежезалитой охлаждающей жидкости в этом случае будет меньше. Для промывки использовать чистую воду.

Порядок замены охлаждающей жидкости следующий:

Слить охлаждающую жидкость, для чего необходимо:

- установить автомобиль на горизонтальную площадку;
- открыть краник подачи охлаждающей жидкости в отопитель (а/м Хантер);
- снять пробку заливной горловины расширительного бачка;
- слить охлаждающую жидкость из системы, отвернув сливные пробки блока цилиндров и радиатора;
- продуть сжатым воздухом полость охладителя рециркулируемых газов и ЖМТ через шланг отвода охлаждающей жидкости. Убедиться в отсутствии охлаждающей

жидкости в двигателе. Подсоединить шланг отвода охлаждающей жидкости от теплообменника к тройнику (а/м Хантер), закрепить хомутом;

- завернуть сливные пробки блока цилиндров и радиатора.

Промыть систему охлаждения в следующем порядке:

➤ заполнить систему охлаждения чистой водой и завернуть пробку заливной горловины расширительного бачка;

➤ запустить двигатель и прогреть его при средней частоте вращения коленчатого вала до температуры не ниже плюс 90°C (для открытия термостата и циркуляции охлаждающей жидкости через радиатор), дать двигателю поработать 5-7 мин;

➤ заглушить двигатель, слить воду и продуть теплообменники сжатым воздухом;

➤ повторить вышеперечисленные операции промывки еще один раз, используя свежую воду.

Произвести заправку системы охлаждения в следующей последовательности:

➤ завернуть сливные пробки блока цилиндров и радиатора;

➤ открыть кран подачи охлаждающей жидкости в радиатор отопителя (Хантер);

➤ заполнить свежей охлаждающей жидкостью рекомендуемой марки расширительный бачок на 3-4 см выше метки «MIN».

Из-за наличия воздуха в системе залить всю норму заправки жидкости без пуска двигателя невозможно. Для удаления воздушных пробок после заливки свежей охлаждающей жидкости сделать следующее:

➤ запустить двигатель, прогреть до температуры не ниже плюс 90°C (для открытия термостата и циркуляции охлаждающей жидкости через радиатор);

➤ заглушить двигатель, дать ему остыть, довести уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке до нормы и закрыть пробку расширительного бачка;

➤ еще раз прогреть двигатель до температуры не ниже плюс 90°C и поработать на холостом ходу с перегазовками в течение 10-15 мин и снова довести уровень охлаждающей жидкости в расширительном бачке до нормы.

#### **4. Проверка натяжения ремня привода агрегатов**

Периодически необходимо проверять состояние ремней привода агрегатов (ТНВД, водяного насоса и генератора, вентилятора насоса ГУР и компрессора кондиционера) и их натяжение, а также состояние натяжных роликов и механизма автоматического натяжения. При появлении на ремнях трещин, расслоения и других дефектов ремни заменить. При появлении в подшипниках натяжных роликов значительных люфтов, «заеданий» при проворачивании ролики заменить.

#### **8.1.4 Система питания**

Обслуживание системы заключается в своевременном сливе воды из ФТОТ при загорании на панели приборов соответствующего индикатора. Содержанию в чистоте топливных баков. своевременной замене фильтрующего элемента ФТОТ. Заменять фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки топлива также необходимо при падении мощности двигателя при заправке некачественным топливом. Топливо в данном случае подлежит полной замене.



Для слива отстоя из баков необходимо отвернуть пробки баков и слить отстой до появления чистого топлива (не менее 200 мл).

Для слива воды из ФТОТ следует надеть на штуцер датчика уровня воды шланг и отвернуть датчик на 2-3 оборота. После появления из шланга чистого топлива пробку завернуть.

Для замены фильтрующего элемента выполнить следующее:

### **ВНИМАНИЕ!**

**Перед заменой фильтрующего элемента ФТОТ очистить наружную поверхность фильтра от грязи. При замене фильтрующего элемента не допускать попадания грязи во внутреннюю полость фильтра.**

1. Слить топливо из фильтра, отвернув на несколько оборотов датчик наличия воды.

2. Отвернуть корпус с фильтрующим элементом.

3. Смазать прокладку на корпусе нового фильтрующего элемента чистым дизельным топливом.

4. Завернуть датчик наличия воды в новый фильтрующий элемент и затянуть с моментом  $1,0 \dots 1,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ( $0,1 \dots 0,16 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ ).

5. Завернуть новый корпус с фильтрующим элементом и затянуть моментом  $20 \dots 25 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ( $2 \dots 2,5 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ ).

После обслуживания системы питания и ремонта, связанного с ее разгерметизацией, а также после длительного простоя двигателя следует **удалить воздух из системы**. Для этого следует отвинтить на 2...3 оборота пробку для выпуска воздуха на корпусе фильтра, поработать ручным подкачивающим насосом на корпусе фильтра до появления сплошной струи топлива из-под пробки, после чего пробку затянуть моментом  $7,0 \dots 9,0 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ( $0,7 \dots 0,9 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ ).

Если двигатель не запускается после 3 попыток, значит остались незаполненными топливопроводы высокого давления и форсунки. Для прокачивания топливопроводов высокого давления и форсунок необходимо выполнить следующие действия:

➤ обложить жгутами из чистой ветоши места соединений топливопроводов высокого давления с форсунками;

➤ ослабить соединения топливопроводов высокого давления с форсунками;

➤ произвести прокрутку двигателя стартером не более 15 с до момента появления топлива в местах соединений. При необходимости повторить прокрутку не раньше, чем через 1 мин;

➤ затянуть гайки топливопроводов.

## **8.1.5 Система рециркуляции отработавших газов**

Основные причины отказа системы рециркуляции отработавших газов:

➤ потеря подвижности штока клапана из-за лаковых и коксовых отложений на рабочей поверхности штока или неправильное подключение пневматических шлангов к модулятору от клапана рециркуляции происходящее в результате этого зависание клапана в открытом положении становится причиной повышенного дымления двигателя;

➤ отсутствие управляющего сигнала от ЭБУ к модулятору или потеря им работоспособности клапан рециркуляции будет находиться в закрытом состоянии.

### **8.1.6 Проверка дымности ОГ на режиме свободного ускорения**

Дымность отработавших газов проверяют на станциях технического обслуживания и диагностики по ГОСТ Р 52160 приборами, работающими по принципу просвечивания потока отработавших газов (типа AVL 438 или «Хартридж»).

Перед измерением прогреть двигатель до температуры охлаждающей жидкости плюс 80...90°C.

Для проверки шесть раз увеличить частоту вращения коленчатого вала от минимальной до максимальной, нажимая на педаль акселератора с интервалом не более 15 с. Измерять показатели следует по максимальному отклонению стрелки прибора в последних четырех циклах.

За результат принимают среднее арифметическое по четырем циклам.

Измерение считается точным, если разница в последних четырех циклах не превышает 6 единиц шкалы прибора.

Результат измерения дымности в режиме свободного ускорения не должен превышать предельно допустимого значения коэффициента поглощения света, равного 2,72 м<sup>-1</sup>.

В случае несоответствия установленной норме необходимо найти и устранить неисправность (см. «Возможные неисправности двигателя»).

### **8.1.7 Система впуска воздуха**

Уход за системой заключается в периодической очистке корпуса воздушного фильтра и замене его фильтрующего элемента. Заменять фильтрующий элемент воздушного фильтра также необходимо при снижении мощности двигателя при эксплуатации автомобиля в запыленной местности или появлении масла в воздуховодах системы подачи воздуха в двигатель.

После очистки корпуса рекомендуется проверить герметичность фильтрующего элемента на просвет. Поврежденный или сильно загрязненный фильтрующий элемент заменить.

Периодически рекомендуется проверять герметичность соединений деталей впускной системы.

**Внимание! Во время проведения работ по обслуживанию воздушного фильтра необходимо тщательно предохранять впускные шланги от попадания посторонних предметов, грязи и песка.**

### 8.1.8 Методика проверки и корректировки фаз газораспределения

В процессе эксплуатации двигателя из-за удлинения цепей привода распределительных валов (следствие износа шарнирных соединений звеньев) происходит изменение фаз газораспределения. При этом ухудшаются показатели двигателя, возникает повышенное дымление отработавших газов, возрастает уровень шума, возможно соударение поршней и клапанов, что может привести к поломке двигателя.

**Проверять фазы необходимо каждые 15 000 км пробега.**

Для проверки фаз газораспределения необходимо сделать следующее:

1. Извлечь заглушку из отверстия в задней стенке блока цилиндров под установочный штифт коленчатого вала, вставить штифт ЗМ 7820-4582 до упора в маховик, снять крышку маслозаливной горловины с крышки клапанов.

2. Медленно вращая коленчатый вал по часовой стрелке (зажигание должно быть выключено), совместить штифт с пазом маховика, визуально через маслозаливную горловину убедиться, что через отверстие в передней крышке распредвала видно отверстие (часть отверстия) в передней шейке распредвала, это свидетельствует, что поршень первого цилиндра находится в верхней мертвой точке в конце такта сжатия, зафиксировать положение коленчатого вала с помощью штифта ЗМ 7820-4582.



#### **ВНИМАНИЕ!**

**Вращение коленчатого вала против часовой стрелки (взгляд со стороны шкива) не допускается из-за возможного заклинивания вакуумного насоса.**

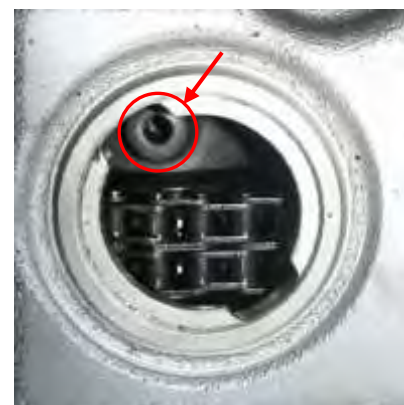
3. Оценить визуально величину перекрытия отверстий в первой шейке впускного распределительного вала и в передней крышке распределительных валов. При перекрытии отверстий **более 1/3**, необходимо произвести корректировку установки распределительных валов с помощью приспособлений ЗМ7820-4579 и ЗМ7820-4580.

Порядок действий для **корректировки установки распределительных валов** следующий:

1. Снять вентилятор с муфтой, ремень привода вентилятора и шкив вентилятора.

2. Снять охладитель рециркулируемых газов, топливопроводы высокого давления, топливные форсунки со шлангами отсечного топлива. Отсоединить шланг вентиляции от патрубка крышки клапанов. Снять крышку клапанов и переднюю крышку головки цилиндров с вакуумным насосом.

3. Ослабить на 2-3 оборота стяжные болты звездочек распределительных валов. Спрессовать с помощью молотка и оправки из мягкого металла звездочки вме-



сте с разрезными втулками с распределительных валов для обеспечения свободного вращения звездочек.

**ВНИМАНИЕ!**

**При спрессовке звездочек не допускать ударов по цепи и зубьям звездочек во избежание их повреждения.**

4. Довернуть распределительные валы до совмещения установочных отверстий на первых опорных шейках распределительных валов и в передней крышке опоры распределительных валов.

5. Принудительным поворотом звездочки впускного распределительного вала ключом ЗМ7812-4791 против часовой стрелки натянуть рабочую ветвь цепи до устранения слабины и, не отпуская ключа, завернуть моментом 98...107,9 Н·м (10...11 кгс·м) сначала стяжной болт звездочки впускного распределительного вала, затем стяжной болт звездочки выпускного распределительного вала, при необходимости придерживая валы рожковым ключом 24 мм за лыски на первой промежуточной шейке.

**ВНИМАНИЕ!**

**Во избежание перекоса верхней цепи привода распределительных валов, вызывающего повышенный износ зубьев звездочек и цепей, не допускать образования зазоров между торцами звездочек и первых опорных шеек распределительных валов.**

6. Извлечь установочный штифт коленчатого вала, повернуть коленчатый вал на два оборота ( $720^\circ$ ) и вновь зафиксировать коленчатый вал штифтом. При этом установочные отверстия распределительных валов и передней крышки должны совпадать и штифты приспособления ЗМ7820-4579 должны свободно входить и выходить из этих отверстий.

7. Установить вакуумный насос в сборе с передней крышкой головки цилиндров с новой прокладкой и крышку клапанов.

8. Извлечь установочный штифт и установить заглушку в отверстие блока цилиндров под установочный штифт коленчатого вала. Установить снятые детали на двигатель. Для сборки рекомендуется использовать новые прокладку передней крышки головки цилиндров и топливопроводы высокого давления. Натянуть ремень привода вентилятора.

При проведении нескольких корректировок установки распределительных валов удлинение цепи может достигнуть критической величины, при которой стопорное кольцо плунжера гидронатяжителя может выйти из корпуса гидронатяжителя до последней канавки корпуса, при этом натяжитель и привод распределительных валов будут работать с ударными нагрузками, что приведет к быстрому разрушению звеньев цепей и зубьев звездочек, соударению клапанов с поршнями и поломке двигателя.

После проведения трех корректировок установки распределительных валов, цепи рекомендуется заменить совместно со звездочками, так как ресурс новых цепей при работе с изношенными звездочками будет значительно снижен.

## 9 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 7

Причины неисправности	Способ устранения
<i>Двигатель не пускается</i>	
<p>1. Нет подачи топлива в двигатель</p> <p>а) недостаточно топлива в баках</p> <p>б) загрязнен сетчатый фильтр приемной трубки топливного бака</p> <p>в) загрязнен фильтр тонкой очистки топлива</p> <p>г) в топливопроводах и топливном баке при резком похолодании застыло летнее топливо</p> <p>д) воздух в системе подачи топлива</p> <p>ж) неисправность системы топливо подачи</p>	<p>Залить топливо в баки</p> <p>Промыть и продуть сжатым воздухом сетчатый фильтр</p> <p>Заменить фильтрующий элемент топливного фильтра</p> <p>Отогреть топливопроводы и топливный бак. Заменить топливо</p> <p>Прокачать систему топливоподачи, подтянуть негерметичные соединения.</p> <p>Провести диагностику системы на специализированном предприятии, аккредитованном ф.«BOSCH» для обслуживания и ремонта компонентов топливной аппаратуры «BOSCH»</p>
<p>2. Вода в топливе</p>	<p>Слить отстой воды из топливных баков после 12-часовой стоянки или заменить топливо, слить отстой воды из топливных фильтров</p>
<p>3. Разряжен аккумулятор (стартер не прокручивает двигатель)</p>	<p>Зарядить аккумулятор</p>
<p>4. Неисправен стартер или цепь питания стартера</p>	<p>Заменить стартер или отремонтировать цепь питания стартера</p>
<p>5. Отказ свечей накаливания или реле свечей накаливания (при холодном пуске, когда температура охлаждающей жидкости ниже плюс 60 °С)</p>	<p>Заменить свечи накаливания или реле свечей</p>
<p>6. Неисправность системы управления</p>	<p>Провести диагностику и устранить неисправность</p>
<p>8. Нарушена установка фаз газораспределения, вытяжение цепей привода ГРМ</p>	<p>Отрегулировать фазы газораспределения, при необходимости заменить цепи</p>

Причины неисправности	Способ устранения
<b><i>Неравномерная работа двигателя</i></b>	
нарушена нормальная подача топлива к двигателю	См. «Двигатель не пускается»
<b><i>Двигатель не развивает полной мощности</i></b>	
а) засорен воздушный фильтр	Заменить фильтрующий элемент воздушного фильтра и очистить корпус воздушного фильтра
б) недостаточная подача топлива в двигатель	См. «Двигатель не пускается»
в) негерметичность соединений системы впуска от турбокомпрессора до головки цилиндров, соединения клапана рециркуляции с охладителем рециркулируемых газов и трубкой рециркуляции	Проверить герметичность соединений при необходимости подтянуть крепление соединений, заменить уплотнительные прокладки или шланги
г) износ деталей газораспределительного механизма (заклинивание, повышенное проседание гидроопор);	Заменить дефектные детали
д) нарушение фаз газораспределения	Отрегулировать фазы газораспределения
е) пережаты (деформированы) топливопроводы	Заменить дефектные топливопроводы, устранить перегибы шлангов
ж) неисправна система топливоподачи	Провести диагностику системы на специализированном предприятии, аккредитованном ф.«BOSCH» для обслуживания и ремонта компонентов топливной аппаратуры «BOSCH»
и) неисправен турбокомпрессор	Проверить задевание лопаток насосного колеса за корпус компрессора, износ или повреждение лопаток насосного колеса. При необходимости ремонта турбокомпрессора заменить ТКР или обратиться на специализированное ремонтное предприятие
к) износ деталей цилиндро-поршневой группы (цилиндры, поршни, поршневые кольца)	Произвести ремонт двигателя

Причины неисправности	Способ устранения
<p>л) подсос воздуха в подающем топливопроводе;</p> <p>м) засорение системы выпуска автомобиля.</p>	<p>Подтянуть соединения. Заменить негерметичные участки топливопровода. Удалить воздух из системы питания.</p> <p>Устранить неисправность</p>
<i><b>Двигатель дымит</b></i>	
<p>1. Черный дым</p> <p>а) негерметичность соединений деталей системы впуска от турбокомпрессора до впускной трубы</p> <p>б) негерметичность клапанов</p> <p>1.2 Повышенный угар масла:</p> <p>а) залито масло в картер двигателя выше метки «П» указателя уровня</p> <p>б) засорен воздушный фильтр</p> <p>в) нарушена герметичность вакуумной системы усилителя тормозов и управления рециркуляцией отработавших газов</p> <p>г) засорение отверстий крышки клапанов слива отделенного в маслоотделителе масла</p> <p>д) засорение каналов системы вентиляции (впускного патрубка турбокомпрессора, шланга вентиляции, крышки маслоотделителя и крышки клапанов)</p> <p>е) увеличенный зазор в паре цилиндр-поршень, износ или задир деталей ЦПГ (цилиндр, поршень, поршневые кольца)</p> <p>ж) поломка, закоксовывание и «залегание» поршневых колец</p> <p>з) износ уплотнений подшипникового узла турбокомпрессора</p>	<p>Подтянуть хомуты, при необходимости заменить соединительные резиновые патрубки или прокладки</p> <p>Притереть клапаны</p> <p>Слить излишек масла, при необходимости, заменить указатель уровня масла</p> <p>Заменить фильтрующий элемент воздушного фильтра</p> <p>Проверить и восстановить герметичность вакуумных систем усилителя тормозов и рециркуляции отработавших газов</p> <p>Прочистить сливные отверстия, произвести промывку маслоотделителя</p> <p>Произвести очистку и промывку каналов деталей системы вентиляции</p> <p>Произвести ремонт двигателя</p> <p>Произвести ремонт двигателя</p> <p>Заменить ТКР или обратиться на специализированное ремонтное предприятие</p>

Причины неисправности	Способ устранения
и) моторное масло не соответствует рекомендуемому для применения	Заменить моторное масло
<p>2. Белый дым</p> <p>а) попадание охлаждающей жидкости в цилиндры двигателя из-за разрушения прокладки головки цилиндров</p> <p>б) некачественное топливо</p> <p>в) неисправна система топливоподачи</p> <p>3. Отклонение фаз газораспределения</p>	<p>Заменить неисправную деталь</p> <p>Заменить топливо в баке</p> <p>Провести диагностику системы на специализированном предприятии, аккредитованном ф.«BOSCH» для обслуживания и ремонта компонентов топливной аппаратуры «BOSCH»</p> <p>Проверить и, при необходимости, отрегулировать фазы газораспределения</p>
<b><i>Низкое или отсутствие давления масла</i></b>	
<p>а) уровень масла в двигателе ниже минимально допустимого;</p> <p>б) масло низкого качества;</p> <p>в) засорен масляный фильтр;</p> <p>г) неисправен датчик указателя давления масла, указатель давления масла или электрическая цепь датчика;</p> <p>д) засорение сетки маслоприемника масляного насоса;</p> <p>е) заклинивание плунжера редукционного клапана в открытом положении или ослабление пружины клапана;</p> <p>ж) повышенные зазоры в масляном насосе, износ шестерен насоса;</p>	<p>Долить масло до верхней метки на масляном щупе</p> <p>Залить рекомендуемое моторное масло согласно руководству по эксплуатации</p> <p>Заменить масляный фильтр</p> <p>При неподвижной стрелке указателя для проверки работоспособности датчика замкнуть провод датчика на массу. Если стрелка указателя переместится в сторону высокого давления – неисправен датчик.</p> <p>Проверить окисление контактов и падение напряжения в цепи. Проверить показания указателя с новым исправным датчиком. Заменить дефектные детали.</p> <p>Очистить сетку и масляный картер</p> <p>Устранить причину заклинивания плунжера или заменить пружину клапана</p> <p>Заменить масляный насос</p>



Причины неисправности	Способ устранения
з) износ шестерен привода масляного насоса;	При гарантийном ремонте обе шестерни заменить на новые
и) увеличенные зазоры в кривошипно-шатунном и газораспределительном механизмах в тех узлах, куда масло подается под давлением (задиры вкладышей подшипников коленчатого вала или опор распределительного вала);	Заменить или отремонтировать дефектные детали
к) самоотворачивание пробки коленчатого вала.	Установить пробку на анаэробный герметик «Фиксатор-9»
<b><i>Повышенный расход масла</i></b>	
а) унос и выгорание масла через увеличенные зазоры между поршнями и цилиндрами, закоксовывание и залегание поршневых колец;	Произвести ремонт двигателя
а) унос масла через систему вентиляции из-за неэффективной работы маслоотделителя;	Прочистить сливные отверстия, произвести промывку маслоотделителя. Произвести очистку и промывку каналов деталей системы вентиляции.
б) унос масла через уплотнение вала турбокомпрессора при длительной работе двигателя на минимальных оборотах.	Исключить длительную работу двигателя на минимальных оборотах.
<b><i>Охлаждающая жидкость в масле</i></b>	
<i>возникает в результате негерметичности уплотнений и стенок деталей, разделяющих полости системы смазки и охлаждения</i>	
а) разрушение прокладки головки цилиндров	Заменить прокладку головки цилиндров
б) коробление, наличие раковин или трещин в стенках головки цилиндров	Заменить головку цилиндров
в) забоины, зарезы или риски на нижней плоскости головки цилиндров	Произвести заделку и зачистку забоин на поверхности головки составом типа «холодная сварка», допускается механическая обработка нижней плоскости головки со съемом припуска не более 0,1 мм
<b><i>Перегрев двигателя</i></b>	
а) мало охлаждающей жидкости в системе охлаждения	Долить жидкость

Причины неисправности	Способ устранения
<p>б) высокая температура окружающего воздуха</p> <p>в) неисправен термостат (не открывается)</p> <p>г) недостаточное натяжение ремней привода агрегатов и вентилятора</p> <p>д) износ, разрушение крыльчатки водяного насоса</p> <p>е) загрязнение теплопередающих поверхностей радиатора</p> <p>ж) засорение системы охлаждения</p> <p>и) неэффективная работа вязкостной муфты вентилятора</p> <p>к) установлена теплоизоляция в теплое время года или другие нарушения вентиляции подкапотного пространства</p> <p>л) неисправен датчик, указатель температуры или жгут</p> <p>м) наличие накипи в системе охлаждения</p>	<p>Перейти на пониженную передачу и продолжать движение. В случае дальнейшего повышения температуры охлаждающей жидкости остановиться и определить причину</p> <p>Заменить термостат</p> <p>Отрегулировать натяжение ремней, при необходимости заменить ремни</p> <p>Заменить крыльчатку или насос в сборе</p> <p>Очистить поверхности радиатора</p> <p>Промыть систему охлаждения</p> <p>Заблокировать муфту для продолжения движения, а затем отремонтировать или заменить муфту</p> <p>Открыть жалюзи, удалить теплоизоляцию, осмотреть подкапотное пространство и устранить нарушения его вентиляции</p> <p>Заменить неисправный датчик</p> <p>Промыть систему охлаждения средством для удаления накипи. Не использовать жесткую воду в системе охлаждения. Концентрированный антифриз разводить только дистиллированной водой</p>
<b><i>Двигатель долго прогревается до рабочей температуры</i></b>	
<p>а) низкая температура окружающего воздуха</p> <p>б) неисправен термостат – клапан термостата не закрывается</p> <p>в) неисправность датчика указателя температуры охлаждающей жидкости или в системе управления двигателем</p>	<p>Утеплить капот автомобиля</p> <p>Заменить термостат</p> <p>Заменить неисправный датчик, определить и устранить неисправность системы управления</p>

Причины неисправности	Способ устранения
<b><i>Прорыв газов в систему охлаждения (в расширительный бачок)</i></b>	
<p>а) разрушение прокладки головки цилиндров</p> <p>б) деформация головки цилиндров</p> <p>в) трещины или раковины в стенках камер сгорания головки или блока цилиндров</p> <p>г) трещины или раковины в стенках колодцев под свечи накаливания и распылители топливных форсунок в головке цилиндров</p>	<p>Заменить прокладку головки цилиндров</p> <p>Заменить деформированную головку цилиндров</p> <p>Заменить головку или блок цилиндров</p> <p>Заменить головку цилиндров</p>
<b><i>Стуки в двигателе</i></b>	
<p>а) износ шатунных или коренных подшипников коленчатого вала, деталей цилиндро-поршневой группы, газораспределительного механизма;</p> <p>б) надир цилиндра из-за перегрева поршня, наиболее вероятные причины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- засорение форсунок охлаждения поршней,</li> <li>- низкое давление масла в системе смазки двигателя;</li> </ul>	<p>Отремонтировать двигатель, заменить изношенные детали</p> <p>Устранить причину перегрева. Отремонтировать двигатель.</p>
<p>в) стук клапанов о поршень из-за смещения фаз газораспределения;</p> <p>г) стук гидроопор клапанов;</p> <p>д) стук гидронатяжителей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не герметичен обратный клапан;</li> <li>- запорное кольцо плунжера из-за вытяжения цепи находится в последней канавке</li> </ul>	<p>Отрегулировать фазы газораспределения. Проверить состояние деталей газораспределительного механизма (звездочек, гидронатяжителей, цепей, успокоителей, клапанов, направляющих втулок). При обнаружении износа и разрушения деталей произвести их замену</p> <p>Если стук не исчезает после прогрева двигателя, заменить дефектные гидроопоры, проверить подачу масла к гидроопорам.</p> <p>Заменить неисправный гидронатяжитель, Заменить цепи и, при необходимости, комплект звездочек.</p>

Причины неисправности	Способ устранения
<p>е) износ и разрушение подшипников водяного насоса, генератора, натяжных и опорных роликов;</p>	<p>Отремонтировать агрегаты заменой изношенных (разрушенных) подшипников на новые или заменить агрегаты на новые</p>
<p>ж) ослабление креплений навесных узлов и агрегатов из-за самоотвинчивания крепежных деталей;</p>	<p>Затянуть регламентированными моментами, при необходимости заменить, крепежные детали</p>

## 10 РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ

Надежная работа двигателей во многом зависит от качества технического обслуживания и ремонта. Квалифицированный ремонт возможен в условиях специализированных станций, обеспеченных специальным инструментом, квалифицированным персоналом, соблюдающим необходимую культуру производства.

В случае необходимости допускается заменять отдельные узлы и детали, не снимая двигатель с автомобиля, при этом необходимо исключить попадание пыли и грязи внутрь двигателя.

Разбирать и собирать двигатель, а также проводить его диагностику рекомендуется с использованием специального инструмента, приспособлений и стендов, разработанных для этих целей и имеющихся на специализированных станциях технического обслуживания.

Перечень инструмента, приспособлений и стендов приведен в таблице 8.

Таблица 8

Обозначение	Наименование	Разработчик
ЗМ 7820-4582*	Штифт установочный коленчатого вала	ЗМЗ
ЗМ 7820-4579*	Приспособление для точной установки распределительных валов	ЗМЗ
ЗМ 7812-4791	Ключ для проворачивания звездочки распределительного вала	ЗМЗ
ЗМ 7814-5118	Съемник звездочки и втулки коленчатого вала	ЗМЗ
ЗМ 7823-4827	Съемник шкива коленчатого вала	ЗМЗ
ЗМ 7853-4306	Оправка для установки поршня с шатуном в блок цилиндров	ЗМЗ
ЗМ 7814-5128	Клещи для снятия поршневых колец Ø 87 мм	ЗМЗ
ЗМ 7853-4023	Оправка для центрирования ведомого диска сцепления	ЗМЗ
ЗМ 7823-4629	Приспособление для снятия пружин клапанов	ЗМЗ
24-Ф-74760	Калибр измерительный утопания клапанов	ЗМЗ
24-Т-1643	Эталон для настройки калибра	ЗМЗ
ЗМ 7853-4357	Оправка для установки заднего сальника на фланец коленчатого вала	ЗМЗ
ЗМ 7814-5129	Крючок для вынимания уплотнительной шайбы форсунки	ЗМЗ
ЗМ 7814-5135	Съемник звездочек р/вала	ЗМЗ
ЗМ 7823-4731	Оправка для извлечения ШПГ из цилиндров блока	ЗМЗ
ЗМ 7823-4291-04	Приспособление для установки шкива к/в	ЗМЗ

\* Рисунки данных штифтов и приспособлений см. Приложение А

Обозначение	Наименование	Разработчик
ЗМ 7871-4389	Установка для проверки герметичности клапанов г/ц	ЗМЗ
ЗМ 7823-4832	Съемник для извлечения топливной форсунки из головки цилиндров	ЗМЗ
ЗМ 7823-4662	Подставка для подбора г/ц	ЗМЗ
ЗМ 7820-4550	Фиксатор маховика	ЗМЗ
ЗМ 7823-4802	Съемник шкива ТНВД	ЗМЗ
ЗМ 7853-4357	Оправка для центрирования сальникодержателя относительно фланца коленвала	ЗМЗ

Основанием для проведения ремонта двигателя со снятием его с автомобиля и полной разборкой являются: *падение мощности двигателя, уменьшение давления масла, резкое увеличение расхода масла, дымление двигателя, повышенный расход топлива, понижение компрессии в цилиндрах, а также шумы и стуки.*

Прежде чем снимать двигатель с автомобиля следует убедиться, что указанные неисправности неустраняемы методами, указанными в подразделе «Возможные неисправности и методы их устранения».

При определении необходимости замены деталей и узлов необходимо провести их тщательный визуальный осмотр (на наличие усталостных трещин, задиров и прижогов на рабочих поверхностях), измерение геометрических параметров по направлениям максимальных износов и расчеты действительных зазоров между сопрягаемыми деталями. Максимально допустимые зазоры в сопряжениях основных деталей двигателя указаны в таблице 9.

Таблица 9

Наименование сопряжения	Зазор, мм
Юбка поршня – цилиндр блока	0,20
Поршневое кольцо – канавка в поршне (по высоте)	См. табл.16, табл.17
Замок поршневого кольца	См. табл.16, табл.17
Верхняя головка шатуна – поршневой палец	0,05
Шатунный подшипник – шатунная шейка коленчатого вала	0,10
Коренной подшипник – коренная шейка коленчатого вала	0,15
Коленчатый вал – шатун (ширина)	0,50
Стержень клапана – втулка	0,15
Шейки распределительного вала – опоры в головке цилиндров	0,20
Осевой зазор коленчатого вала	0,36

Работоспособность двигателя может быть восстановлена заменой изношенных деталей новыми, либо восстановлением изношенных деталей и применением сопряженных с ними новых деталей ремонтного размера.

Документацией предусмотрен выпуск поршней, поршневых колец, втулок клапанов, седел ремонтных размеров (Таблица 10).

Детали и комплекты стандартного и ремонтных размеров двигателя

Таблица 10

Обозначение	Наименование	Изменение ремонтного размера, мм
51432.1004013	Поршень стандартного размера (Ø 87 мм), поршневые кольца, палец поршневой и стопорные кольца, комплект на один цилиндр	стандартный
51432.1004013-AP	Поршень первого ремонтного размера (Ø 87,5 мм), поршневые кольца, палец поршневой и стопорные кольца, комплект на один цилиндр	+0,5 мм
51432.1004015	Поршень Ø 87 мм	стандартный
51432.1004015-AP	Поршень первого ремонтного размера Ø 87,5 мм	+0,5 мм
51432.1004015-БР	Поршень второго ремонтного размера Ø 88,0 мм	+1,0 мм
51432.1000100	Кольца поршневые Ø 87 мм, комплект на двигатель	стандартный
51432.1000100-AP	Кольца поршневые первого ремонтного размера Ø 87,5 мм, комплект на двигатель	+0,5 мм
51432.1004025-AP	Кольцо поршневое компрессионное нижнее первого ремонтного размера Ø 87,5 мм	+0,5 мм
51432.1004025-БР	Кольцо поршневое компрессионное нижнее второго ремонтного размера Ø 88,0 мм	+1,0 мм
51432.1004030-AP	Кольцо поршневое компрессионное верхнее первого ремонтного размера Ø 87,5 мм	+0,5 мм
51432.1004030-БР	Кольцо поршневое компрессионное верхнее второго ремонтного размера Ø 88,0 мм	+1,0 мм
51432.1004034-AP	Кольцо поршневое маслоъемное первого ремонтного размера Ø 87,5 мм	+0,5 мм
51432.1004034-БР	Кольцо поршневое маслоъемное второго ремонтного размера Ø 88,0 мм	+1,0 мм

Обозначение	Наименование	Изменение ремонтного размера, мм
51432.1004020	Палец поршневой	стандартный
406.1000102	Вкладыши коренных подшипников, комплект на двигатель	стандартный
514.1000104	Шатунные вкладыши, комплект на двигатель	стандартный
406.1005186-03	Полушайба упорного подшипника коленчатого вала верхняя	стандартный
406.1005186-13	Полушайба упорного подшипника коленчатого вала верхняя, ремонтная	+0,13
406.1005187-02	Полушайба упорного подшипника коленчатого вала нижняя	стандартный
406.1005187-12	Полушайба упорного подшипника коленчатого вала нижняя, ремонтная	+0,13
514.1007030-01	Втулка направляющая клапана со стопорным кольцом	стандартный
514.1007030-01-Р	Втулка направляющая клапана со стопорным кольцом ремонтная, увеличенная на 0,02 мм	+0,02
514.1007080-01	Седло выпускного клапана	стандартный
514.1007080-01-Р	Седло выпускного клапана ремонтное, увеличенное на 0,05 мм	+0,05
514.1007082-02	Седло впускного клапана	стандартный
514.1007082-02-Р	Седло впускного клапана ремонтное, увеличенное на 0,05 мм	+0,05

### 10.1 Снятие двигателя с автомобиля

Автомобиль необходимо установить на смотровую яму или подъемник. Рабочее место должно быть оборудовано общим и переносным освещением, подъемным устройством грузоподъемностью не менее 300 кг.

#### В моторном отсеке:

1. Отсоединить провода от аккумуляторной батареи.
2. Слить охлаждающую жидкость. Для этого открыть пробки заливной горловины радиатора и расширительного бачка, открыть краник отопителя, отвернуть сливную пробку нижнего бачка радиатора и открутить сливную пробку из блока цилиндров.



3. Слить масло из масляного картера двигателя, сняв крышку масляного патрубку крышки клапанов и отвернув пробку сливного отверстия. После слива масла и охлаждающей жидкости завернуть сливные пробки.

4. Отсоединить колодку моторного жгута проводов от блока управления, отсоединить электропровода: от стартера, генератора, датчика массового расхода воздуха, патрубка воздухоподающего.

5. Ослабить хомуты крепления шлангов соединительных систем автомобиля с патрубками систем двигателя, отсоединить все шланги: систем впуска, охлаждения, топливоподачи.

6. Снять воздухопровод от воздушного фильтра к турбокомпрессору, отсоединить от патрубка турбокомпрессора приемную трубу глушителя.

7. Отсоединить вентилятор с муфтой. Снять облицовку радиатора, радиатор и капот.

8. Отсоединить насос гидроусилителя руля и компрессор кондиционера от кронштейна и вместе со шлангами отвести их в сторону.

#### **Под автомобилем:**

1. Отсоединить приемную трубу глушителя от коробки передач, снять трубу со шпилек патрубка турбокомпрессора и отвести вниз.

2. Отсоединить провод «массы» от двигателя.

3. Отсоединить рабочий цилиндр сцепления от коробки передач.

4. Снять стартер, отсоединить коробку передач от двигателя.

#### **Дальнейшие действия:**

Завести крюки грузозахватной траверсы в проушины специальных кронштейнов на двигателе и натянуть таль.

Отсоединить правую опору от рамы, а левую, вместе с кронштейном, от блока цилиндров.

Отвести двигатель от коробки передач до выхода первичного вала из нажимного диска. Вынуть двигатель из моторного отсека.

### **10.2 Разборка двигателя**

Отсоединить от двигателя и снять жгут проводов.

Очистить от грязи и вымыть наружные поверхности двигателя и его агрегатов.

При выполнении разборочно-сборочных операций обеспечить чистоту и сохранность деталей, замена которых не требуется.

Поршни, поршневые пальцы, поршневые кольца, шатуны, коренные и шатунные вкладыши, клапаны, гидроопоры с рычагами привода клапанов при снятии с двигателя следует пронумеровать в соответствии с занимаемыми местами на двигателе или укладывать на специально пронумерованные места, маркировать детали методами, исключающими их повреждение.

Не допускается менять местами форсунки охлаждения поршней – точность нацеливания струй масла в масляные каналы поршней проверена и отрегулирована при сборке двигателя на заводе-изготовителе.

## **ВНИМАНИЕ!**

**При разборке двигателя надо помнить, что крышки шатунов с шатунами, крышки коренных подшипников с блоком цилиндров обрабатывают в сборе с упомянутыми деталями, не взаимозаменяемы и имеют соответствующую нумерацию. При сборке двигателя их следует устанавливать в соответствии с порядковыми номерами.**

**Коленчатый вал, маховик, ведомый и нажимной диски сцепления, шкив-демпфер коленчатого вала, шкивы приводов агрегатов взаимозаменяемые.**

Снимать детали, установленные с натягом, необходимо специальными съемниками (использование стальных молотков и выколоток при разборке двигателя не допускается).

Установить и закрепить двигатель на стенде для разборки за передний кронштейн левой опоры, и за отверстия крепления коробки передач в заднем фланце блока цилиндров.

### **Разборка двигателя на стенде**

Отсоединить и снять с двигателя жгут проводов.

Отвернуть болты крепления нажимного диска сцепления, снять нажимной и ведомый диски.

Отвернуть болты крепления и снять шкив вентилятора.

Вынуть указатель уровня масла из трубки указателя.

Ослабить хомуты крепления шлангов подвода охлаждающей жидкости к жидкостно-масляного теплообменника (ЖМТ) и охладителю рециркулируемых газов (ОРГ), снять шланги с патрубков.

Отвернуть гайки болтов крепления трубки рециркуляции к клапану рециркуляции и болты крепления ОРГ к впускной трубе и крышке клапанов, снять ОРГ.

Отвернуть гайки крепления топливопроводов высокого давления от штуцеров ТНВД, аккумулятора и топливных форсунок. Снять топливопроводы высокого давления. Заглушить отверстия штуцеров форсунок, ТНВД и аккумулятора, концы трубок топливопроводов.

Отвернуть болты крепления топливных форсунок, снять прижимы, снять топливопровод отсечного топлива, снять топливные форсунки.

Извлечь уплотнительные шайбы форсунок из колодцев головки цилиндров с помощью оправки ЗМ 7814-5129.

Ослабить хомуты крепления шланга вентиляции и снять шланг с патрубков крышки клапанов и впускного патрубка турбокомпрессора.

Ослабить болт крепления впускного патрубка турбокомпрессора и снять впускной патрубок.

Отсоединить и снять шланг слива масла из турбокомпрессора.

Отвернуть полые болты и снять маслопровод подачи масла в турбокомпрессор.

Отвернуть гайки крепления трубки рециркуляции к выпускному коллектору и снять трубку рециркуляции, при необходимости.

Отвернуть гайку крепления теплоизоляционного экрана к выпускному коллектору и снять экран с прокладкой клапана рециркуляции (при необходимости).

Отвернуть гайки крепления выпускного коллектора, снять передний кронштейн подъема двигателя и скобу крепления трубки отопителя со шпильки, снять выпускной коллектор в сборе с турбокомпрессором (при необходимости).

При необходимости отсоединить турбокомпрессор от выпускного коллектора и снять.

Снять трубку отопителя со шлангом и скобой, ослабив хомут крепления шланга трубки на патрубке водяного насоса.

Отвернуть пробку слива охлаждающей жидкости.

Снять крышку маслозаливной горловины с крышки клапанов.

Установить коленчатый вал в положение, соответствующее положению поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке в конце такта сжатия, для чего повернуть коленчатый вал до совпадения отверстий во впускном распределительном вале и первой крышке опор распределительных валов (смотреть через отверстие маслозаливного патрубка крышки клапанов).

Отвести ролик автоматического натяжителя ремня для ослабления натяжения ремня привода генератора, ТНВД и водяного насоса, снять ремень.

Отвернуть гайку крепления шкива ТНВД и снять шкив.

Отвернуть болты крепления ТНВД к кронштейну ТНВД и генератора, снять ТНВД.

Отвернуть болты крепления шкива водяного насоса и снять шкив.

Отвернуть болты крепления кронштейна насоса ГУР и компрессора кондиционера, снять кронштейн.

Отвернуть болты крепления генератора, снять генератор.

Отвернуть болты и гайку крепления кронштейна ТНВД к головке цилиндров, снять кронштейн и дистанционную втулку.

Отвернуть болт крепления датчика положения коленчатого вала и снять датчик.

Отвернуть полый болт и снять штуцер с датчиком указателя давления масла.

Ослабить хомуты шланга подвода охлаждающей жидкости к жидкостно-масляному теплообменнику и снять шланг.

Отвернуть гайки крепления впускной трубы, снять впускную трубу с прокладкой.

Вывернуть свечи накаливания из головки цилиндров.

Отвернуть и снять масляный фильтр.

Отвернуть гайку крепления жидкостно-масляного теплообменника и снять теплообменник.

Вывернуть из блока цилиндров штуцер масляного фильтра (при необходимости).

Отвернуть болты патрубка отопителя и снять патрубков с прокладкой (при необходимости).

Отвернуть винты крепления крышки привода масляного насоса крышку с прокладкой, вынуть шестигранный валик и привод масляного насоса.

Отвернуть на 2...3 оборота гайку крепления ведущей шестерни привода масляного насоса к промежуточному валу.

Отвернуть болты крепления и снять крышку клапанов с уплотнителями и прокладкой крышки.

Отвернуть болты крепления передней крышки головки цилиндров и снять переднюю крышку с прокладкой.

Отвернуть болты крепления среднего успокоителя и снять средний успокоитель цепи.

Отвернуть болты крепления крышки верхнего гидронатяжителя, снять крышку с прокладкой и вынуть гидронатяжитель из отверстия головки цилиндров.

Отвернуть стяжные болты звездочек распределительных валов, спрессовать звездочки, используя медную или латунную оправку или молоток из мягкого металла, и снять звездочки с втулками. При спрессовке звездочек усилие прикладывать к тыльной стороне ступиц звездочек, не наносить удары по зубьям.

Придерживая цепь рукой, сложить её в нишу крышки цепи.

Отвернуть болты крепления крышек опор распределительных валов и снять крышки.

Снять распределительные валы.

Снять рычаги привода клапанов с гидроопорами.

Отвернуть болты крепления головки цилиндров к блоку цилиндров и винты крепления головки цилиндров к крышке цепи, снять болты с шайбами, головку цилиндров и прокладку головки цилиндров.

Поворотом коленчатого вала установить все поршни в среднее положение, скребком удалить нагар на верхних поясах стенки цилиндров.

### **Установить двигатель масляным картером вверх**

Отвернуть болты крепления усилителя картера сцепления к блоку цилиндров и снять усилитель картера сцепления.

Отвернуть болты крепления масляного картера и снять масляный картер с прокладкой.

Отвернуть болт крепления держателя масляного насоса к третьей крышке коренного подшипника, болты крепления масляного насоса, снять масляный насос с держателем и прокладкой.

Отвернуть болты крепления крышек шатунов второго и третьего цилиндров и снять крышки шатунов с вкладышами.

Во избежание поломки поршневых колец проверить качество зачистки верхних поясов поверхностей цилиндров от нагара. Толкая поочередно шатуны вниз, вынуть поршни с шатунами из второго и третьего цилиндров.

Повернуть коленчатый вал на 180°, аналогично вынуть поршни с шатунами из первого и четвертого цилиндров.

Вынуть вкладыши из постелей шатунов и крышек.

Установить крышки шатунов на шатуны и закрепить болтами.

С помощью клещей ЗМ 7814-5128 снять с поршней компрессионные и масло-съемные кольца.

Снять стопорные кольца поршневых пальцев.

Вынуть поршневые пальцы из поршней и шатунов.

Зафиксировать коленчатый вал от проворачивания. Для фиксации коленчатого вала можно использовать старый вкладыш коренного или шатунного подшипника коленчатого вала, который следует установить концами в зубья маховика, а внешней стороной он должен упираться в установочный штифт коробки передач.

Отвернуть стяжной болт коленчатого вала.

Снять шкив-демпфер коленчатого вала съемником ЗМ 7814-5130.

Снять призматическую шпонку шкива-демпфера.

### **Установить блок цилиндров плоскостью крепления головки цилиндров вверх**

Отвернуть болты крепления крышки нижнего гидронатяжителя, снять скобу крепления провода датчика указателя давления масла, крышку гидронатяжителя с прокладкой и вынуть гидронатяжитель.

Отвернуть болт и винты крепления водяного насоса к крышке цепи, снять водяной насос с прокладкой.

Отвернуть винты крепления крышки цепи, снять крышку цепи и прокладки крышки цепи.

Снять верхнюю цепь.

Отогнуть концы стопорной пластины болтов крепления звездочек к промежуточному валу, отвернуть болты крепления звездочек промежуточного вала, и снять звездочки с нижней цепью. Коленчатый вал должен быть зафиксирован от проворачивания.

Отвернуть болты крепления фланца и снять фланец промежуточного вала.

Снять шестерню с гайкой с заднего конца промежуточного вала.

Вынуть промежуточный вал.

Отвернуть болты крепления верхнего и нижнего рычагов натяжного устройства со звездочкой и снять рычаги.

Отвернуть болты крепления опоры рычага натяжного устройства со звездочкой верхней цепи и снять опору (при необходимости).

Отвернуть болты крепления нижнего успокоителя и снять нижний успокоитель.

Снять звездочку и втулку с переднего конца коленчатого вала с помощью съемника ЗМ 7814-5118.

Вынуть сегментную шпонку звездочки из паза переднего конца коленчатого вала.

### **Установить блок цилиндров плоскостью крепления масляного картера вверх**

Зафиксировать коленчатый вал от проворачивания.

Отвернуть болты крепления маховика, снять шайбу болтов и маховик.

Вынуть из отверстия маховика подшипник первичного вала коробки передач.

Отвернуть болты крепления сальникодержателя к блоку цилиндров и снять сальникодержатель с прокладкой.

Отвернуть болты крепления крышек коренных подшипников, снять крышки коренных подшипников, вынуть нижние полушайбы упорного подшипника и коренные вкладыши из крышек коренных опор.

Снять коленчатый вал, верхние полушайбы упорного подшипника и коренные вкладыши из постелей коренных опор блока цилиндров.

Установить крышки коренных подшипников в блок цилиндров согласно их нумерации и закрепить их, не затягивая, болтами.

При необходимости отвернуть клапаны масляных форсунок охлаждения поршней и снять форсунки.

### **10.3 Очистка и промывка деталей**

Для выявления возможных дефектов и проведения замеров детали разобранного двигателя необходимо тщательно очистить от смазки, смол, нагара, грязи.

Детали очищают волосяными или мягкими проволочными щетками и специальными скребками после замачивания в керосине или ином растворителе.

После этого производится промывка деталей горячим моющим раствором в моечной машине.

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

Для очистки деталей от нагара рекомендуются следующие растворы:

– для алюминиевых: раствор соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) – 18,5 г, мыла – 10,0 г, жидкого стекла – 8,5 г на один литр воды;

– для стальных и чугунных: раствор каустической соды ( $\text{NaOH}$ ) – 25,0 г, соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) – 33,0 г, мыла – 8,5 г, жидкого стекла – 1,5 г на один литр воды.

Помещение, где моют детали (особенно керосином или бензином), должно иметь вытяжную вентиляцию.

Детали двигателя от нагара рекомендуется чистить вручную скребками или проволочной щеткой. Следует помнить, что в нагаре содержатся вредные вещества, поэтому детали, покрытые нагаром, необходимо постоянно смачивать в керосине.

Проволочную щетку применяют для очистки днища поршня, клапанов. Для привода щеток применяют электродрель небольшой мощности.

## **10.4 Проверка технического состояния, ремонт деталей и узлов двигателя**

### **10.4.1 Блок цилиндров**

Блок цилиндров с трещинами или пробоинами стенок цилиндров, водяной рубашки, картера, с трещинами на верхней плите (плоскости под головку цилиндров) и ребрах, поддерживающих коренные опоры, подлежит замене.

Проверить размеры и форму цилиндров, отверстий под опорные шейки промежуточного вала, отверстий под привод масляного насоса, деформацию и соосность опор коренных подшипников.

Номинальный размер диаметра цилиндра 87,000...87,030 мм разделен на три размерные группы. В случае износа цилиндров свыше размера 87,1 мм блок цилиндров доработать под поршни ремонтных размеров.

Отклонения формы цилиндров должны располагаться в поле допуска одной размерной группы.

В случае износа отверстий под опорные шейки промежуточного вала более максимально допустимого необходимо заменить втулки на новые с последующей расточкой под номинальный или ремонтные размеры в зависимости от величины износа опорных шеек промежуточного вала (таблица 11).

Шейки промежуточного вала в случае износа, превышающего максимально допустимый размер, шлифовать под ремонтный размер (таблица 12).

Таблица 11

Диаметр отверстий втулок блока цилиндров под опорные шейки промежуточного вала	Номинальный размер, мм	Максимально допустимый размер, мм
передняя	49	49,1
задняя	22	22,1

Таблица 12

Диаметр опорных шеек промежуточного вала	Номинальный размер, мм	Максимально допустимый размер, мм
передняя	49	48,95
задняя	22 <sub>-0,013</sub>	21,95

В случае износа отверстий под привод масляного насоса более допустимого (таблица 13), отверстия расточить до ремонтного размера под ремонтные втулки. Ремонтные втулки изготовить из серого чугуна наружным диаметром 21,041...21,062 мм и длиной: нижняя – 17 мм, верхняя – 30 мм. Запрессовать ремонтные втулки, просверлить в верхней втулке через отверстие, закрытое конической резьбой пробкой, сквозное отверстие для подвода масла Ø 3,5 мм, входящее в масляную магистраль блока цилиндров, и обработать отверстия во втулках до номинального размера. Для обеспечения кинематической точности зубчатой передачи привода масляного насоса обработку посадочных отверстий блока цилиндров под втулки и отверстий во втулках производить на координатнорасточных станках совместно (за одну установку) с обработкой опор под промежуточный вал, строго выдерживая межцентровое расстояние и перпендикулярность осей опор под промежуточный вал и привод масляного насоса.

Таблица 13

Размер	Номинальное значение, мм	Максимально допустимое значение, мм	Размер под втулку, мм
Диаметр отверстий блока цилиндров под привод масляного насоса	17	17,1	21 <sup>+0,033</sup>

В случае деформации и отклонения от соосности отверстий опор под вкладыши коренных подшипников более допустимого (таблица 14) – блок цилиндров необходимо заменить.

Таблица 14

Размер	Номинальное значение, мм	Максимально допустимое отклонение, мм
Диаметр отверстий опор под вкладыши коренных подшипников	67 <sup>+0,019</sup>	не менее 66,990 и не более 67,030
Радиальное биение средних опор блока цилиндров относительно крайних	0,02	0,04

### 10.4.2 Коленчатый вал

При наличии трещин любого характера коленчатый вал подлежит замене. Для удаления отложений из полостей шатунных шеек и масляных каналов необходимо их промыть струей раствора каустической соды (NaOH), нагретым до плюс 80°C, продуть и высушить сжатым воздухом, при необходимости вывернуть пробки и прочистить отверстия металлическими ершами, после промывки пробки завернуть моментом от 58,83 до 68,64 Н·м (от 6,0 до 7,0 кгс·м), предварительно обезжирив резьбовые поверхности на пробках и в отверстиях коленчатого вала, и нанеся на них анаэробный герметик «Фиксатор – 9».

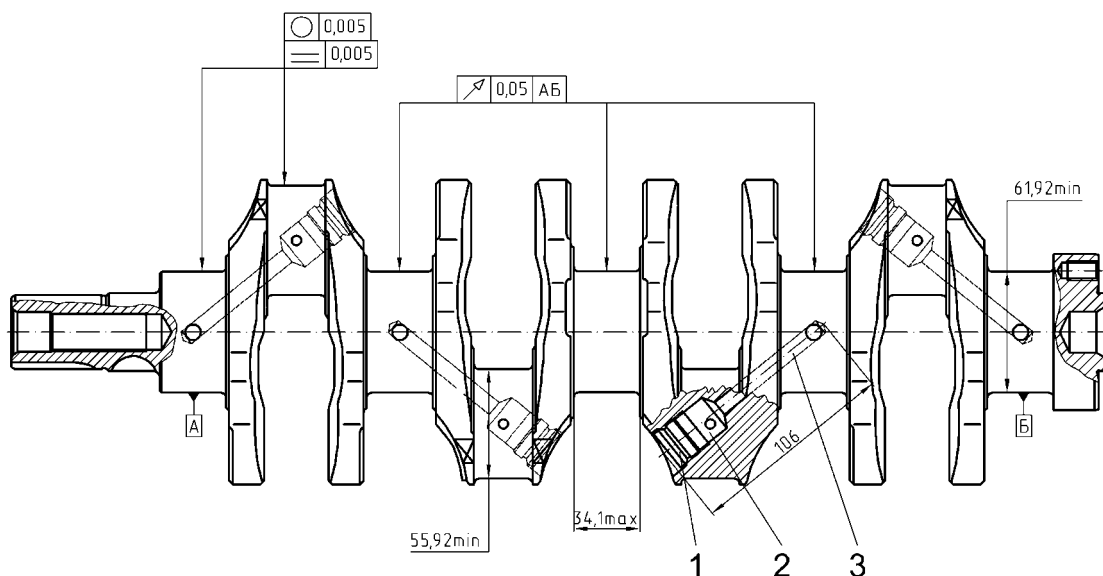


Рис.119. Предельные размеры коленчатого вала:

1 – пробка; 2 – грязеулавливающая полость; 3 – масляный канал

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

Если коренные и шатунные шейки изношены более максимально допустимых размеров или если конусообразность и бочкообразность (седлообразность) шеек более 0,005 мм, коленчатый вал подлежит замене.



При износе поверхности заднего фланца под рабочей кромкой манжеты для предотвращения утечек масла сместить манжету для контакта ее рабочей кромки с неизношенной поверхностью. Для этого установить распорное кольцо необходимой толщины между манжетой и сальниководержателем.

Проверить осевой зазор коленчатого вала (рис.117). При превышении осевого зазора 0,36 мм заменить упорные полушайбы на новые и вновь измерить осевой зазор. Если он снова окажется более 0,36 мм, заменить коленчатый вал.

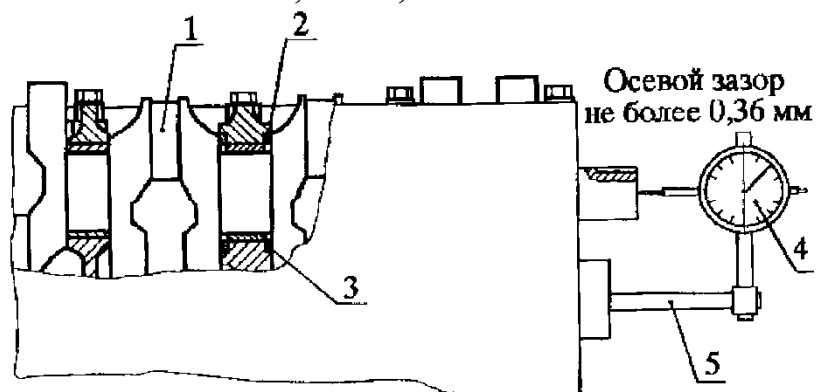


Рис.120. Проверка осевого зазора коленчатого вала:

1 – коленчатый вал; 2 – полушайба упорного подшипника коленчатого вала нижняя; 3 – полушайба упорного подшипника коленчатого вала верхняя; 4 – индикатор; 5 – штатив.

Контролируемые параметры коленчатого вала при проверке технического состояния приведены в таблице 15 и показаны на рис.119.

Таблица 15 Контролируемые параметры коленчатого вала

Контролируемый параметр	Размер по рабочему чертежу, мм	Максимально допустимый размер с учетом износа, мм
Диаметр коренных шеек	$62 \begin{smallmatrix} -0,035 \\ -0,049 \end{smallmatrix}$	61,92
Диаметр шатунных шеек	$56 \begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,039 \end{smallmatrix}$	55,92
Биение 2, 3, 4 коренных шеек относительно 1 и 5	0,03	0,05
Длина третьей коренной шейки	$34 \begin{smallmatrix} +0,05 \end{smallmatrix}$	34,1
Конусообразность, бочкообразность, седлообразность рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек.	0,002	0,005
Овальность	0,005	0,009
Осевой зазор коленчатого вала (по упорному подшипнику)	0,06...0,27	0,36

### 10.4.3 Шатунно-поршневая группа

Детали шатунно-поршневой группы проверить на отсутствие трещин и других повреждений. Детали, имеющие повреждения подлежат замене.

Проверить зазоры между поршневыми кольцами и канавками поршня по высоте и зазоры в замках поршневых колец. Зазоры приведены в таблицах 16 и 17.

По мере износа нарушается геометрическая форма цилиндров, увеличиваются зазоры в стыках колец, а также зазоры между кольцами и канавками в поршне, упругость колец резко снижается. Это приводит к росту количества газов, проникающих в картер двигателя, увеличению расхода масла на угар. Изношенные поршневые кольца необходимо заменить.

Таблица 16 – Параметры зазоров для поршневых колец «DYP»

Кольцо	Зазор по высоте, мм		Зазор в стыке, мм	
	номинальный	предельный	номинальный	Предельный
Верхнее компрессионное	–	–	0,25...0,40	0,9
Нижнее компрессионное	0,07...0,11	0,20	0,50...0,75	1,0
Маслосъемное	0,03...0,07	0,15	0,30...0,60	0,9

Зазор в замках колец проверяется при установке колец в верхнюю неизношенную часть цилиндра, предварительно очищенную от нагара, или в калибр  $\varnothing 87^{+0,030}$  мм. Зазор в замке измеряется с помощью набора щупов.

Зазоры по высоте между кольцом и стенкой канавки проверяют щупом, вводимым в зазор в нескольких местах по окружности кольца и поршня. Если зазор между кольцом и стенкой канавки больше, чем указан в таблице, необходимо заменить поршень и кольца.

Поршни также подлежат замене:

- при наличии на рабочих поверхностях юбки и в отверстиях под поршневой палец значительных «задиров»;
- при увеличении зазора между поршнем и цилиндром свыше 0,2 мм (табл. 9);
- при износе отверстия под поршневой палец свыше 0,05 мм (табл. 9);
- при наличии на перемычках между канавками под поршневые кольца, на кромках юбки и камеры сгорания усталостных трещин.

#### Шатуны

Изнашивается в основном отверстие втулки верхней головки шатуна под палец. При разрушении шатунного подшипника, значительном «задире» или разрушении поршня могут измениться геометрические параметры шатуна. Ремонт сводится к замене шатуна в сборе, если его геометрические параметры не соответствуют требованиям КД, а диаметр отверстия во втулке превысил 30,035 мм.

#### Поршневые пальцы

Поршневые пальцы всегда находятся в сложнапряженном состоянии, испытывая знакопеременные нагрузки растяжения-сжатия, изгиба и среза. Изнашивается в основном поверхность, сопрягаемая с втулкой верхней головки шатуна. Не смотря

на незначительные износы, поршневые пальцы не ремонтируются, т. к. накопленные за время эксплуатации двигателя усталостные изменения в материале пальца могут, при последующем применении в отремонтированном двигателе, привести к его поломке и отказу двигателя.

#### 10.4.4 Распределительные валы.

Опорные шейки распределительных валов изнашиваются незначительно.

В случае увеличения зазоров в подшипниках распределительных валов более 0,2 мм необходимо заменить либо головку цилиндров, либо распределительные валы.

Кулачки распределительных валов имеют закаленный до высокой твердости (> 50 HRC) поверхностный слой глубиной 0,2...0,5 мм и практически не изнашиваются. При аварийном разрушении рычага привода клапана на рабочей поверхности кулачка могут появиться забоины и царапины. В этом случае ремонт сводится к зачистке наждачной бумагой выступающих кромок забоин (царапин) при условии, что максимальный размер забоины не превышает 1/3 ширины дорожки качения ролика рычага.

При значительных повреждениях кулачков, вызывающих потерю кинематической точности звеньев газораспределительного механизма, распределительный вал необходимо заменить.

Контролируемые параметры распределительных валов и отверстий головки цилиндров под опорные шейки при проверке технического состояния приведены в таблице 17.

Таблица 17

Контролируемые параметры	Размер по рабочему чертежу, мм	Максимально допустимый размер с учетом износа, мм
Диаметр первой опорной шейки распределительного вала	42 <sup>-0,050</sup> <sub>-0,075</sub>	41,9
Диаметр остальных опорных шеек распределительного вала	30 <sup>-0,050</sup> <sub>-0,075</sub>	29,9
Диаметр отверстия в головке цилиндров под первую опорную шейку распределительного вала	42 <sup>+0,025</sup>	42,1
Диаметр отверстия в головке цилиндров под остальные опорные шейки распределительного вала	30 <sup>+0,025</sup>	30,1
Высота кулачков	40,8859 ± 0,25	40,4
Радиальное биение средней опорной шейки	0,025	0,04

### 10.4.5 Головка цилиндров

При наличии механических повреждений нижней плоскости, «разгарных» трещин и разрушений перемычек между седлами клапанов головку цилиндров необходимо заменить новой.

Ремонт головки цилиндров заключается в замене втулок направляющих клапанов, замене седел клапанов или перешлифовке их фасок, подрезании нижней плоскости для устранения ее коробления при перегреве двигателя, устранения забоин, выходящих в зоны уплотнительных элементов прокладки, обеспечения заданного утопания торцов тарелок клапанов после перешлифовки фасок седел при условии, что величина съема металла не превысит 0,15 мм.

Утопание тарелок клапанов должно быть в пределах, указанных на рис.121. Разность утопаний на одной головке не должна превышать 0,07 мм по каждому ряду клапанов.

Проверку производить измерительным калибром 24-Ф-74760, настроенным по эталону 24-Т-1643 (рис.122). Перед проверкой очистить плоскость головки цилиндров и тарелки клапанов от нагара.

Для проверки герметичности клапанов залить керосин поочередно во впускные и выпускные каналы головки цилиндров, при этом протекания керосина из-под тарелок клапанов в камеру сгорания быть не должно.

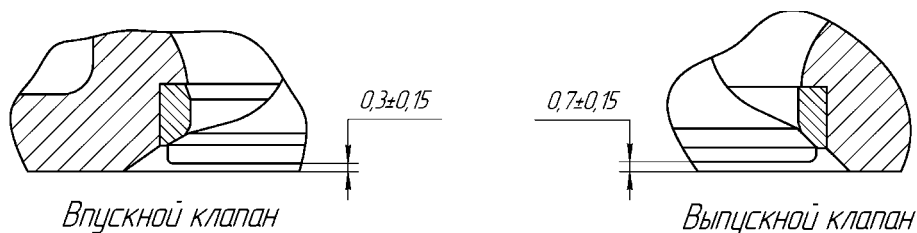


Рис.121. Утопание клапанов

По результатам измерения утопания тарелок клапанов принимается решение о возможности устранения негерметичности клапанов притиркой седел и фасок клапанов, шлифовкой или заменой седел и клапанов.

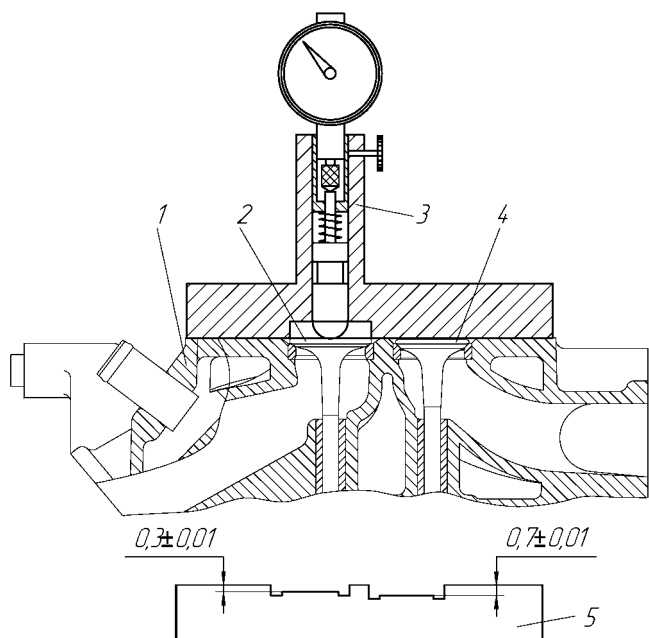


Рис.122. Проверка утопания клапанов

- 1 – головка цилиндров;
- 2 – клапан впускной;
- 3 – измерительный калибр;
- 4 – клапан выпускной;
- 5 – эталон настройки калибра



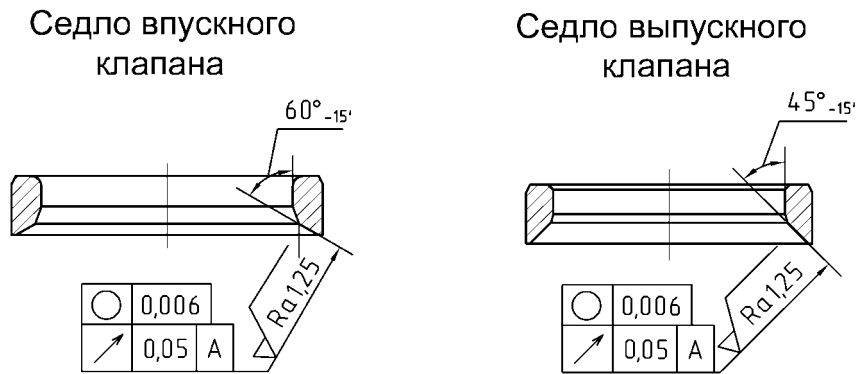


Рис.124. Обработка седел клапанов

При повреждении и изменении размера посадочного гнезда под седло свыше размера: для впускного клапана -  $\varnothing 31,535$  мм, для выпускного клапана -  $\varnothing 29,035$  мм, применить седло с ремонтным размером, при этом гнездо в головке цилиндров обработать до размера  $\varnothing 31,550...31,575$  мм для седла впускного клапана и  $\varnothing 29,050...29,075$  мм для седла выпускного клапана.

Перед запрессовкой седло необходимо охладить в двуокиси углерода до минус  $45...50$  °С, а головку цилиндров нагреть до плюс  $60$  °С.

После запрессовки обработать фаску седла, центрируя инструмент по отверстию направляющей втулки клапана.

Обработку рабочих фасок ремонтных седел после их запрессовки в головку произвести по рис.125.

После обработки фасок седел абразивным инструментом головку цилиндров тщательно промыть и продуть сжатым воздухом.

Произвести проверку утопания клапанов по рис.122.

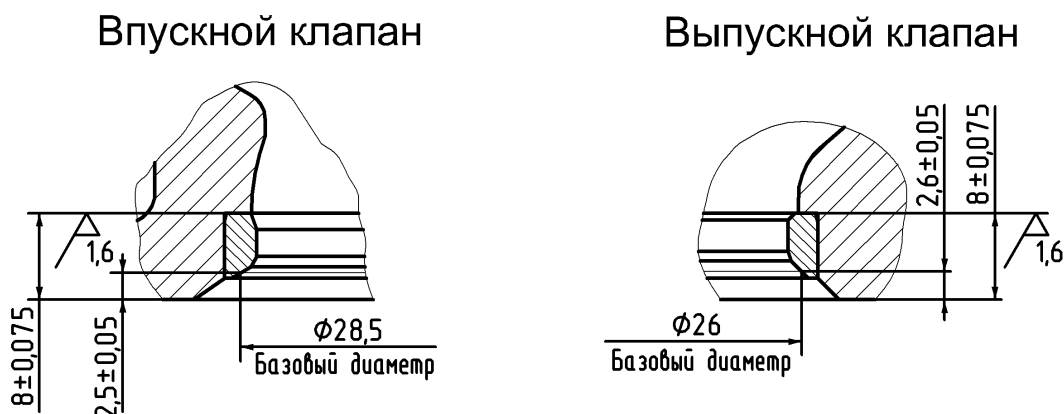


Рис.125. Обработка ремонтных седел

### Клапаны

Клапаны, имеющие: погнутость, износ стержня и торца хвостовика, выработку, риски и раковины на рабочей фаске глубиной более  $0,15$  мм подлежат замене.

Для восстановления герметичности клапанов в сборе с головкой произвести притирку их рабочих фасок к седлам, используя притирочную пасту, составленную из одной части микропорошка М-20 и двух частей масла И-20А.

### **Маслоотражательные колпачки**

Маслоотражательные колпачки направляющих втулок клапанов при ремонте головки цилиндров заменить новыми, т. к. с течением времени резина маслоотражательных колпачков теряет эластичность, появляются трещины и расслоения, что способствует прониканию масла в камеру сгорания на малых оборотах холостого хода двигателя и повышенному угару масла.

### **Пружины клапанов**

Необходимо проверить упругость клапанных пружин, так как при длительной работе упругость их падает и нарушается кинематическая связь отдельных звеньев газораспределительного механизма. Это приведет к снижению мощности, перерасходу топлива, перебоям в работе двигателя и стукам клапанов.

Уменьшение контрольных нагрузок клапанных пружин не должно превышать 10...15 % от номинальных величин. Усилие новой клапанной пружины при сжатии ее до длины 29,5 мм –  $166 \pm 8$  Н ( $16,6 \pm 0,8$  кгс), а при сжатии до 21 мм –  $363 \pm 18$  Н ( $36,3 \pm 1,6$  кгс). Пружины, имеющие наработку более 200 тыс.км подлежат замене, независимо от результатов контроля.

Собрать головку цилиндров с клапанами.

Перед сборкой головки цилиндров убедиться, что все ремонтные операции выполнены качественно, все поверхности очищены от загрязнений и не имеют повреждений, снижающих эксплуатационные характеристики детали.

Маслоотражательные колпачки напрессовать до упора с помощью оправки ЗМ 7853-4226. Перед напрессовкой посадочную поверхность колпачка смазать моторным маслом.

Стержни клапанов при установке во втулки смазать моторным маслом.

С помощью приспособления ЗМ 7823-4629 произвести засухаривание клапанов. Пристукать клапана молотком с медным наконечником.

Проверить утопание тарелок клапанов, герметичность их посадки (см. рис.118,119). Для обеспечения одинаковой степени сжатия по цилиндрам разность утопаний по каждому ряду клапанов не должна превышать 0,07 мм. При необходимости клапаны в пределах каждого ряда поменять местами и вновь притереть.

### **Гидронатяжитель**

Гидронатяжитель, снятый с двигателя, подлежит проверке даже при отсутствии жалоб на его работу со стороны клиента, сдавшего двигатель в ремонт. В тоже время следует учитывать, что причинами нештатной работы гидронатяжителя (стука) могут быть: износ звездочек, вытяжение цепи, разрушение успокоителя цепи.

Основными дефектами гидронатяжителя являются: заклинивание плунжера в корпусе гидронатяжителя, отсутствие запирания плунжера в канавках корпуса, негерметичность шарикового клапана гидронатяжителя.

После разборки гидронатяжителя следует определить границу следа приработки плунжера в корпусе, длина которого соответствует вылету плунжера в последний момент его работы. Если граница следа расположена на расстоянии более 17 мм от носка плунжера, то запорное кольцо (см. рис.23) при работе гидронатяжителя находилось в последней канавке корпуса, что свидетельствует о

достижении предельно допустимой величины вытяжения цепи и (или) износов зубьев звездочек. Цепь и звездочки в этом случае необходимо заменить и обязательно проверить состояние гидронатяжителя.

Гидронатяжитель необходимо разобрать, промыв его детали в керосине и заменить запорное кольцо. Чтобы проверить герметичность шарикового клапана, необходимо, не выливая масло из гидронатяжителя, вынуть из корпуса плунжер и пружину. Вставить плунжер сферическим торцом в отверстие корпуса гидронатяжителя. Надавливая на противоположный торец плунжера большим пальцем руки, визуально определить герметичность шарикового клапана. Даже незначительный пропуск масла через клапан свидетельствует о его негерметичности.

Герметичность клапана может быть восстановлена промывкой клапана в бензине, многократно нажимая на шариковый клапан тонкой проволокой или спичкой через маслоподводящее отверстие в корпусе клапана. Если промывка клапана не даст результата, то гидронатяжитель следует заменить.

После каждого снятия гидронатяжителя перед его последующей установкой на двигатель необходимо его разобрать и зарядить.

Разборку гидронатяжителя производите в следующем порядке:

- вывернуть клапан 1 (рис.23) из корпуса 4;
- вынуть из корпуса 4 пружину 5 и вылить масло;
- вынуть из корпуса 4 плунжер 3 в сборе с запорным 2 и стопорным 6 кольцами, для этого передвинуть плунжер по корпусу так, чтобы запорное кольцо прошло все канавки в корпусе и попало в канавку под стопорное кольцо, после чего, осторожно покачивая плунжер из стороны в сторону, вывести запорное кольцо из этой канавки.

Сборка гидронатяжителя производится в следующей последовательности:

- на закрепленную вертикально оправку 5 (рис.79) установить корпус 1 гидронатяжителя;
- в корпус гидронатяжителя вставить плунжер 3 до упора стопорного кольца 4 на плунжере в торец оправки;
- нажать металлическим стержнем диаметром 5...7 мм (можно отверткой) на дно плунжера или пальцем руки на торец плунжера так, чтобы стопорное кольцо с канавки на плунжере перешло в канавку корпуса (слышен легкий фиксирующий щелчок). Произойдет фиксация корпуса и плунжера – «зарядка». Одновременно запорное кольцо 2 войдет в первую канавку корпуса;
- в плунжер вставить пружину 5 (рис.126);
- заполнить внутреннюю полость гидронатяжителя чистым моторным маслом, применяемым на двигателе;
- сжимая пружину, наживить, а затем вручную завернуть клапан гидронатяжителя 1 в корпус 4, при этом стопорное кольцо на плунжере должно находиться в проточке корпуса и препятствовать перемещению плунжера в корпусе;
- снять гидронатяжитель с оправки и окончательно затянуть клапан моментом 18,6...23,5 Н·м (1,9...2,4 кгс·м).



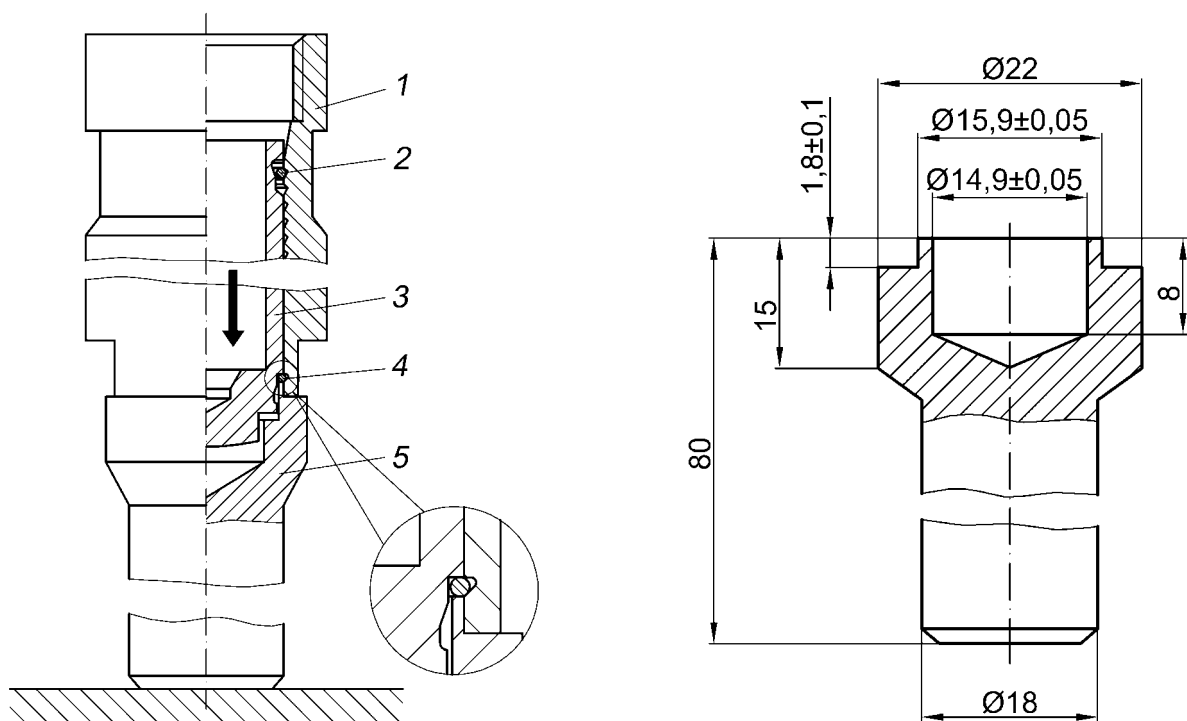


Рис.126. «Зарядка» гидронатяжителя с помощью оправки:  
1 – корпус; 2 – запорное кольцо; 3 – плунжер; 4 – стопорное кольцо; 5 – оправка

#### **Установка гидронатяжителя на двигатель:**

- смазать чистым моторным маслом, применяемым на двигателе, отверстие под гидронатяжитель в крышке цепи или головке цилиндров и установить собранный гидронатяжитель до касания в упор пяты рычага натяжного устройства, но не нажимать на гидронатяжитель, с целью исключения преждевременной его «разрядки»;
- закрыть крышкой гидронатяжитель, затянув болты, и вывернуть пробку из отверстия крышки;
- через отверстие в крышке гидронатяжителя нажать металлическим стержнем или отверткой на гидронатяжитель, переместив его до упора, затем отпустить, при этом стопорное кольцо на плунжере выйдет из зацепления с корпусом гидронатяжителя и даст возможность плунжеру и корпусу перемещаться под действием пружины. Корпус переместится до упора в крышку гидронатяжителя, а гидронатяжитель натянет цепь через рычаг натяжного устройства;
- завернуть пробку в крышку гидронатяжителя, предварительно нанеся на резьбу пробки анаэробный герметик «Фиксатор-6».

#### **ВНИМАНИЕ!**

1. На двигатель устанавливайте только «заряженный» гидронатяжитель, когда плунжер удерживается в корпусе с помощью стопорного кольца. После каждого снятия гидронатяжителя перед его последующей установкой необходимо его зарядить.
2. Разряжать гидронатяжители следует только после затяжки болтов крепления их крышек. Преждевременная разрядка гидронатяжителя при незатянутой крышке приведет к жесткому расклиниванию гидронатяжителя между крышкой и упорной площадкой рычага натяжного устройства и к полному

исключению элемента гидравлического регулирования, что повлечет многократное увеличение нагрузок в приводе, ускоренный износ и выход из строя деталей привода распределительных валов.

3. Не допускается на собранном гидронатяжителе нажатие на выступающий из корпуса носик плунжера во избежание выхода плунжера из зацепления с корпусом под действием сжатой пружины.

4. Не допускается при сборке сдавливать корпус гидронатяжителя во избежание нарушения геометрической формы корпуса и плунжера.

5. Не допускается разкомплектовывать корпус с плунжером, так как они составляют пару с подобранным гидравлическим сопротивлением, обеспечивающим демпфирование плунжера.

6. После замены гидронатяжителя после запуска двигателя в течение короткого времени гидронатяжитель может «стучать», пока отверстие под его крышкой и корпус не заполнятся маслом.

#### 10.4.6 Водяной насос

Возможными неисправностями насоса могут быть: течь жидкости в дренажное отверстие водяного насоса и шум подшипника вследствие выхода из строя уплотнения.

При выходе из строя уплотнения и течи из дренажного отверстия насоса необходимо заменить уплотнение, подшипник водяного насоса и крыльчатку (при незначительном попадании жидкости в подшипник его ресурс резко сокращается, а крыльчатку не возможно спрессовать с валика подшипника без ее деформации).

*Разборка насоса* производится в следующем порядке:

- с помощью съемника снять крыльчатку (рис.127);
- с помощью специального приспособления снять ступицу шкива насоса (рис.128);
- вывернуть фиксатор подшипника;
- выпрессовать из корпуса подшипник (рис.129). Выпрессовку подшипника производить на прессе или с помощью медной оправки. Для более легкой выпрессовки рекомендуется нагреть водяной насос до температуры плюс 80 °С;
- выпрессовать уплотнение из корпуса (рис.130).

*Сборка насоса* производится в следующем порядке:

- с помощью оправки запрессовать подшипник с валиком в сборе в корпус так, чтобы гнездо под фиксатор на обойме подшипника совпало с отверстием в корпусе насоса (рис.131);
- напрессовать на валик подшипника ступицу шкива насоса, выдержав размер  $(106,0 \pm 0,2)$  мм (рис.132);
- с помощью оправки (рис.133) запрессовать уплотнение на вал подшипника и в корпус насоса, не допуская перекоса (рис.134). С помощью оправки обеспечивается необходимое сжатие пружины уплотнения;
- завернуть фиксатор подшипника и закернить, чтобы не происходило его самоотворачивание;
- напрессовать крыльчатку на валик подшипника, выдержав размер между торцом крыльчатки и торцом корпуса насоса не более 14,2 мм (рис.135). **Не допускает-**

ся прикладывать усилие запрессовки к обратным сторонам лопастей во избежание их деформации;

➤ повернуть крыльчатку вместе с валиком. Задевание крыльчатки за корпус не допускается.

**ВНИМАНИЕ!**

При запрессовке подшипника в корпус насоса и деталей на вал подшипника необходимо исключить возможность передачи усилий запрессовки через тела качения подшипника, во избежание повреждения дорожек качения в корпусе подшипника.

На наружной поверхности и заплечиках металлической втулки уплотнения нанесен герметик, который обеспечивает герметичность посадки уплотнения в корпусе водяного насоса. Перед запрессовкой уплотнения оценить и не нарушать целостность покрытия герметика.

На двигатель водяной насос устанавливать с новой прокладкой.

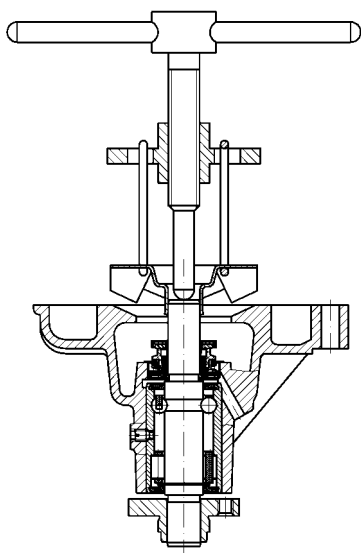


Рис.127. Снятие крыльчатки  
водяного насоса

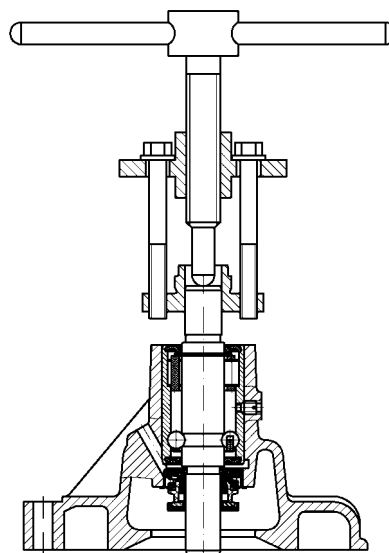


Рис.128. Снятие ступицы  
водяного насоса

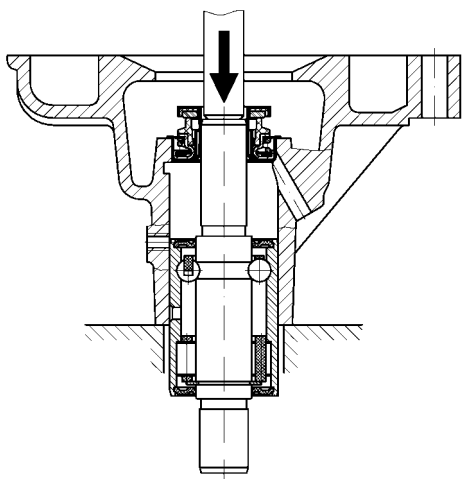


Рис.129. Выпрессовка подшипника с  
валиком водяного насоса

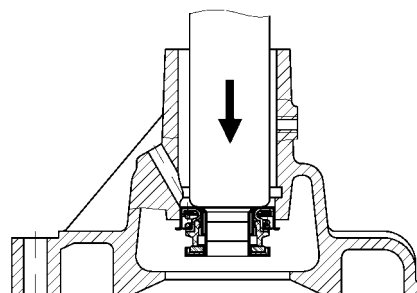


Рис.130. Выпрессовка уплотнения водяного  
насоса

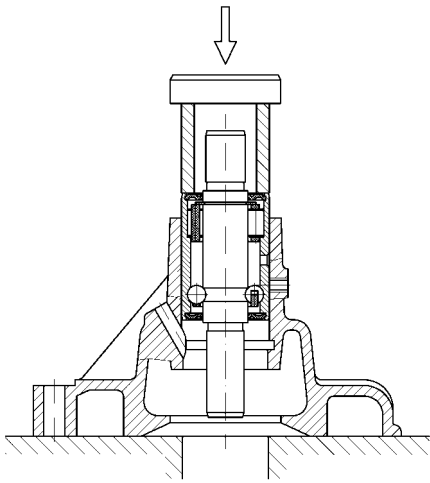


Рис.131. Запрессовка подшипника с валиком

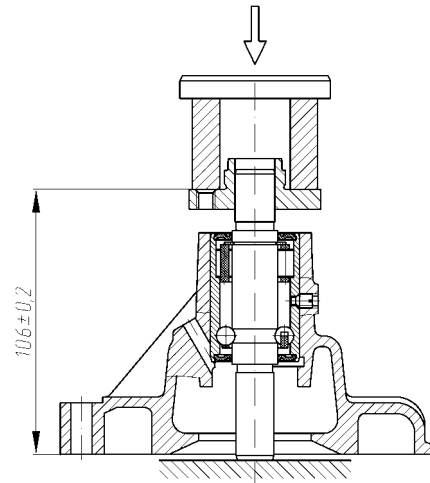


Рис.132. Напрессовка ступицы шкива водяного насоса

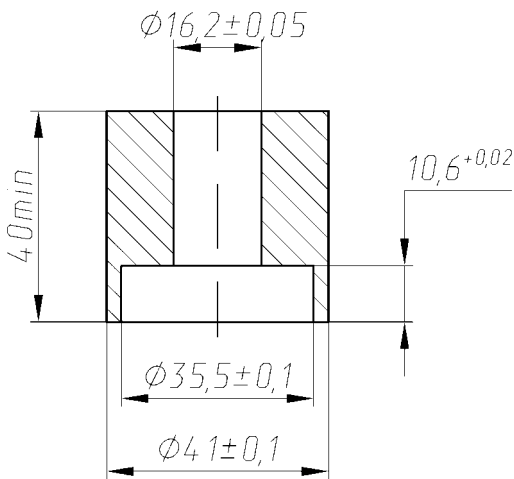


Рис.133. Оправка для запрессовки уплотнения

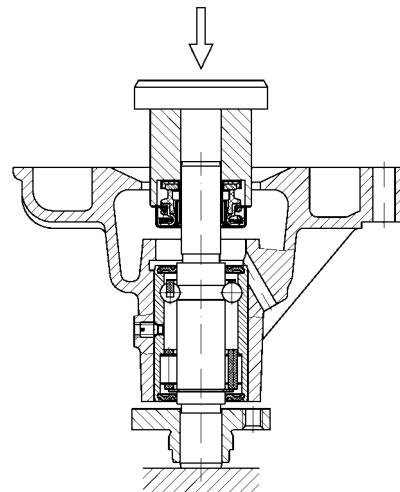


Рис.134. Запрессовка уплотнения водяного насоса

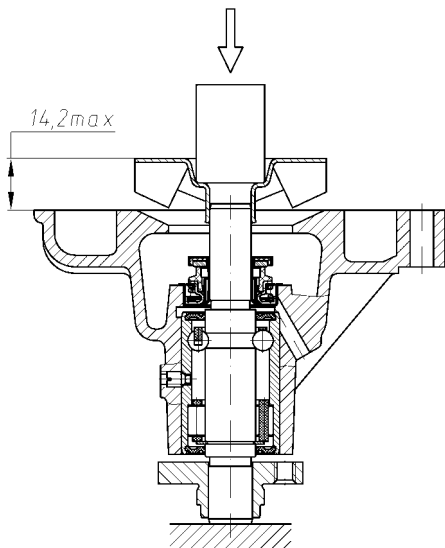


Рис.135. Напрессовка крыльчатки водяного насоса

#### 10.4.7 Термостат

Проверить работу термостата можно без снятия его с двигателя. После запуска холодного двигателя шланг подвода жидкости в радиатор не должен нагреваться. Постепенный рост температуры шлангов радиатора, бачков радиатора при прогреве двигателя указывает на негерметичность клапана термостата или его заклинивание в открытом положении. Интенсивный нагрев шланга подвода охлаждающей жидкости в радиатор должен происходить при открытии основного клапана – при подъеме температуры охлаждающей жидкости выше  $80 \pm 2$  °С.

После снятия с двигателя очистить термостат, дренажное отверстие во фланце и седло клапана. Между клапаном и его седлом не должно быть загрязнений, ризок и заусенцев, приводящих к негерметичности основного клапана.

Герметичность посадки клапана термостата проверить по прохождению щупа 0,1 мм между клапаном и седлом у холодного термостата. При прохождении щупа по всей окружности клапана термостат браковать.

Проверить термостат на температуру начала открытия и полный ход клапана.

Установить термостат в воду с температурой плюс 74°С (75°С для ТС108-01М) и выдержать не менее 3 минут, после чего проверить зазор между клапаном и седлом щупом 0,1 мм. Прохождение щупа по всей окружности клапана говорит о слишком раннем открытии термостата и необходимости его замены.

Установить термостат в воду с температурой плюс 85°С (84°С для ТС108-01М) и выдержать не менее 3 минут, после чего еще раз проверить зазор щупом 0,1 мм между клапаном и седлом. Щуп должен проходить по всей окружности. Непрохождение щупа говорит о слишком позднем открытии клапана термостата и необходимости его замены.

Установить термостат в воду с температурой плюс 97°С и выдержать до остановки хода клапана, но не менее 1,5 минут, после чего проверить ход клапана штангенциркулем или шаблоном 6,8 мм (7,8 мм для ТС108-01М). Если шаблон не проходит в зазор между клапаном и седлом, то термостат подлежит замене.

#### 10.4.8 Масляный насос

Причинами отклонений в работе системы смазки двигателя, могут являться неполадки в работе масляного насоса, вызванные износом осей шестерен и их опорных поверхностей в корпусе и маслоприемном патрубке или зависанием редукционного клапана (плунжера), из-за чего снижается напор (давление) масла, подаваемого насосом в систему смазки двигателя.

Для определения дефекта необходимо разобрать насос, для чего:

- снять каркас и сетку с маслоприемного патрубка;
- отвернуть три винта, снять приемный патрубок;
- извлечь из корпуса ведомую шестерню и валик с ведущей шестерней в сборе;
- снять шплинт с редукционного клапана, извлечь пружину с регулировочной шайбой и плунжер редукционного клапана из приемного патрубка;
- промыть детали и продуть сжатым воздухом.

При проверке редукционного клапана убедиться, что его плунжер перемещается в отверстии приемного патрубка свободно, без заеданий, а пружина находится в исправном состоянии (не имеет износов витков).

Если на плоскости проставки приемного патрубка масляного насоса обнаруживается выработка от шестерен, то необходимо измерить диаметры осей ведущей и ведомой шестерен и отверстий в корпусе и проставке приемного патрубка под оси, вычислить зазоры. При необходимости шлифовать плоскость проставки приемного патрубка до устранения следов выработки «как чисто». При значительных износах корпуса и осей шестерен насос следует заменить.

Сборку проводить в следующей последовательности:

➤ установить плунжер, пружину и регулировочную шайбу зашплинтовать редукционный клапан, предварительно смазав плунжер маслом, применяемым для двигателя;

### **ВНИМАНИЕ!**

**Не следует менять регулировочную шайбу пружины, во избежание изменения давления открытия редукционного клапана**

➤ установить в корпус масляного насоса валик в сборе с ведущей шестерней и проверить легкость его вращения;

➤ установить в корпус ведомую шестерню и проверить легкость вращения обеих шестерен;

➤ установить проставку с приемным патрубком и привернуть их к корпусу тремя винтами с шайбами моментом 13,7...17,7 Н·м (1,4...1,8 кгс·м).

➤ установить сетку, каркас и отогнуть выступы каркаса на края приемного патрубка масляного насоса.

Проверить давление, развиваемое насосом. Давление проверяется при сопротивлении на выходе. Для этого на специальной установке к выходному патрубку насоса присоединяется жиклер диаметром 1,5 мм и длиной 5 мм. Насос с приемным патрубком и сеткой должен находиться в бачке, залитом смесью, состоящей из 90 % керосина и 10 % масла М-8-В или М-5<sub>3</sub>/10-Г<sub>1</sub>. Уровень смеси в бачке должен быть на 40...50 мм выше плоскости разъема корпуса и приемного патрубка. Насос приводится во вращение от электромотора. При частоте вращения вала насоса (250±25) мин<sup>-1</sup> давление, развиваемое насосом, должно быть не менее 117 кПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>), а при (725 ±25) мин<sup>-1</sup> не более 490 кПа (5,0 кгс/см<sup>2</sup>).

#### 10.4.9 Топливная аппаратура

Диагностику и ремонт компонентов топливной аппаратуры настоятельно рекомендуется выполнять на СТО, имеющих соответствующее оборудование (рис.136), аккредитацию фирмы-изготовителя (BOSCH, Германия) и квалифицированных специалистов, прошедших обучение. Замену компонентов производить с соблюдением максимально возможной чистоты. После снятия предохранительных колпачков и пробок с входных и выходных штуцеров новых форсунок и ТНВД не допускать попадания грязи в полости штуцеров, не допускать повреждения резьбовых и конусных поверхностей штуцеров.

		<p>Стенд CRI для проверки топливных форсунок фирмы «BOSCH».</p>
		<p>CRS 845 Стенд для испытания насосов системы Common Rail</p>
		<p>Стенд Bosch EPS 708 для тестирования компонентов систем Common Rail с давлением впрыска до 2200 бар</p>
<p>Рис.136. Оборудование фирмы «BOSCH» для проверки топливной аппаратуры Common Rail [3]</p>		

## 10.5 Сборка двигателя

### 10.5.1 Требования к сборке

Оборудование и организация работ в производственном помещении должны исключать наличие пыли, грязи в зоне рабочего места для сборки двигателя. Стеллажи, рабочий инструмент, спецодежда рабочего должны исключать загрязнение двигателя в процессе его сборки. Детали и узлы при установке на двигатель должны быть чистыми, без следов коррозии, грязи, пыли, волосин и ниток от ткани. Распаковывать детали и расконсервировать следует только непосредственно перед установкой их на двигатель.

При выполнении сборочных операций необходимо предохранять детали от повреждений. Использовать выколотки и молотки с насадками из мягких металлов и сплавов. Все трущиеся сопрягаемые поверхности необходимо смазывать моторным маслом. Забоины на трущихся сопрягаемых поверхностях не допускаются.

При установке резиновых уплотнительных колец, во избежание их повреждений, покрыть поверхности трения деталей тонким слоем смазки «Литол-24» или чистым моторным маслом.

При установке прокладок наличие морщин, надрывов и перекрытия уплотняемых каналов не допускается.

При использовании герметиков сопрягаемые поверхности должны быть сухими и обезжирены.

Все резьбовые соединения должны быть затянуты регламентированными моментами. Нормы затяжки резьбовых соединений приведены в приложении Б. При завинчивании, во избежание прихватаывания резьбовых соединений, на одну из сопрягаемых резьбовых поверхностей нанести тонкий слой моторного масла.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Силовой крепеж (болты головки цилиндров, болты крепления маховика, винты прижимов топливных форсунок) во избежание разрушения во время сборки и эксплуатации при ремонте двигателя должен быть заменен на новый.**

Воздух, применяемый для обдува деталей, должен быть сухой и чистый.

Зазоры и натяги, которые необходимо соблюдать при сборке двигателя и его узлов, приведены в приложении В.

Дисбаланс вращающихся деталей, допустимый при сборке двигателя, указан в приложении Г.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Не рекомендуется устанавливать бывшие в эксплуатации топливопроводы высокого давления, уплотнительные прокладки головки цилиндров, топливных форсунок, штуцеров топливопроводов низкого давления и трубки нагнетательной масла к турбокомпрессору и других узлов и деталей, так как их повторная установка не гарантирует надежную герметизацию соединений.**

### 10.5.2 Сборка двигателя

Установить блок цилиндров на стенд для сборки-разборки двигателя, закрепив его за отверстие крепления коробки передач и за левый кронштейн опоры двигателя.



Внимательно осмотреть зеркало цилиндров, при необходимости аккуратно удалить неизношенный поясok над верхним компрессионным кольцом не допуская повреждения приработанной поверхности цилиндра. Металл следует снимать вровень с рабочей поверхностью цилиндра.

Запрессовать в блок цилиндров установочные штифты и втулки: коробки передач, крышки цепи и головки цилиндров.

Вывернуть из блока цилиндров пробки масляных каналов и продуть все масляные каналы сжатым воздухом, завернуть пробки на место.

Установить форсунки охлаждения поршней в блок цилиндров и закрепить их клапанами. Форсунки охлаждения поршней следует устанавливать в соответствии с их позициями до снятия для сохранения нацеливания подачи струй масла.

При изменении позиций установки форсунок, установке новых форсунок необходимо провести контроль и нацеливание подаваемых масляных струй как указано ниже.

**Контроль и нацеливание подаваемых форсунками охлаждения поршней масляных струй.** Испытания проводить на моторном или индустриальном масле «И-5А» ГОСТ 20799-88 при температуре плюс 20 °С и давлении подаваемого масла в центральную масляную магистраль блока цилиндров  $0,30 \pm 0,02$  МПа ( $3 \pm 0,2$  кгс/см<sup>2</sup>). Перед проверкой заглушить остальные отверстия для выхода масла.

Струя масла, исходящая из отверстия трубки форсунки, должна попадать в отверстие  $\varnothing 9$  мм контрольного приспособления (рис.137). При необходимости корректировки направления подачи струи масла подогнуть трубки форсунок.

Несрабатывание клапана масляной форсунки при давлении более 147 кПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>) или срабатывание при давлении до 108 кПа (1,1 кгс/см<sup>2</sup>) является признаком неисправности клапана.

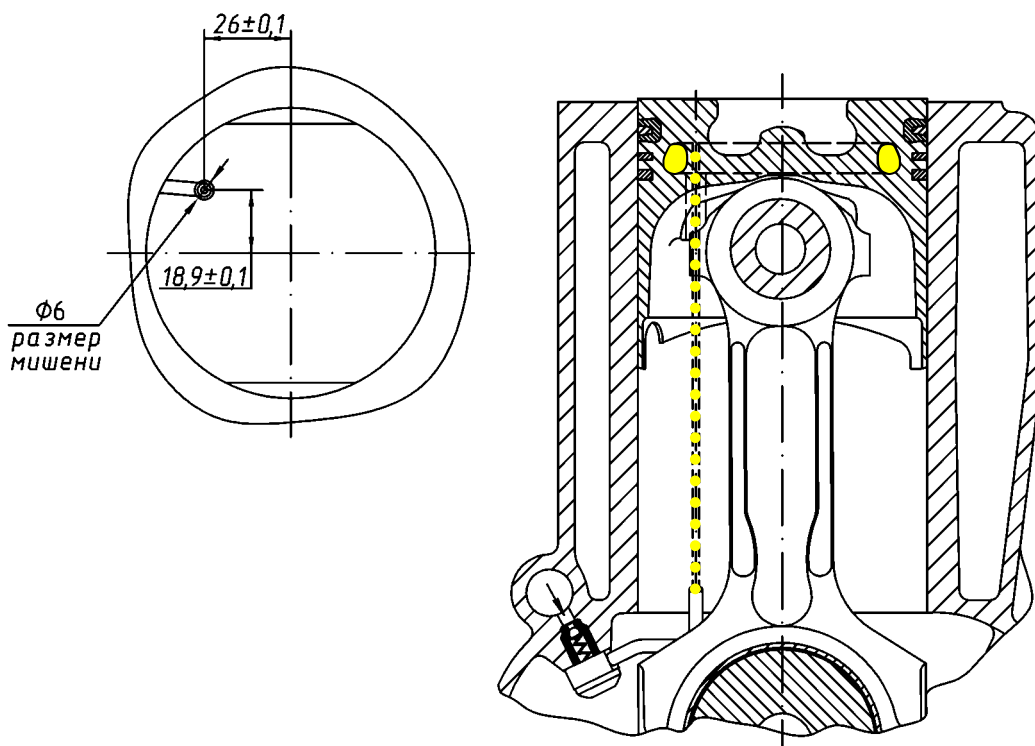


Рис.137. Нацеливание форсунки охлаждения поршня

## **Установить блок цилиндров плоскостью сопряжения с масляным картером вверх**

Снять крышки коренных подшипников с болтами.

Протереть насухо хлопчатобумажной салфеткой постели под вкладыши в блоке цилиндров и крышках коренных подшипников.

Установить в постели блока цилиндров верхние (с проточкой) вкладыши коренных подшипников так, чтобы усик вкладыша плотно вошел в замочный паз.

Установить в постели крышек коренных подшипников нижние (без проточки) вкладыши коренных подшипников так, чтобы усик вкладыша плотно вошел в замочный паз.

Протереть коренные вкладыши хлопчатобумажной салфеткой и смазать коренные вкладыши в постелях блока цилиндров моторным маслом.

Протереть хлопчатобумажной салфеткой шейки коленчатого вала и установить коленчатый вал в блок цилиндров.

Смазать моторным маслом и установить полушайбы упорного подшипника: верхние - в проточки третьей коренной постели, нижние - вместе с крышкой третьего коренного подшипника. Полушайбы должны быть обращены поверхностью с канавками к щекам коленчатого вала, выступы нижних полушайб должны войти в пазы крышки.

### **ВНИМАНИЕ!**

**Пластмассовые полушайбы подлежат установке только в передние (ближайшие к передней стороне блока цилиндров) проточки коренной постели и крышки опоры, ориентируя поверхностью с канавками к щеке коленчатого вала.**

Смазать моторным маслом коренные шейки коленчатого вала.

Установить крышку третьего коренного подшипника с полушайбами в блок цилиндров.

Установить крышки остальных коренных подшипников на соответствующие коренные шейки коленчатого вала.

### **ВНИМАНИЕ!**

**При установке крышек коренных подшипников соблюдать нумерацию, которая начинается от переднего торца блока цилиндров. При установке крышек замочные пазы под вкладыши в блоке цилиндров и в крышках располагать с одной стороны.**

Наживить, не затягивая, болты крепления крышек коренных подшипников и подвинуть вручную коленчатый вал вперед-назад до упора с целью правильного расположения крышки с полушайбами.

Затянуть болты крепления крышек коренных подшипников динамометрическим ключом моментом 98...107,9 Н·м (10...11 кгс·м).

Повернуть коленчатый вал на несколько оборотов. Вращение должно быть свободным, без затруднений. Проверить наличие зазоров между противовесами коленчатого вала и корпусами форсунок охлаждения поршней. Задевание коленчатого вала за форсунки охлаждения поршней не допускается.

Проверить, как указано в разделе «Ремонт. Коленчатый вал», осевой зазор коленчатого вала и, при необходимости, заменить полушайбы упорного подшипника на новые стандартной толщины или ремонтные, увеличенной толщины.

### **Произвести сборку деталей шатунно-поршневой группы**

Очистить канавки поршней от нагара.

Поршни по наружному диаметру юбки и цилиндры по внутреннему диаметру делятся на три размерные группы и маркируются буквами А, В, У по мере увеличения размера.

Буква, обозначающая группу поршня, и обозначение размера диаметра ремонтных поршней («87,5», «88») выбивается на днище поршня (рис.138). Буква, обозначающая группу цилиндра стандартного диаметра (87,0 мм) цилиндров, указывается на заглушках блоков цилиндров с левой стороны.

Поршни к цилиндрам необходимо подбирать одной размерной группы по маркировке цилиндра или, в случае ремонта, исходя из фактического наименьшего диаметра цилиндра. Соответствие групп поршней размерам диаметров цилиндров приведено в табл. 5.

Шатуны по массе сортируются на две группы и маркируются краской на крышке шатуна: белой – тяжелый, зеленой – легкий. В один двигатель должны быть установлены шатуны одной группы по массе.

Поршни по массе на группы не сортируются.

Сборку деталей узла поршень-шатун необходимо начинать с подбора поршневого пальца к шатуну. Поршневой палец должен входить в отверстие поршневой головки шатуна свободно и перемещаться без заеданий под действием собственного веса.

После того, как поршневой палец подобран к шатуну, производят подборку пальца к поршню. Поршневой палец в отверстиях поршня и шатуна должен перемещаться под действием пальцев руки, без значительных усилий.

Смазать поршневой палец чистым моторным маслом. Собрать поршень с шатуном, вставив поршневой палец в отверстия поршня и шатуна усилием пальца руки. Шатуны и поршни при сборке должны быть взаимно ориентированы следующим образом: стрелка на днище поршня и выступ на крышке шатуна должны быть направлены в одну сторону, при этом крышка шатуна на шатун должна быть установлена так, чтобы порядковый номер цилиндра или пазы под замки шатунных вкладышей на шатуне и крышке были расположены с одной стороны.

Вставить стопорные кольца в канавки поршня с обеих сторон поршневого пальца.

Разница масс комплектов, устанавливаемых в один двигатель, не должна превышать 10 граммов.

При большем разномесе комплектов шатун-поршень с целью уменьшения вибраций двигателя следует снять металл у более тяжелых комплектов с весовой бобышки в нижней части крышки шатуна и с боковых бобышек на поршневой головке шатуна. Во избежание деформации рабочих поверхностей шатуна, съем металла производить с небольшими нагрузками, не допуская перегрева.

Надеть с помощью приспособления ЗМ 7814-5128 поршневые кольца на поршень, ориентируя маркировкой на торце колец «R» в сторону днища поршня. Кольца в канавках должны свободно перемещаться.

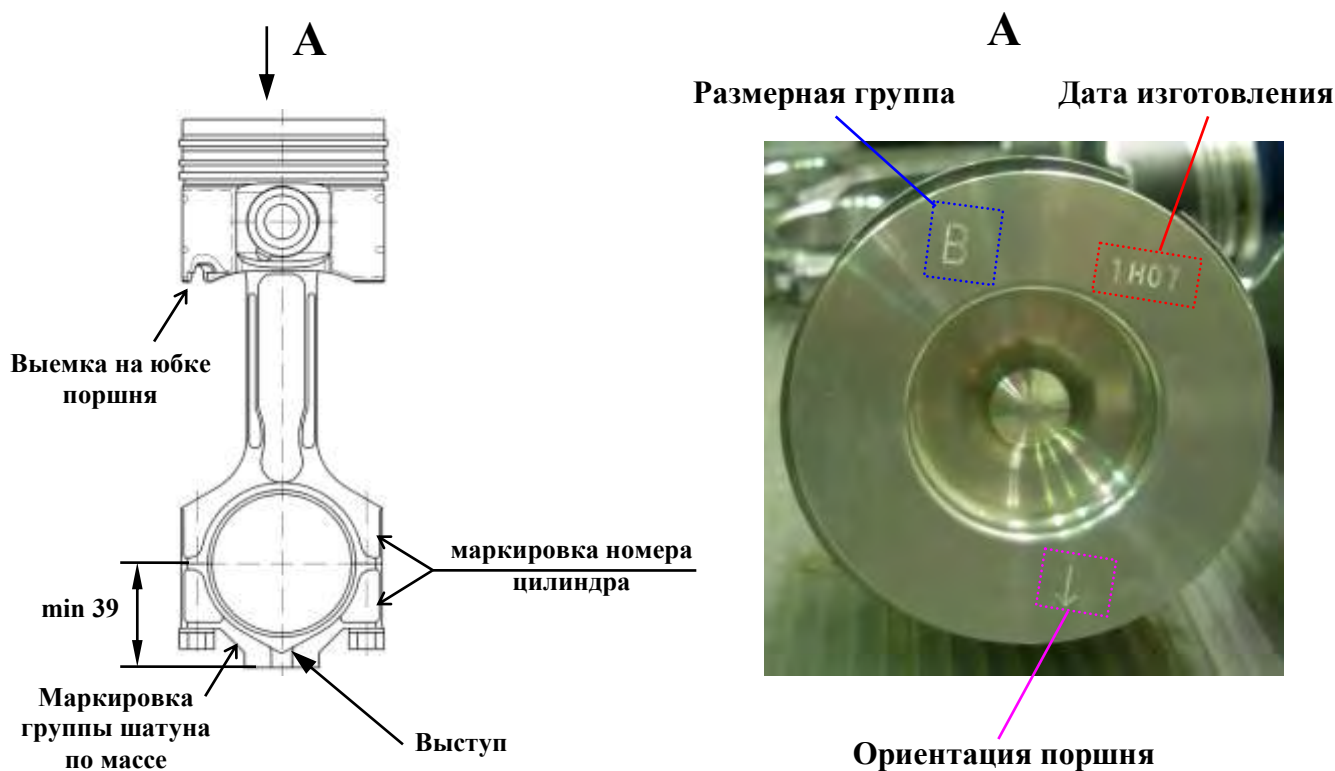


Рис.138. Маркировка поршня и шатуна

Снять крышки шатунов с болтами.

Протереть хлопчатобумажной салфеткой насухо постели под вкладыши в шатуне и крышке, а также шатунные вкладыши.

Уложить вкладыши в постели шатуна и крышки так, чтобы усик вкладыша вошел в замочный паз.

**Установить блок цилиндров плоскостью под головку вверх**

Смазать моторным маслом рабочую поверхность цилиндров.

Поворотом коленчатого вала установить шатунные шейки второго и третьего цилиндра в крайнее нижнее положение, протереть хлопчатобумажной салфеткой шатунные шейки коленчатого вала второго и третьего цилиндра.

Развести замки компрессионных и маслосъемного колец. Замки компрессионных колец сместить на  $180^\circ$  друг относительно друга, стык пружинного расширителя и замок маслосъемного кольца также установить один к другому под углом  $180^\circ$  и под углом  $90^\circ$  к замкам компрессионных колец.

Смазать вкладыш шатуна второго цилиндра моторным маслом.

Установить на второй цилиндр конусную оправку ЗМ 7853-4306 для обжатия поршневых колец. Вставить поршень с шатуном через оправку во второй цилиндр так, чтобы стрелка ориентации поршня на его днище была обращена в сторону переднего торца блока цилиндров, а выемка на юбке поршня была со стороны форсунки охлаждения, до касания вкладыша шатуна шейки коленчатого вала.

Смазать вкладыш шатуна третьего цилиндра моторным маслом.

Установить поршень с шатуном третьего цилиндра.

Перевернуть блок цилиндров плоскостью под масляный картер вверх, смазать шатунные шейки второго и третьего цилиндров коленчатого вала маслом, установить крышки шатунов второго и третьего цилиндров с болтами таким образом, чтобы порядковый номер или пазы под замки шатунных вкладышей на шатуне и крышке были расположены с одной стороны.

Затянуть моментом 66,7...73,6 Н·м (6,8...7,5 кгс·м) болты шатунов второго и третьего цилиндров.

Повернуть коленчатый вал на пол оборота, чтобы первая и четвертая шатунные шейки были в крайнем нижнем положении, протереть хлопчатобумажной салфеткой шатунные шейки коленчатого вала. Аналогичным образом установить поршни первого и четвертого цилиндров.

Повернуть коленчатый вал на несколько оборотов. Проверить наличие зазоров между противовесами коленчатого вала и форсунками охлаждения поршней. Проверить легкость поворота коленчатого вала, момент сопротивления вращению кривошипно-шатунного механизма должен быть не более 14...17 Н·м (1,4...1,7 кгс·м).

### **Установить блок цилиндров задним торцом вверх**

Проверить качество рабочих кромок манжеты заднего сальника коленчатого вала. Если манжета имеет изношенную рабочую кромку или слабо охватывает фланец коленчатого вала, заменить ее новой.

Если на коленчатом вале образовался изношенный пояс от рабочей кромки манжеты, то для предотвращения возможной течи масла через сальник следует установить в гнездо сальникодержателя под манжету шайбу необходимой толщины с целью смещения места контакта рабочей кромки манжеты с коленчатым валом.

Запрессовать манжету в сальникодержатель. Перед запрессовкой на посадочную поверхность сальникодержателя нанести смазку «Литол-24» или «ЦИАТИМ-221» для облегчения запрессовки.

Заполнить полость между рабочей кромкой и пыльником манжеты на 2/3 объема смазкой «ЦИАТИМ-221» (допускается «ВНИИ НП-279»), установить сальникодержатель с прокладкой на задний фланец коленчатого вала с помощью оправки ЗМ 7853-4357 и закрепить сальникодержатель к блоку цилиндров болтами.

Установить установочную втулку в выточку отверстия болта крепления маховика в заднем фланце коленчатого вала.

Установить маховик на посадочный выступ заднего фланца коленчатого вала, совместив отверстие в маховике с установочной втулкой.

Установить шайбу болтов маховика, наживить и затянуть болты моментом 70,6...78,4 Н·м (7,2...8,0 кгс·м), зафиксировав коленчатый вал от проворачивания.

Для фиксации коленчатого вала можно использовать старый вкладыш коренного или шатунного подшипника коленчатого вала, который следует установить концами в зубья маховика, а внешней стороной он должен упираться в штифт картера сцепления.

Запрессовать подшипник первичного вала коробки передач в отверстие маховика до упора в торец коленчатого вала.

Протереть рабочие поверхности маховика и нажимного диска хлопчатобумажной салфеткой. Ржавчина и масляные загрязнения на рабочих поверхностях не допускается.

Установить ведомый диск сцепления на маховик, поверх него положить нажимной диск, отцентрировать ведомый диск с помощью оправки ЗМ 7853-4023 или первичного вала коробки передач. Передний конец центрирующей оправки должен войти в отверстие подшипника.

Закрепить нажимной диск на маховике болтами. Во избежание перекоса кожуха нажимного диска, болты заворачивать поочередно за несколько приёмов.

### **Установить блок цилиндров плоскостью под головку цилиндров вверх**

Установить сегментную шпонку звездочки и установить звездочку коленчатого вала до упора, ориентируя меткой наружу.

Установить резиновое уплотнительное кольцо к звездочке в проточку переднего конца коленчатого вала.

Вынуть заглушку из отверстия в блоке цилиндров под установочный штифт коленчатого вала.

Установить коленчатый вал в положение, соответствующее положению поршня первого цилиндра в верхней мертвой точке (ВМТ).

Зафиксировать данное положение коленчатого вала штифтом ЗМ 7820-4582, установив его через отверстие в стенке заднего фланца блока цилиндров в паз маховика.

Установить в шпоночный паз хвостовика промежуточного вала сегментную шпонку, в отверстия передней опорной шейки завернуть на несколько оборотов два болта М8, предназначенные для крепления звездочек.

Смазать моторным маслом опорные шейки промежуточного вала и установить промежуточный вал в блок цилиндров до выхода заднего конца.

Установить шестерню с гайкой на хвостовик промежуточного вала, совместив шпоночный паз шестерни со шпонкой.

Завернуть гайку шестерни ключом, удерживая промежуточный вал за ввернутые в вал болты.

Установить и закрепить фланец промежуточного вала.

Смазать поверхности трения вала привода масляного насоса моторным маслом и установить привод в отверстия блока цилиндров, обеспечив полное зацепление шестерен привода и промежуточного вала. Смазать шестерни привода антифрикционным композитом АФК-ПР ТУ 0257-001-61056026-2009 или моторным маслом.

Установить крышку привода масляного насоса с прокладкой и закрепить винтами.

Проверить легкость вращения промежуточного вала.

### **Установить блок цилиндров плоскостью под масляный картер вверх**

Установить держатель масляного насоса на третью крышку коренного подшипника, не закручивая болт крепления окончательно.

Вставить шестигранный валик привода масляного насоса в отверстие привода. Установить масляный насос с прокладкой, наживить и завернуть от руки два болта крепления масляного насоса, наживить и завернуть от руки два болта крепления держателя к масляному насосу.

Завернуть окончательно болты крепления масляного насоса к блоку цилиндров, болты крепления держателя к крышке коренного подшипника и к масляному насосу.

Проверить легкость вращения промежуточного вала в сборе с насосом.

Вывернуть болты из промежуточного вала.

### **Установить блок цилиндров передним торцом вверх**

Установить нижний успокоитель цепи, наживить болты крепления, не затягивая окончательно, чтобы нижний успокоитель сохранял подвижность.

Установить ведущую звездочку промежуточного вала со штифтом (число зубьев 19) в ведомую звездочку (число зубьев 38).

Надеть на ведомую звездочку промежуточного вала нижнюю цепь привода распределительных валов (число звеньев 72) и установить подсобранный комплект звездочек с цепью на промежуточный вал, одновременно надеть цепь на звездочку коленчатого вала и уложить в нижний успокоитель.

Установить стопорную пластину и закрепить звездочки промежуточного вала двумя болтами. Загнуть углы стопорной пластины на грани головок каждого из болтов.

Закрепить болтом к блоку цилиндров рычаг натяжного устройства со звездочкой нижней цепи привода распределительных валов.

Нажимая на рычаг натяжного устройства, натянуть цепь и завернуть окончательно болты нижнего успокоителя цепи.

Установить и закрепить двумя болтами опору натяжного устройства верхней цепи привода распределительных валов, нанеся на резьбовую часть болтов анаэробный герметик «Фиксатор-6».

Установить и закрепить болтом к опоре рычаг натяжного устройства со звездочкой верхней цепи привода распределительных валов.

Надеть верхнюю цепь привода распределительных валов (число звеньев 82) на ведущую звездочку промежуточного вала (число зубьев 19).

Проверить качество рабочих кромок манжеты переднего сальника коленчатого вала. Если манжета имеет изношенные рабочие кромки или слабо охватывает фланец коленчатого вала, заменить ее новой.

Если на коленчатом вале образовался изношенный поясok от рабочей кромки манжеты, то для предотвращения течи через сальник следует установить в гнездо крышки цепи под манжету шайбу необходимой толщины с целью смещения места контакта рабочей кромки манжеты с коленчатым валом.

Запрессовать манжету в крышку цепи. Перед запрессовкой на посадочную поверхность крышки цепи нанести смазку «Литол-24» или «ЦИАТИМ-221» для облегчения запрессовки.

Заполнить полость между рабочей кромкой и пыльником манжеты на 2/3 объема смазкой «ЦИАТИМ-221» (допускается «ВНИИ НП-279»), установить крышку цепи с прокладками на блок цилиндров, уложив и зафиксировав цепь в полости крышки цепи.

Установить нижний передний кронштейн крепления генератора и вставить специальный болт и винт в отверстия кронштейна и крышки цепи.

Установить водяной насос с прокладкой на крышку цепи и вставить винты крепления.

Вставить винты крепления крышки цепи.

Затянуть винты и специальный болт крепления крышки цепи, винты водяного насоса, затянуть болт крепления водяного насоса к крышке цепи.

Установить кронштейн насоса ГУР и закрепить его болтами на корпусе насоса.

Установить на кронштейне натяжные ролики и закрепить болтами, не затягивая их окончательно.

Установить натяжной ролик ремня привода ТНВД, генератора и водяного насоса, закрепить винтом.

Снять с собранного гидронатяжителя транспортный стопор (предохранительную шайбу).

Смазать моторным маслом отверстие в крышке цепи под гидронатяжитель

Вставить собранный гидронатяжитель в отверстие крышки цепи до касания в упор рычага натяжного устройства, но не нажимать на торец гидронатяжителя, с целью исключения выхода плунжера из корпуса гидронатяжителя.

Установить крышку гидронатяжителя с прокладкой и закрепить двумя болтами к крышке цепи. На нижний болт крепления крышки предварительно установить скобу-держатель электрической колодки датчика положения коленчатого вала.

Через отверстие в крышке гидронатяжителя оправкой нажать на гидронатяжитель с усилием, обеспечивающим выход плунжера из корпуса гидронатяжителя. Под действием пружины корпус гидронатяжителя переместится до упора в крышку, а плунжер через натяжное устройство натянет цепь.

Завернуть в крышку гидронатяжителя пробку.

Установить втулку на передний конец коленчатого вала, ориентируя ее большей внутренней фаской к уплотнительному кольцу.

Запрессовать в паз коленчатого вала призматическую шпонку и напрессовать шкив-демпфер на передний конец коленчатого вала до упора.

Завернуть стяжной болт коленчатого вала моментом 196...245 Н·м (20...25 кгс·м).

### **Установить блок цилиндров плоскостью под масляный картер вверх**

Нанести силиконовый клей-герметик «Юнисил» (ТУ 2252-001-46496828-00) на торцы прокладок крышки цепи и сальниковдержателя. Выступающие над плоскостью блока цилиндров более 0,5 мм торцы прокладок подрезать острым ножом заподлицо с плоскостью.

Установить и закрепить успокоитель масла в масляный картер. Завернуть пробку слива масла с уплотнительной прокладкой в сливное отверстие масляного картера.



На очищенные и обезжиренные сопрягаемые поверхности масляного картера и блока цилиндров нанести жидкую прокладку масляного картера **Loctayte5900**. В качестве альтернативы жидкой прокладке **Loctayte5900** допускается устанавливать резино-металлическую прокладку дет. 40624.1009070 (5 40 270 обозначение ф.ElringKlinger, Германия). Установить масляный картер на блок цилиндров, совместив крепежные отверстия. Завернуть в блок цилиндров, сальниководержатель и крышку цепи болты крепления масляного картера в соответствии с последовательностью, указанной на рис.139.

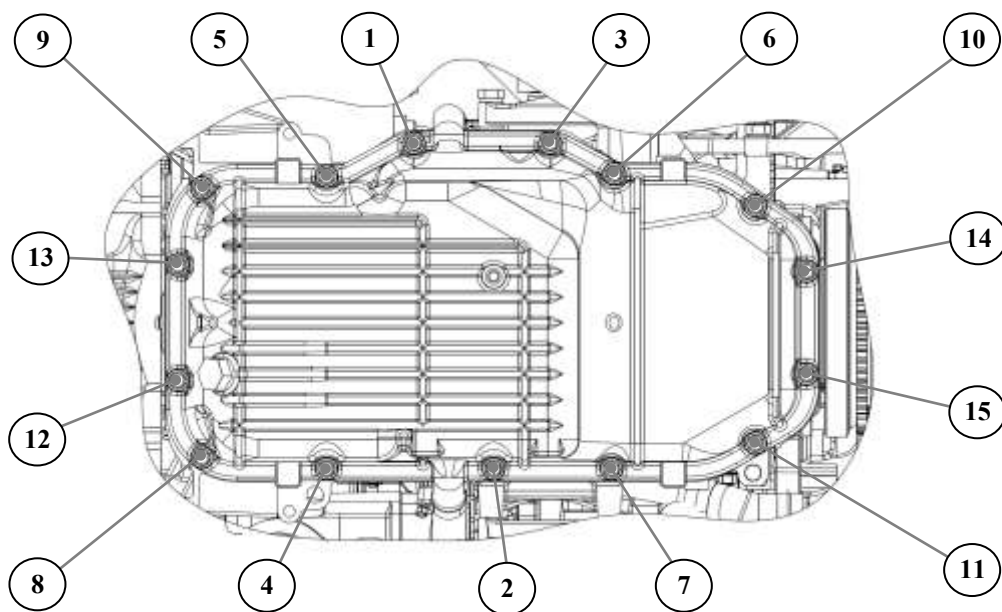


Рис.139. Последовательность затяжки болтов крепления масляного картера.

Установить усилитель картера сцепления и закрепить болтами к блоку цилиндров.

**Установить блок цилиндров плоскостью сопряжения с головкой цилиндров вверх**

Проконтролировать отсутствие масла в резьбовых колодцах блока цилиндров под болты головки цилиндров. Масла быть не должно. Наличие масла может привести при затяжке болтов крепления головки к возникновению трещин резьбовых бобышек блока вследствие гидроудара.

Нанести силиконовый клей-герметик «Юнисил» (ТУ 2252-001-46496828-00) на места выхода верхних торцов прокладок крышки цепи. Выступающие над плоскостью блока цилиндров более 0,5 мм торцы прокладок подрезать острым ножом заподлицо с плоскостью.

Установить прокладку головки цилиндров. Проконтролировать положение прокладки головки цилиндров на установочных штифтах (втулках). Нависание кромок окон  $\varnothing 87,5$  мм прокладки над зеркалом цилиндров не допускается, т.к. поршни при нахождении в ВМТ выступают над плоскостью блока на 0,5 мм.

Установить на установочные втулки головку цилиндров.

Смазать резьбу болтов крепления головки цилиндров моторным маслом.

Схема затяжки болтов головки цилиндров , крышки распределительных валов  и крышки клапанов 

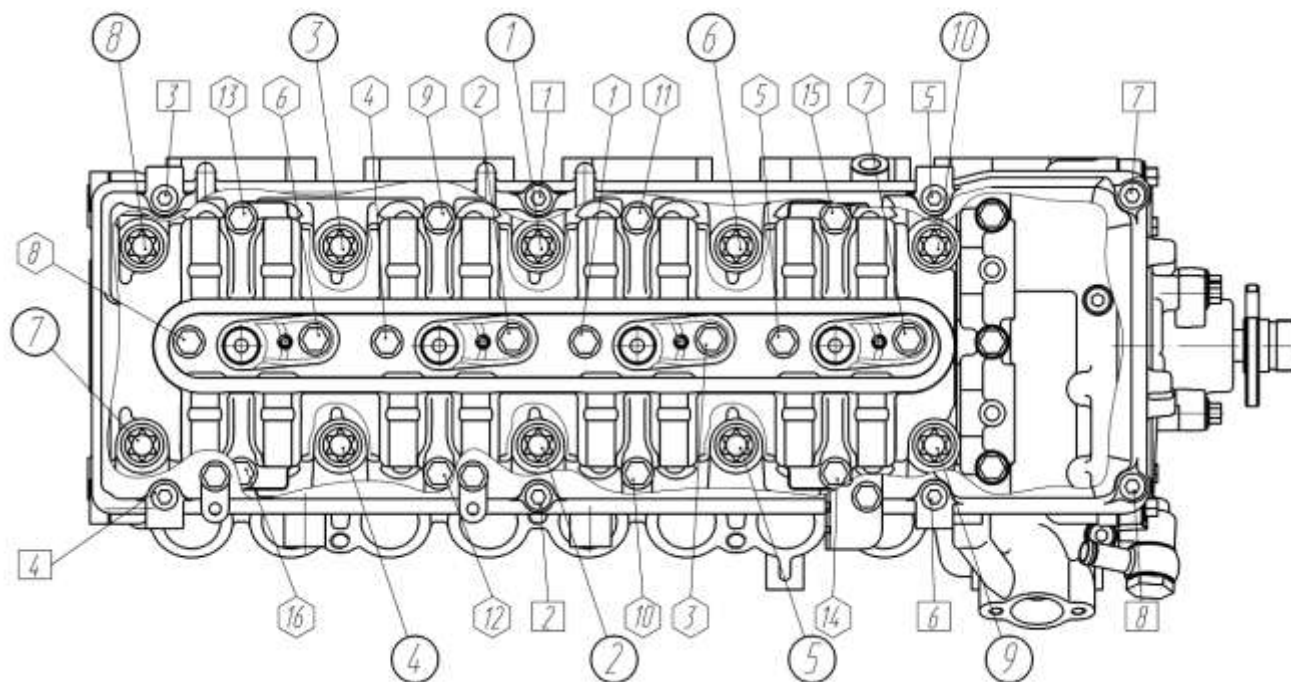


Рис.140. Последовательность затяжки болтов крепления головки цилиндров, крышки распределительных валов и крышки клапанов.

Затянуть болты. Затяжку болтов головки цилиндров производить в строго определенной последовательности (рис.140) в четыре этапа:

- произвести предварительную затяжку болтов моментом 39,2...58,9 Н·м (4...6 кгс·м) и выждать не менее 2 мин;
- произвести затяжку болтов моментом 119...132 Н·м (12...13,5 кгс·м) и выждать не менее 2 мин;
- произвести затяжку болтов моментом 147,1...162 Н·м (15...16,5 кгс·м) и выждать не менее 7 мин;
- отвернуть болты на угол 90...100°;
- затянуть окончательно болты моментом 147,1...162 Н·м (15...16,5 кгс·м).

Затянуть винты крепления головки цилиндров к крышке цепи.

Отвернуть болты крепления и снять крышки распределительных валов.

Смазать моторным маслом отверстия в головке цилиндров под гидроопоры.

Подсобрать гидроопоры с рычагами привода клапанов и установить гидроопоры с рычагами в головку цилиндров.

### **ВНИМАНИЕ!**

**Новые гидроопоры полностью заполнены маслом и принимают рабочее положение (проседают) не ранее, чем через 30 минут после затяжки болтов крепления крышек распределительных валов. В течение этого времени запуск двигателя не допускается во избежание удара поршней по клапанам и поломки двигателя.**

Протереть хлопчатобумажной салфеткой опоры распределительных валов в головке цилиндров и крышках. Протереть хлопчатобумажной салфеткой опорные шейки и кулачки распределительных валов.

Смазать постели опор распределительных валов головки цилиндров моторным маслом.

Смазать резьбу стяжных болтов звездочек распределительных валов.

Уложить распределительные валы в опоры. Сориентировать валы таким образом, чтобы установочные отверстия на первых шейках были направлены вверх. Перед укладкой валов убедиться, что впускной вал подсобран с отметчиком датчика фазы.

Установить в отверстия звездочек разрезные втулки, вытянуть цепь из ниши крышки цепи, подводя поочередно звездочки под цепь, установить и закрепить их стяжными болтами с шайбами на хвостовиках валов, не затягивая болты окончательно. Звездочки при этом должны свободно вращаться, а зазор между торцевыми поверхностями ступиц звездочек и опорными торцами распределительных валов должен отсутствовать, метка «П» на торцах звездочек должна быть направлена в сторону передка двигателя.

### **ВНИМАНИЕ!**

**Распределительный вал впускных клапанов имеет маркировку «ВП» на заднем торце, распределительный вал выпускных клапанов имеет маркировку «ВЫП» на заднем торце**

Смазать моторным маслом кулачки распределительных валов.

Установить резиновые уплотнители над колодцами под топливные форсунки, установочные втулки крышек распределительных валов.

Смазать опорные шейки и проточки в первых опорных шейках распределительных валов моторным маслом. Установить упорные фланцы в первую крышку распределительных валов.

Установить, не затягивая болты, переднюю крышку распределительных валов с установленными в ней упорными фланцами на установочные втулки. За счет продольного перемещения распределительных валов, обеспечить установку упорных фланцев в канавки распределительных валов.

Установить, не затягивая болты, крышку остальных опор распределительных валов.

Завернуть болты крепления крышек распределительных валов (рис.140).

Поворачивая поочередно распределительные валы за лыски на первой промежуточной шейке, совместить установочные отверстия в первых опорных шейках распределительных валов и передней крышке распределительных валов. Кулачки распределительных валов первого цилиндра при этом должны быть направлены наружу и развернуты в противоположные стороны.

В данном положении зафиксировать распределительные валы с помощью приспособления ЗМ 7820-4579. Штифты приспособления ЗМ 7820-4579 должны войти через отверстия передней крышки распределительных валов в отверстия распределительных валов.

Снять с собранного гидронатяжителя транспортный стопор (предохранительную шайбу).

Смазать моторным маслом отверстие в головке цилиндров под гидронатяжитель.

Вставить собранный гидронатяжитель в отверстие головки цилиндров до касания в упор рычага натяжного устройства, но не нажимать на торец гидронатяжителя, с целью исключения выхода плунжера из корпуса гидронатяжителя.

Установить крышку гидронатяжителя с уплотнительной прокладкой и закрепить двумя болтами к головке цилиндров.

Через отверстие в крышке гидронатяжителя оправкой нажать на гидронатяжитель с усилием, обеспечивающим выход плунжера из корпуса гидронатяжителя. Под действием пружины корпус гидронатяжителя переместится до упора в крышку, а плунжер через натяжное устройство натянет цепь, при этом звездочки распределительных валов должны свободно повернуться. При необходимости, принудительным поворотом звездочек ключом ЗМ 7812-4791 против часовой стрелки натянуть рабочие ветви цепи до устранения слабины.

Завернуть в крышку гидронатяжителя пробку.

Удерживая звездочку распределительного вала впускных клапанов ключом ЗМ 7812-4791, поочередно завернуть стяжные болты звездочек распределительных валов моментом  $98...107,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ( $10... 11 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ ). Убедиться в отсутствии зазора между торцовыми поверхностями звездочек и опорными торцами распределительных валов.

Установить средний успокоитель цепи и затянуть болты крепления.

Вынуть установочный штифт коленчатого вала и приспособления для фиксации распределительных валов.

Повернуть коленчатый вал на два оборота по ходу вращения и снова зафиксировать положение коленчатого вала штифтом. Проверить положение распределительных валов установкой приспособления ЗМ 7820-4579. Штифты приспособления должны свободно входить в отверстия распределительных валов.

**При ремонте двигателя, связанном со снятием звездочек распределительных валов, последующую установку при сборке привода распределительных валов производить, как указано выше.**

**Для точной установки распределительных валов перед разборкой рекомендуется установить коленчатый вал в положение, соответствующее нахождению поршня первого цилиндра в ВМТ такта сжатия, и точно зафиксировать данное положение штифтом через отверстие блока цилиндров в паз маховика. Данное положение коленчатого вала можно установить по совпадению отверстий в передних шейках распределительных валов с отверстиями в передней крышке опор валов. Кулачки распределительных валов клапанов первого цилиндра при этом направлены наружу вверх и развернуты в противоположные стороны (клапаны закрыты).**

Запрессовать установочные втулки крышки в передний торец головки цилиндров.

Установить в вакуумный насос трубку подачи масла, предварительно смазав резиновые уплотнительные кольца моторным маслом. При этом трубку соориентировать таким образом, чтобы калиброванное отверстие  $\varnothing 1$  мм в трубке было обращено в сторону масляного канала в головке цилиндров (рис.33 и рис.70).

Установить переднюю крышку головки цилиндров с вакуумным насосом и прокладкой, совместив трубку подвода масла к вакуумному насосу с отверстием в головке цилиндров, и закрепить болтами. Установить в крышку клапанов уплотнители и прокладку крышки.

Установить крышку клапанов с уплотнителями и прокладкой на плоскость головки цилиндров. Установить и затянуть болты (рис.140).

Установить болты крепления крышки клапанов с держателем колодки, скобами, держателями электропроводов (скоб).

Скобы, держатели скоб и держатель колодки располагать в соответствии со схемой (рис.141).

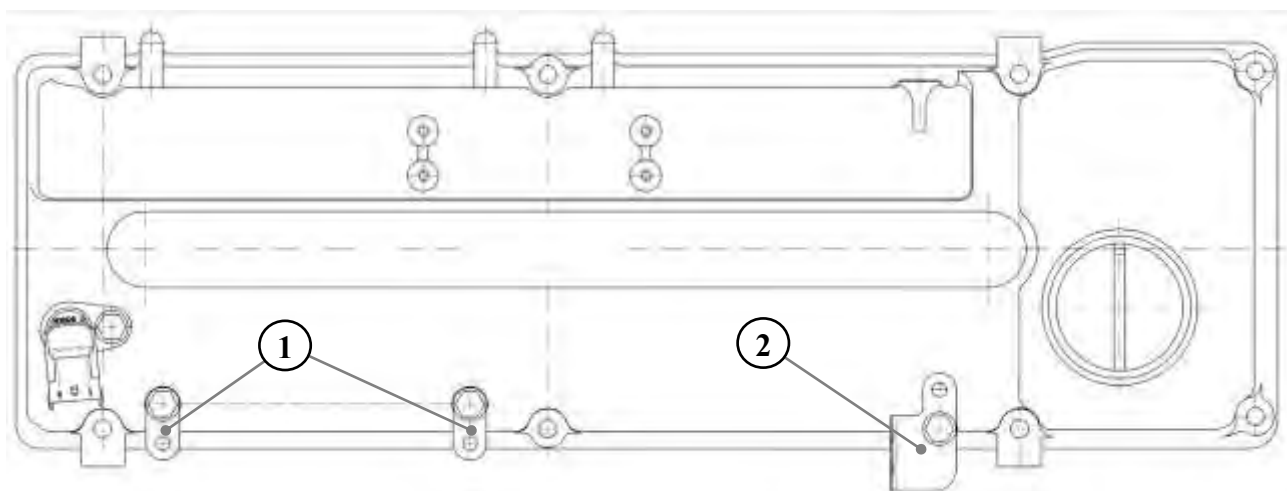


Рис.138. Схема установки скоб и держателей скоб крепления проводов:

1 – держатель скобы; 2 – держатель колодки.

Установить и завернуть в горловину крышки клапанов крышку маслоналивного патрубка. Установить и закрепить датчик фазы.

Нанести на запрессовываемый в блок цилиндров конец трубки указателя уровня масла анаэробный герметик «ЛОСТИТЕ-638» и запрессовать трубку в блок цилиндров, сориентировав в соответствии с рис.5.

Установить в трубку указатель уровня масла.

Завернуть штуцер масляного фильтра в отверстие блока цилиндров.

Смазать прокладку жидкостно-масляного теплообменника моторным маслом.

Установить жидкостно-масляный теплообменник на штуцер прокладкой к блоку цилиндров, повернуть теплообменник примерно на  $15^\circ$  по часовой стрелке (штуцерами в сторону крышки цепи) и закрепить теплообменник гайкой штуцера.

Установить шланги подвода-отвода охлаждающей жидкости на патрубки теплообменника и головки цилиндров и затянуть хомуты шлангов.

Смазать прокладку масляного фильтра моторным маслом. Завернуть рукой масляный фильтр на штуцер на  $3/4$  оборота после касания прокладкой поверхности теплообменника.

Нанести на резьбу пробки слива охлаждающей жидкости анаэробный герметик «Фиксатор-6». Завернуть в блок цилиндров пробку слива охлаждающей жидкости.

Установить шпильки крепления турбокомпрессора в выпускной коллектор и турбокомпрессор. Закрепить турбокомпрессор с прокладкой гайками к выпускному коллектору.

Установить шпильки крепления выпускного коллектора в отверстия головки цилиндров. Установить на шпильки прокладки выпускного коллектора.

Установить на шпильках головки цилиндров выпускной коллектор с турбокомпрессором и задний кронштейн компрессора кондиционера.

Соединить трубку отопителя с патрубком водяного насоса шлангом и закрепить хомутами.

Закрепить трубку отопителя скобой за шпильку выпускного коллектора.

Затянуть гайки крепления выпускного коллектора.

Установить и закрепить на турбокомпрессоре патрубок слива масла с уплотнительной прокладкой.

Установить шланг слива масла на патрубок турбокомпрессора и патрубок масляного картера и закрепить хомутами.

Залить в корпус подшипников турбокомпрессора 20 мл чистого моторного масла. Масло заливать непрерывной тонкой струей. Провернуть рукой вал с крыльчатками турбокомпрессора на несколько оборотов.

Установить и закрепить трубку нагнетательную (маслопровод) подачи масла к турбокомпрессору.

Завернуть, при необходимости, в отверстия выпускного коллектора шпильки крепления теплоизоляционного экрана и трубки рециркуляции.

Установить на шпильки выпускного коллектора теплоизоляционный экран, трубку рециркуляции и кронштейн крепления патрубка впускного турбокомпрессора, закрепить экран, кронштейн и трубку гайками.

Смазать моторным маслом посадочную поверхность и уплотнительную прокладку впускного патрубка турбокомпрессора.

Установить впускной патрубок турбокомпрессора на корпус компрессора, поворотом в сторону двигателя совместить с кронштейном и закрепить соответствующими болтами.

Нанести на резьбу болтов крепления алюминиевого патрубка отопителя герметик «Фиксатор-6» и закрепить патрубок с прокладкой на блоке цилиндров болтами.

Установить в корпус термостата клапан термостата с прокладкой. Установить крышку термостата и закрепить к корпусу болтами с шайбами.

Установить через прокладку и закрепить винтами на головке цилиндров корпус с термостатом.

Завернуть свечи накаливания в отверстия головки цилиндров.

Завернуть в резьбовые отверстия головки цилиндров шпильки крепления впускной трубы.

Установить прокладку впускной трубы и впускную трубу с воздухоподающим патрубком на шпильки, закрепить гайками.

Запрессовать две установочные втулки кронштейна ТНВД и генератора в отверстия головки цилиндров.

Установить дистанционную втулку на шпильку головки цилиндров.

Установить подсор ТНВД с кронштейном ТНВД и генератора (рис 50б) на шпильку и установочные втулки, закрепить на головке цилиндров.

Установить и закрепить на кронштейне ТНВД и генератора кронштейн нижний генератора и скобу подъема двигателя, если они снимались при разборке.

На кронштейн ТНВД и генератора установить и закрепить генератор, совместив отверстия в проушинах генератора с соответствующими отверстиями в кронштейнах.

Нанести на резьбовую часть датчика указателя давления масла анаэробный герметик «Фиксатор-6» (допускается замена на силиконовый клей-герметик «Юнисил») и завернуть датчик в штуцер.

Вставить в штуцер датчика указателя давления масла полый болт с уплотнительными прокладками с обеих сторон штуцера.

Установить и закрепить к блоку цилиндров штуцер с датчиком указателя давления масла, завернув полый болт. Штуцер при установке ориентировать таким образом, чтобы датчик указателя давления масла свободно располагался в выемке кронштейна ТНВД и генератора.

Установить провод датчика указателя давления масла.

Установить на ступицу водяного насоса шкив и закрепить болтами с шайбами.

Установить и закрепить на вале ТНВД шкив.

Установить и закрепить на крышке цепи опорный (направляющий) ролик привода ремня.

Надеть ремень привода ТНВД, генератора и водяного насоса на шкивы коленчатого вала, водяного насоса, генератора, ТНВД и натяжной ролик, привести ролик в рабочее состояние, разблокировав пружину натяжного механизма. Если на двигателе установлен ролик в разряженном положении, то при установке ремня необходимо отвести ролик специальным ключом в сторону для обеспечения необходимых монтажных зазоров.

Проверить точность установки и натяжение ремня по наличию запаса хода натяжного ролика при вытяжении ремня и совмещению ручьев шкивов, охваченных ремнем, в одну плоскость.

При необходимости подтянуть болт крепления натяжного ролика.

Установить и закрепить на головке цилиндров топливный аккумулятор.

Установить на распылители топливных форсунок уплотнительные шайбы, ориентируя их фторопластом вниз (рис.49).

Установить топливные форсунки в головку цилиндров штуцерами подвода топлива высокого давления в сторону маховика, смазав распылитель и корпус антифрикционным композитом АФК-ПР ТУ 0257-001-61056026-2009 или высокотемпературной силиконовой смазкой Пента-219 ТУ 2257-156040245042-2006.

Закрепить топливные форсунки прижимами.

Установить и закрепить топливопроводы высокого давления форсунками и аккумулятором, между аккумулятором и ТНВД. При необходимости произвести подгиб трубок топливопроводов по радиусам гибов.

Установить топливопровод отсечного топлива (рис.49, 58, 61).

### **ВНИМАНИЕ!**

**Тщательно оберегать топливопроводы высокого давления, ТНВД и топливные форсунки от попадания пыли и грязи в топливные каналы.**

Установить шланг вентиляции картера с хомутами на патрубок крышки маслоотделителя и на патрубок впускного патрубка турбокомпрессора, затянуть хомуты крепления шланга вентиляции.

Смазать резьбовую часть датчика сигнализатора аварийного давления масла анаэробным герметиком «Фиксатор-6» (допускается силиконовый клей-герметик «Юнисил») и завернуть в отверстие бобышки головки цилиндров.

Смазать резьбовую часть датчика температуры охлаждающей жидкости анаэробным герметиком «Фиксатор-6» (допускается силиконовый клей - герметик «Юнисил») и завернуть: датчик указателя температуры охлаждающей жидкости в корпус термостата.

Установить датчик положения коленчатого вала в отверстие крышки цепи и закрепить винтом с шайбой. Закрепить провод датчика положения коленчатого вала скобой на крышке нижнего гидронатяжителя, установить колодку провода датчика в держатель колодки на крышке клапанов, сориентировав разъемом в сторону картера сцепления.

Установить и закрепить болтами на передней крышке головки цилиндров привод вентилятора.

Установить и закрепить жгут проводов, соединив свободные концы электропроводов с соответствующими разъемами.

Установить и закрепить на впускной трубе и крышке клапанов охладитель рециркулируемых газов (ОРГ) с клапаном рециркуляции отработавших газов.

Установить и закрепить шланг подвода охлаждающей жидкости на соответствующих патрубках ОРГ и жидкостно-масляного охладителя.

Снять двигатель со стенда для сборки-разборки двигателя.

**Примечание.** В разделах «Разборка двигателя» и «Сборка двигателя» приведены процедуры полной разборки и сборки двигателя. При выполнении мелких и средних видов ремонта по устранению какого-либо дефекта порядок работ по разборке и сборке может быть изменен.

## **10.6 Установка двигателя на автомобиль**

Установку двигателя на автомобиль произвести в обратной последовательности снятия двигателя с автомобиля (см. п.п.9.1).

## **10.7 Запуск и обкатка двигателя**

**Внимание! В случае замены топливных форсунок необходимо ввести IMA-коды форсунок в ЭБУ.**

Заправить двигатель рабочими жидкостями (ОЖ, моторным маслом, топливом) в соответствии с сезоном. При необходимости, на период обкатки, использо-



вать специальное обкаточное масло (с увеличенным содержанием моющих и антифрикционных присадок) и масляный фильтр 2101С-1012005-НК-2 ф. «КОЛАН», г. Полтава.

Убедиться в герметичности соединений деталей систем топливоподачи, смазки и охлаждения двигателя с соответствующими деталями компонентов этих систем, размещенных на кузове автомобиля. Проверить уровни масла, ОЖ, удалить воздух из системы топливоподачи.

Произвести прокрутку двигателя стартером. Убедиться в исправности системы управления двигателем и легкости вращения коленчатого вала.

Произвести запуск, осмотр и прослушивание работающего двигателя на холостом ходу, плавно изменяя частоту вращения коленчатого вала в пределах до 2500 об/мин. Убедившись в исправности всех систем, дать поработать двигателю на частоте 1500...2000 об/мин в течение 10 минут, после чего приступить к обкатке в составе автомобиля.

Маршрут движения автомобиля первые 100 км пробега не должен иметь участков, для преодоления которых требовались бы значительные затраты мощности (не более 50 % от нагрузки при полной подаче топлива), частоту вращения коленчатого вала поддерживать в пределах до 2500 об/мин.

После указанного пробега провести диагностику систем двигателя, при отсутствии замечаний приступить к эксплуатации автомобиля.

После пробега 800...1000 км заменить обкаточное масло и масляный фильтр 2101С-1012005-НК-2 ф. «КОЛАН», г. Полтава.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (установочные штифты и приспособления)

### Рисунки установочных штифтов и приспособлений

Рис.А.1	ЗМ 7820-4582	Штифт установочный коленчатого вала
Рис.А.2	ЗМ 7820-4579	Приспособление для фиксации распределительных валов
Рис.А.3	ЗМ 7820-4580	Приспособление для фиксации распределительных валов
Рис.А.4	ЗМ 7812-4791	Ключ для проворачивания звездочек распределительных валов
Рис.А.5	ЗМ 7853-4357	Оправка для установки заднего сальника на фланец коленвала
Рис.А.6	ЗМ 7814-5128	Клещи специальные для монтажа поршневых колец Ø87 мм
Рис.А.7	ЗМ 7814-5118	Съемник втулки и звездочки коленчатого вала
Рис.А.8	ЗМ 7823-4629	Приспособление для засухаривания
Рис.А.9	24-Ф-74760	Калибр измерительный
Рис.А.10	24-Т-1643	Эталон
Рис.А.11	ЗМ 7853-4306	Оправка для установки поршневой группы
Рис.А.12	5-ф-98	Оправка для установки поршневой группы в блок цилиндров
Рис.А.13	ЗМ 7814-5129	Крючок для вынимания уплотнительных шайб форсунок из колодцев в головке цилиндров
Рис.А.14	ЗМ 7823-4139	Съемник для снятия крышек коренных подшипников
Рис.А.15	ЗМ 7820-4550	Фиксатор коленчатого вала
Рис.А.16	ЗМ 7853-4023	Оправка для центрирования ведомого диска сцепления
Рис.А.17	ЗМ 7814-5135	Съемник звездочки распределительного вала
Рис.А.18	ЗМ 7823-4731	Оправка для демонтажа ШПГ из блока
Рис.А.19	ЗМ 7823-4802	Съемник шкива ГНВД
Рис.А.20	ЗМ 7823-4662	Подставка поворотная для подбора ГБЦ
Рис.А.21	ЗМ 7871-4389	Установка для испытания камер сгорания на герметичность
Рис.А.22	ЗМ 7823-4291-04	Приспособление для напрессовки шкива на коленчатый вал
Рис.А.23	ЗМ 7853-4418	Оправка для центрирования заднего сальника в сборе с сальником-держателем относительно заднего фланца коленчатого вала
Рис.А.24	ЗМ 7823-4832	Съемник для извлечения топливной форсунки из головки цилиндров
Рис.А.25	12-Ф-1331	Фреза для снятия нагара в колодце под топливную форсунку
Рис.А.26	27-Ф-3871	Резец для подрезки торца под уплотнительное кольцо топливной форсунки
Рис.А.27	7460-01 AZ A+S	Динамометрический ключ для затяжки гаек топливопроводов высокого давления. Дремометр №7460-01 AZ A+S (0,8-4,0кгсм) Ø 16мм + Вставная накидная насадка с открытым зевом № 8797-17, код 1211706, ф. Gedore
Рис.А.28	ЗМ 7823-4655	Оправка для извлечения гидроопор из головки цилиндров
Рис.А.29	757-06 и 757-07	Отвертки 757-06 (момент до 6 Н·м) и 757-07 (момент до 9 Н·м) для затяжки червячных хомутов

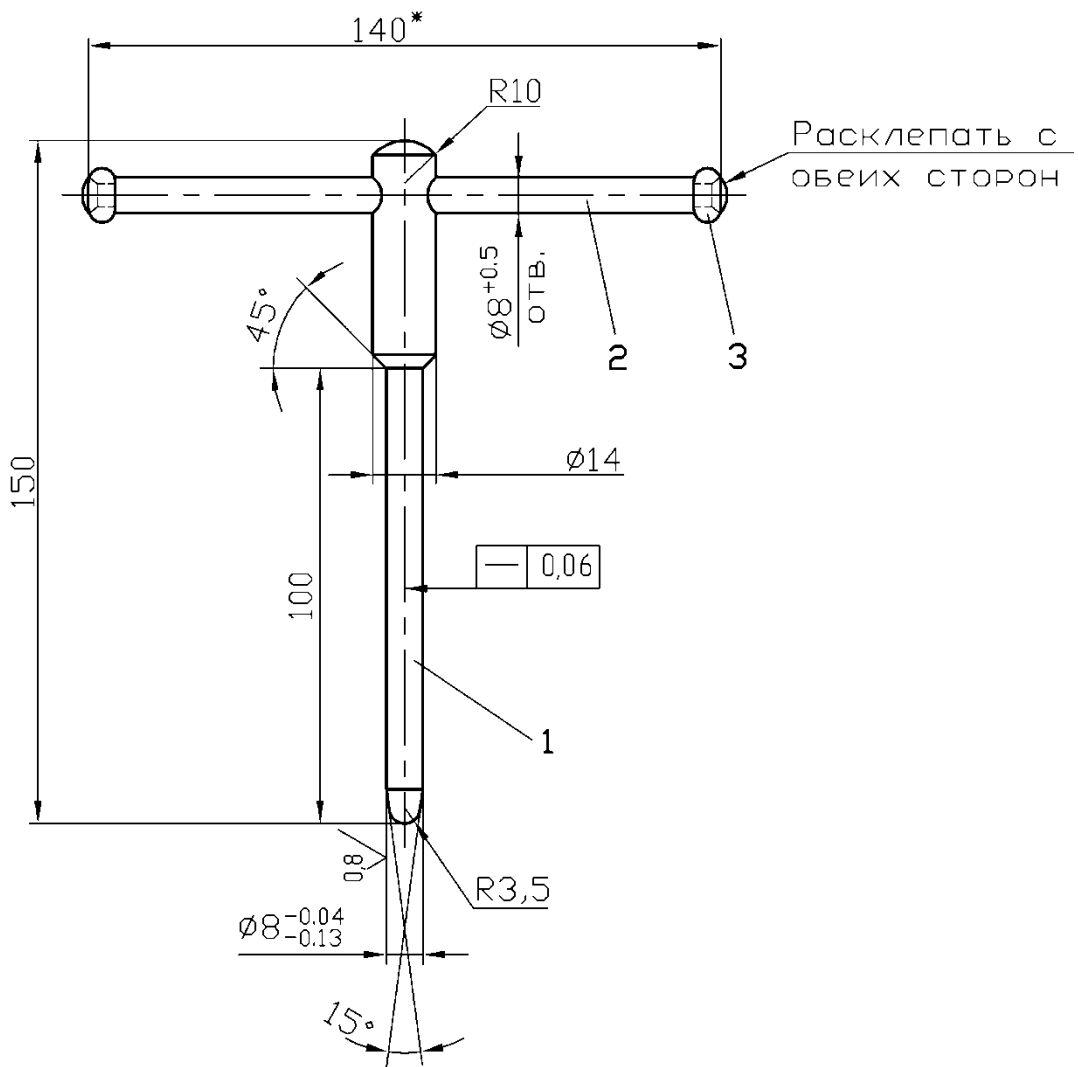
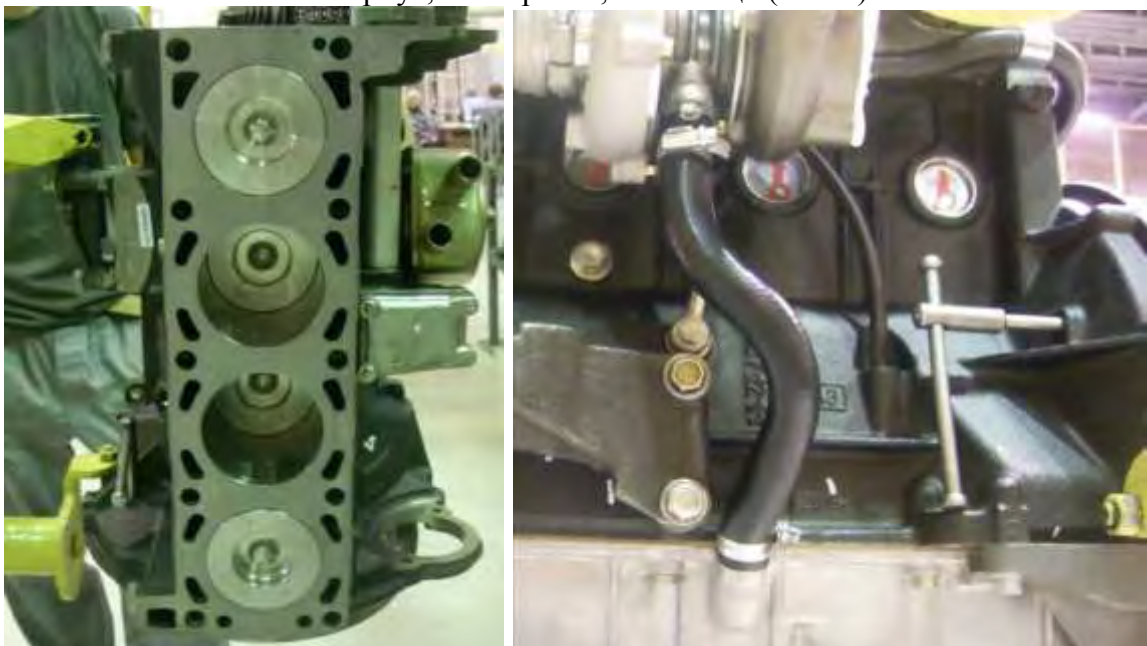


Рис.А.1 – ЗМ 7820-4582 Штифт установочный коленчатого вала:  
1 – корпус; 2 – вороток; 3 – кольцо (2 шт. )



Установка штифта коленчатого вала ЗМ 7820-4582  
для фиксации коленчатого вала в ВМТ

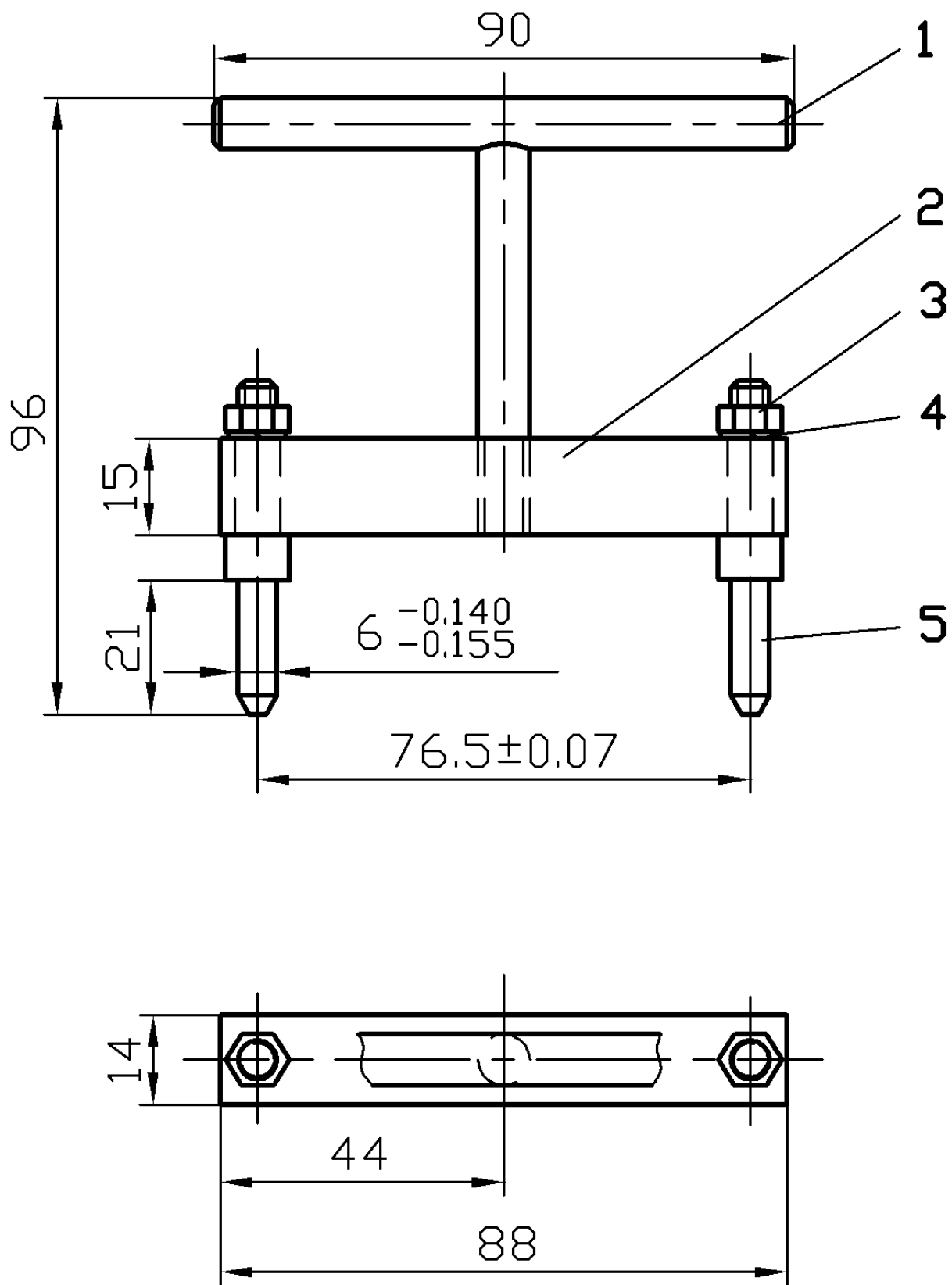


Рис.А.2 – 3М 7820-4579 Приспособление для фиксации распределительных валов:  
 1 – ручка; 2 – корпус; 3 – гайка М6 (2 шт.); 4 – шайба 6 (2 шт.); 5 – палец (2 шт.)

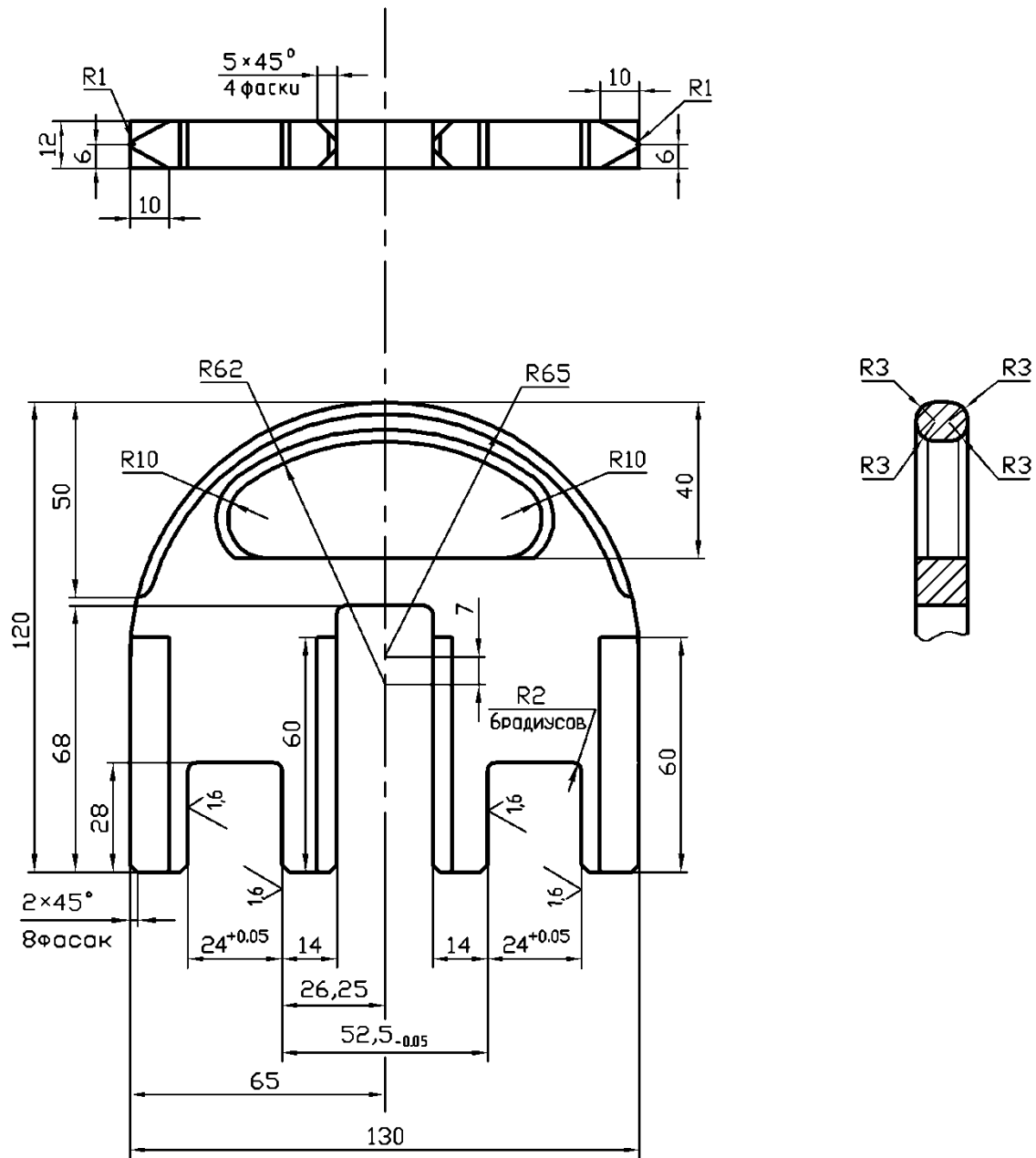


Рисунок А.3 – Приспособление для фиксации распределительных валов ЗМ 7820-4580

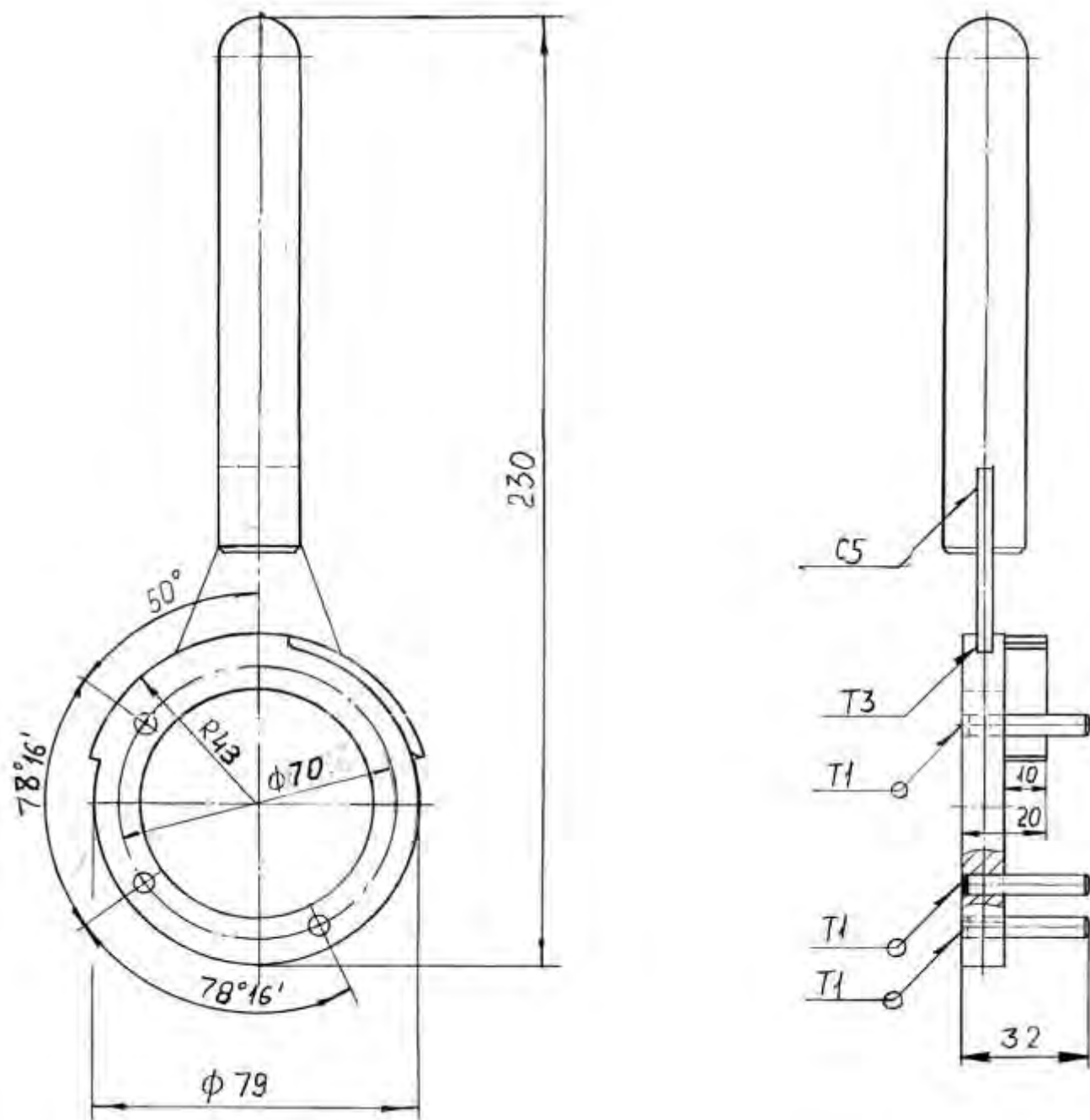
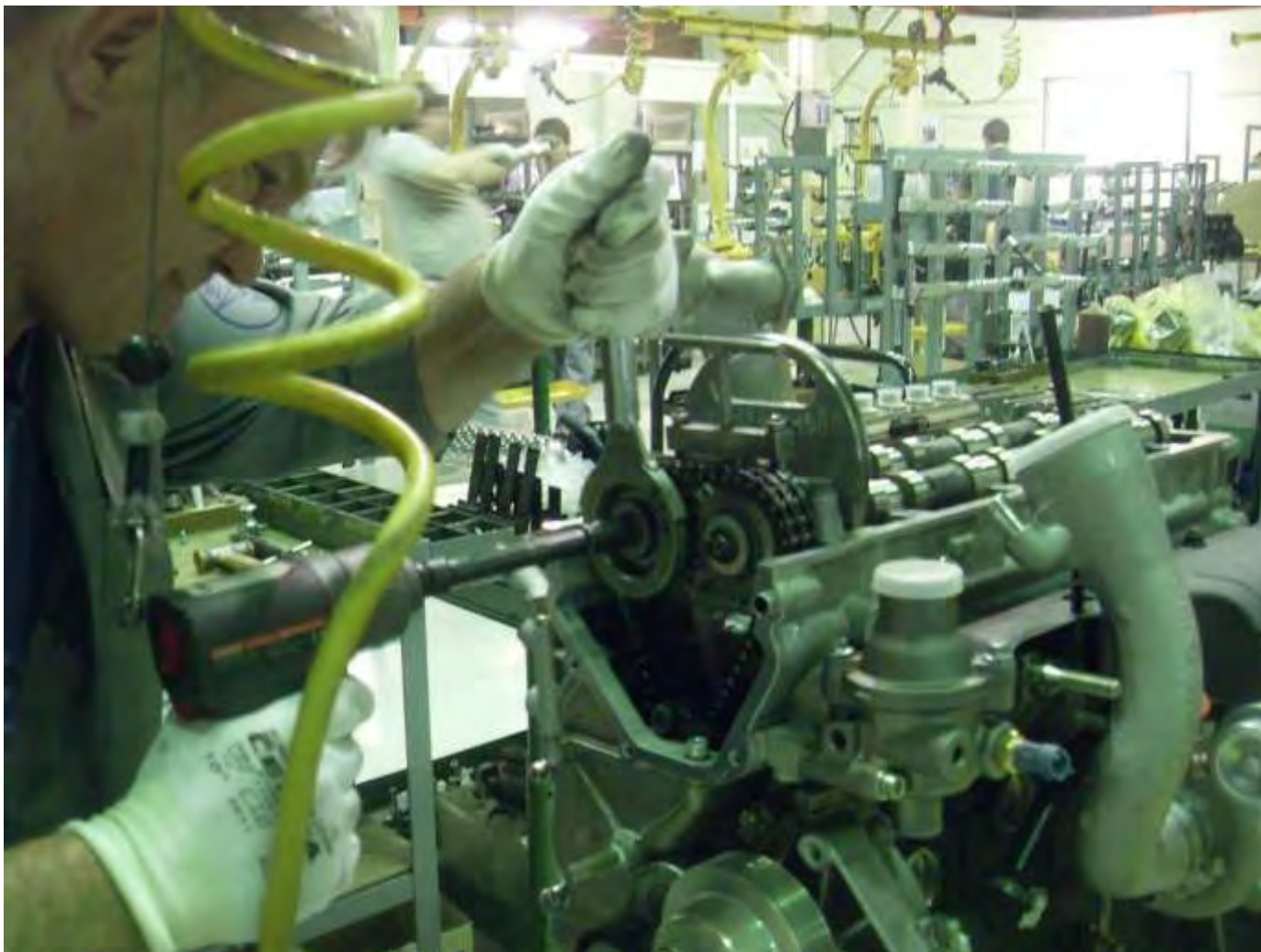


Рис.А.4 – ЗМ 7812-4791 Ключ для проворачивания звездочек распределительных валов



Применение ключа ЗМ 7812-4791 при сборке привода распределительных валов



Применение приспособления ЗМ 7820-4579 для фиксации распределительных валов при сборке привода распределительных валов

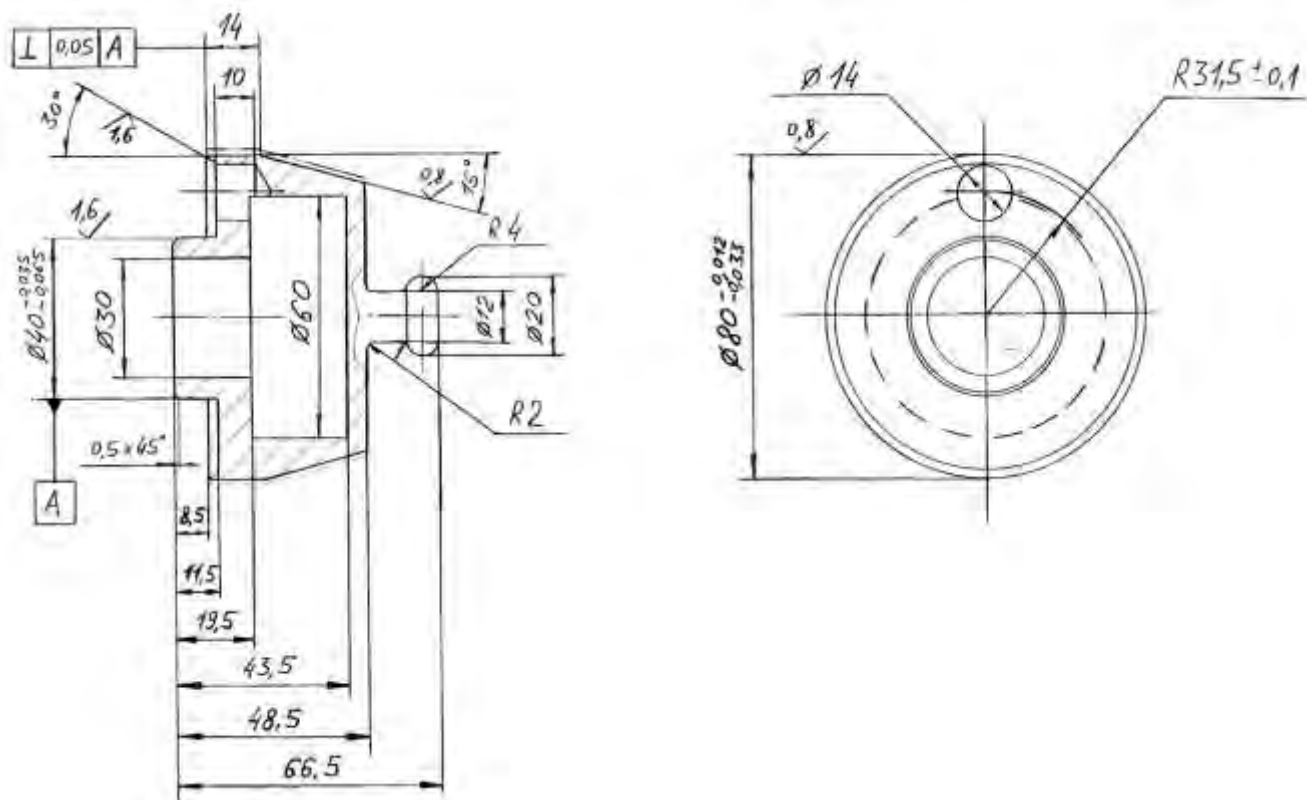


Рис.А.5 – ЗМ 7853-4357 Оправка для установки заднего сальника на фланец коленчатого вала



Применение оправки ЗМ 7853-4357 для установки заднего сальника с сальникодержателем на фланец коленчатого вала



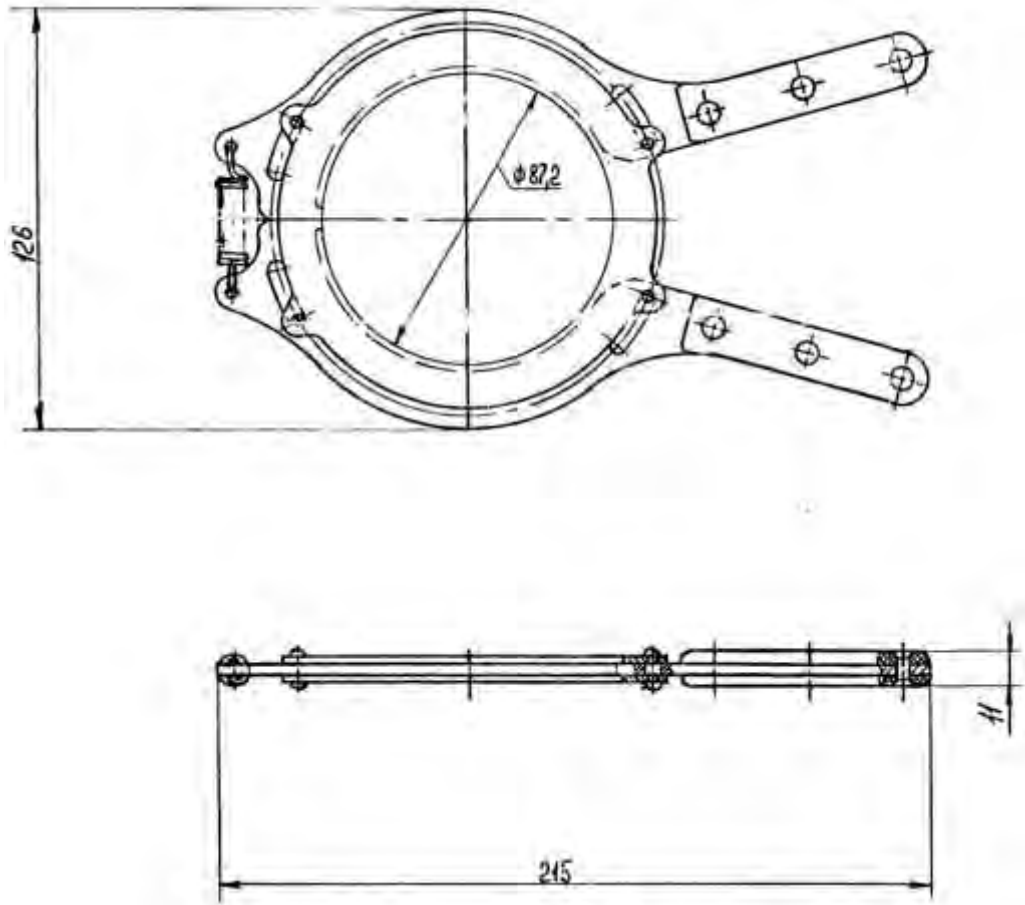


Рис.А.6 – **ЗМ 7814-5128** Клеши специальные для монтажа поршневых колец  $\text{Ø}87$  мм

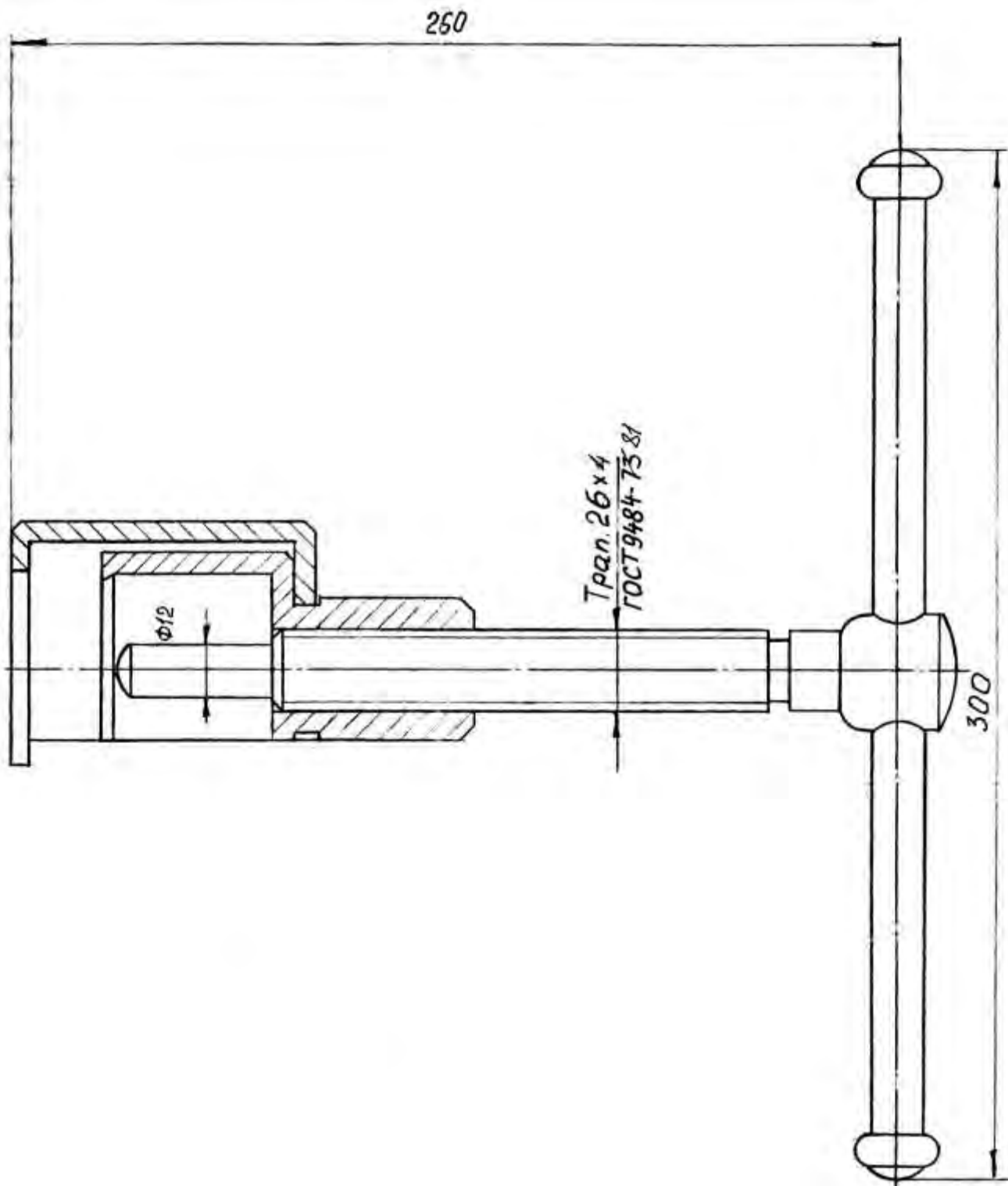


Рис.А.7 – 3М 7814-5118 Съемник втулки и звездочки коленчатого вала

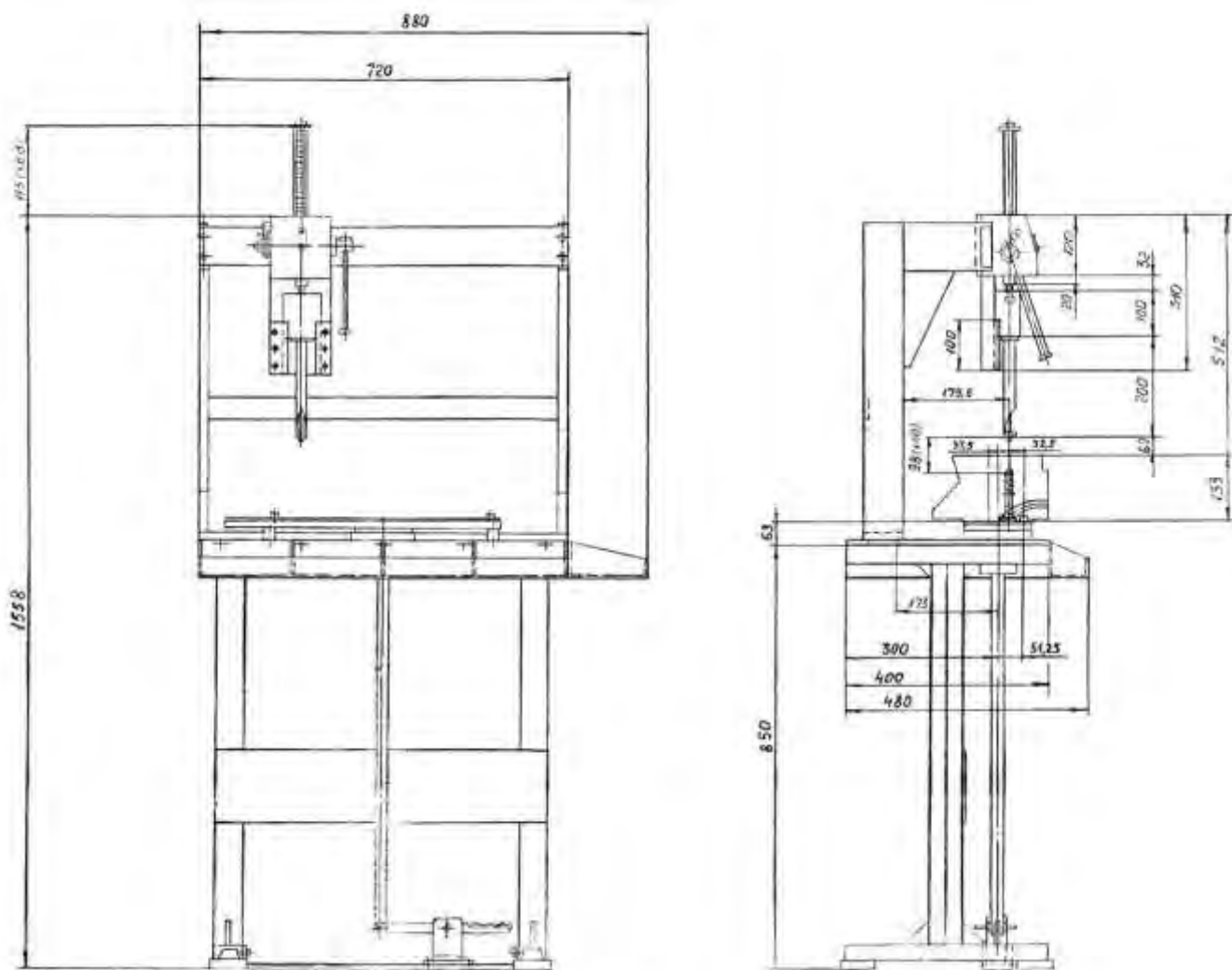


Рис.А.8 – 3М 7823-4629 Приспособление для засухаривания

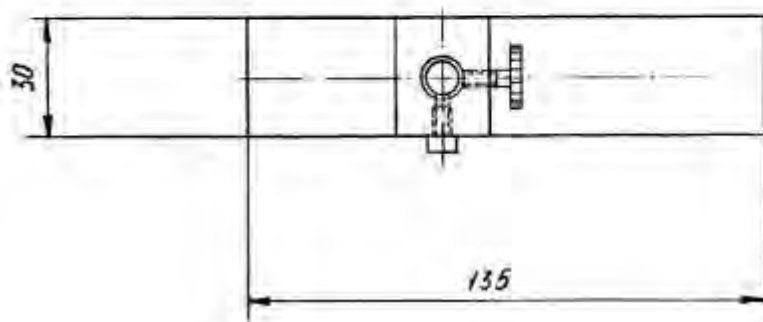
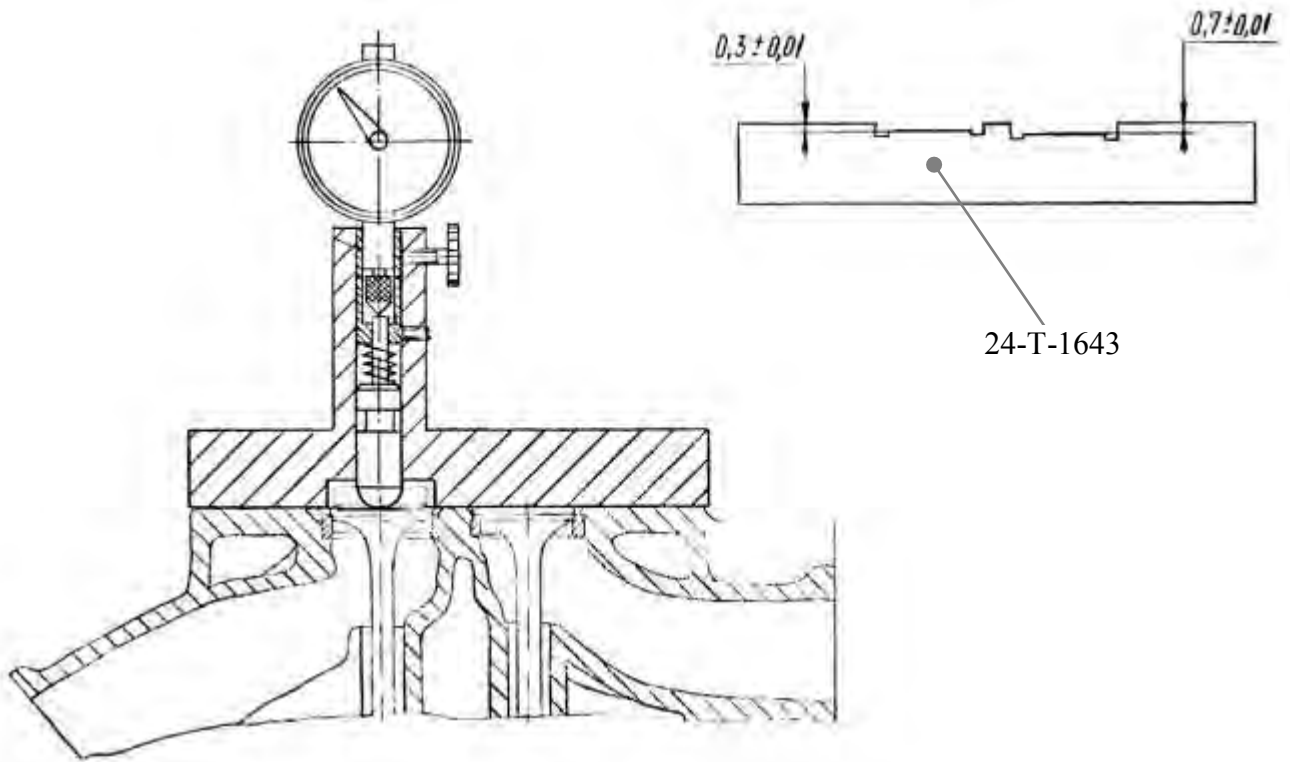


Рис.А.9 – 24-Φ-74760 Калибр измерительный

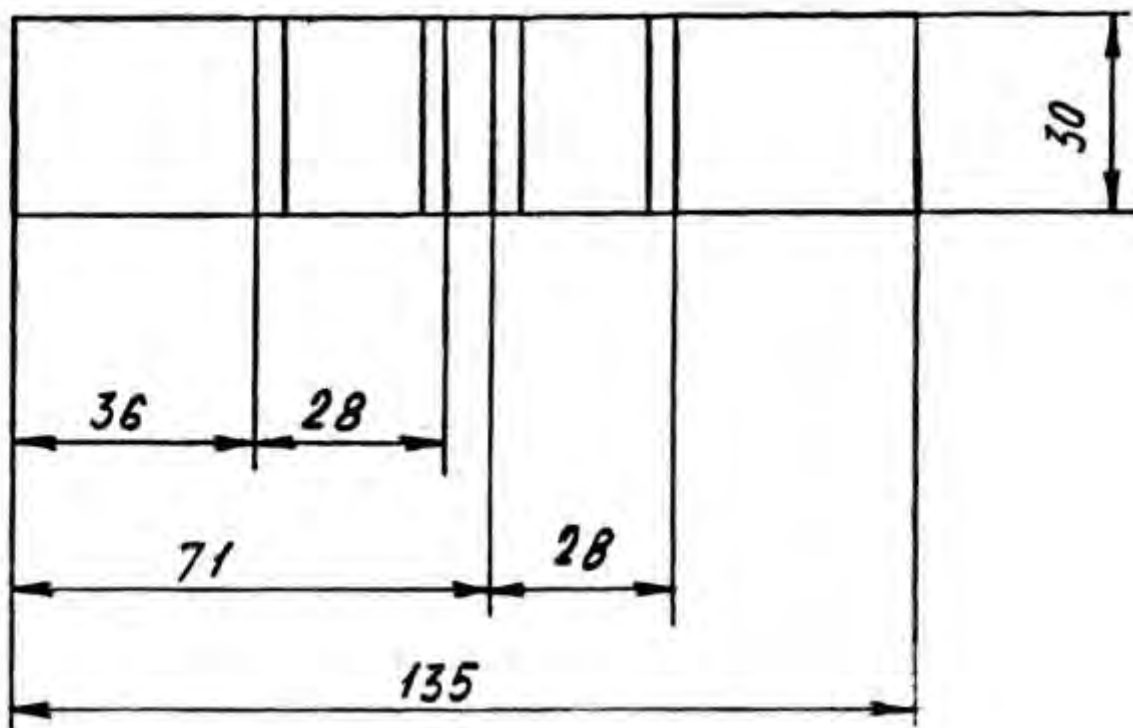
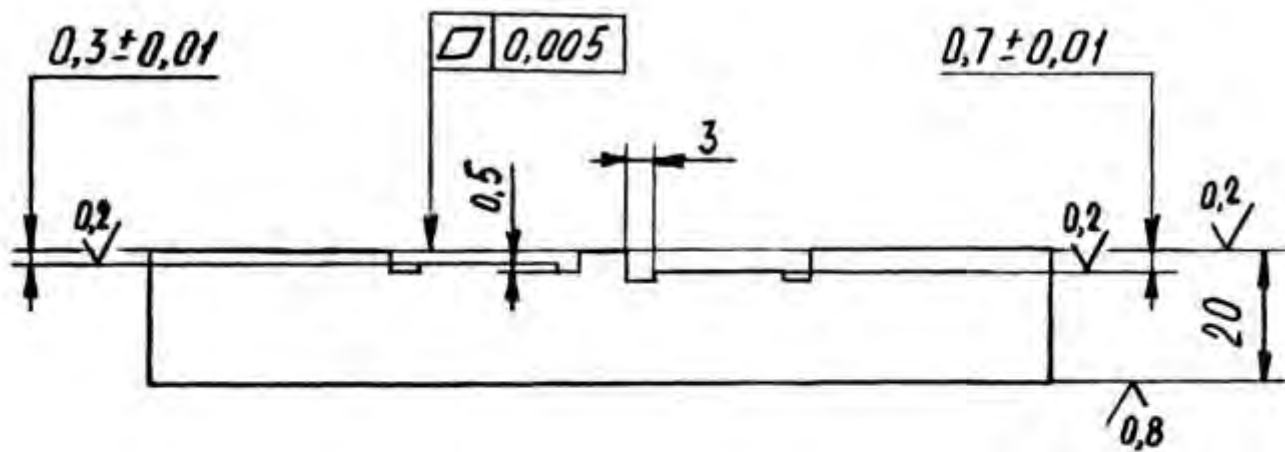


Рис.А.10 – 24-Т-1643 Эталон

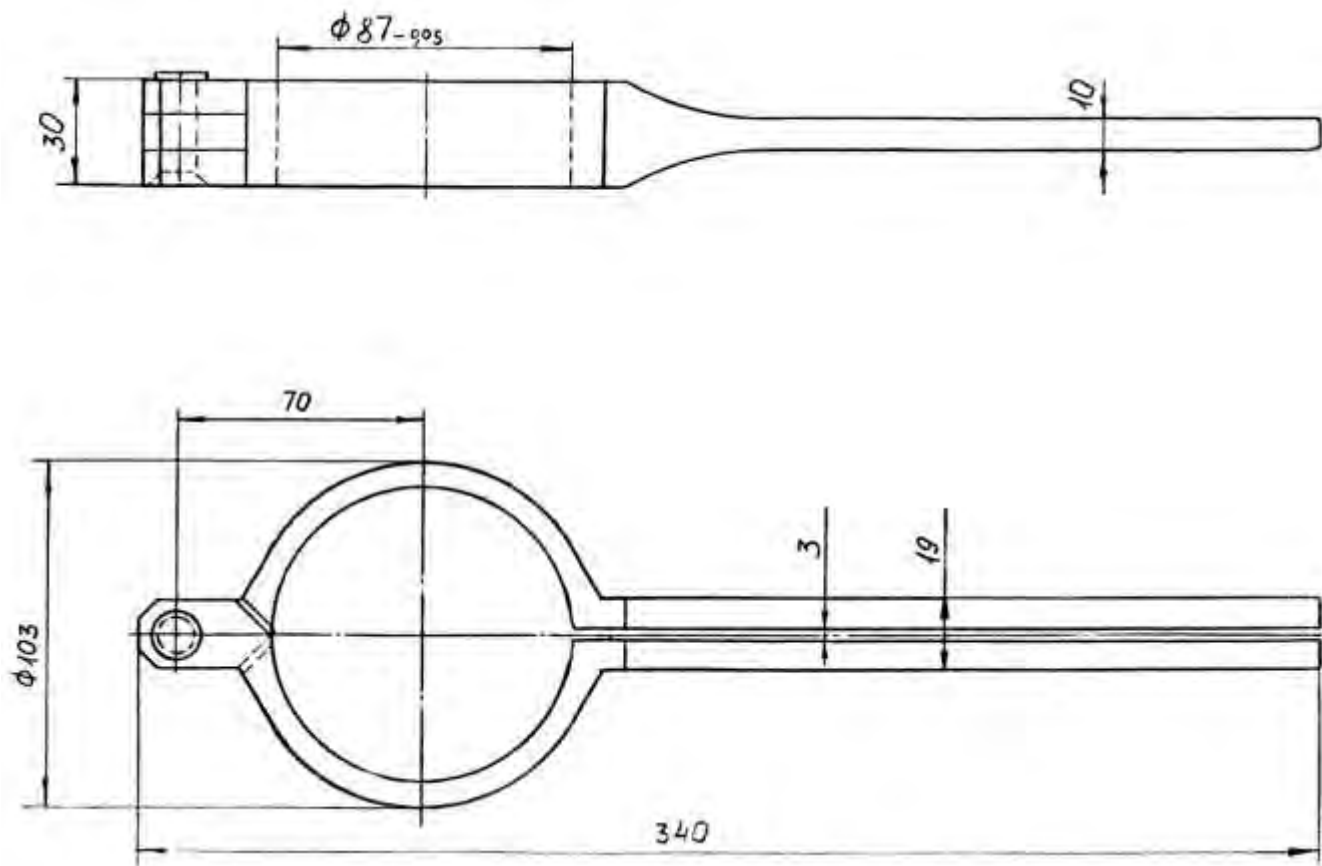


Рис.А.11 – 3М 7853-4306 Оправка для установки поршневой группы.



Рис.А.12 – 5-ф-98 Оправка для установки поршневой группы в блок цилиндров



Установка поршневой группы с помощью оправок ЗМ 7853-4306 и 5-ф-98

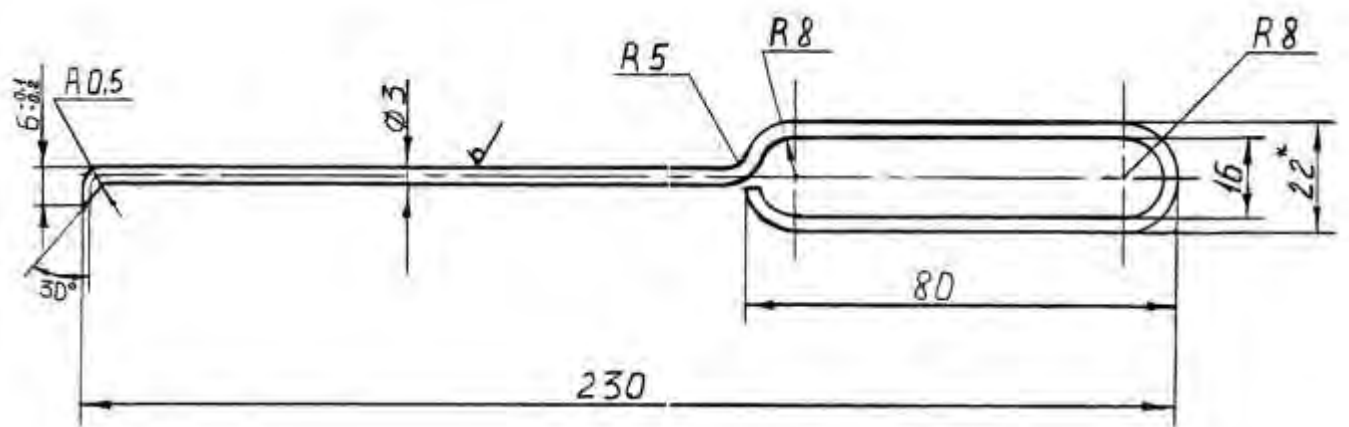


Рис.А.13 – ЗМ 7814-5129 Крючок для вынимания уплотнительных шайб форсунок из колодцев в головке цилиндров

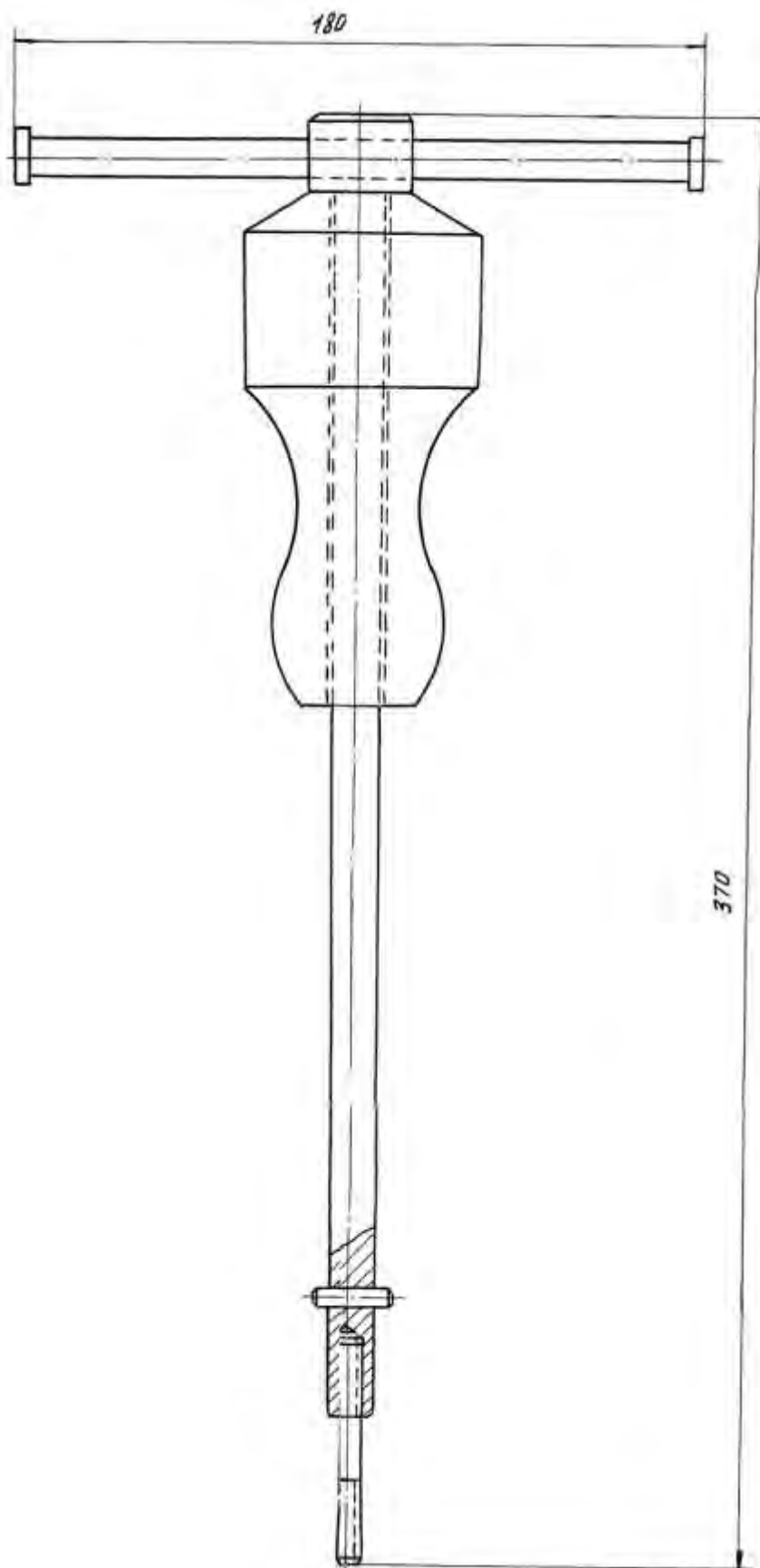


Рис.А.14 – ЗМ 7823-4139 Съёмник для снятия крышек коренных подшипников



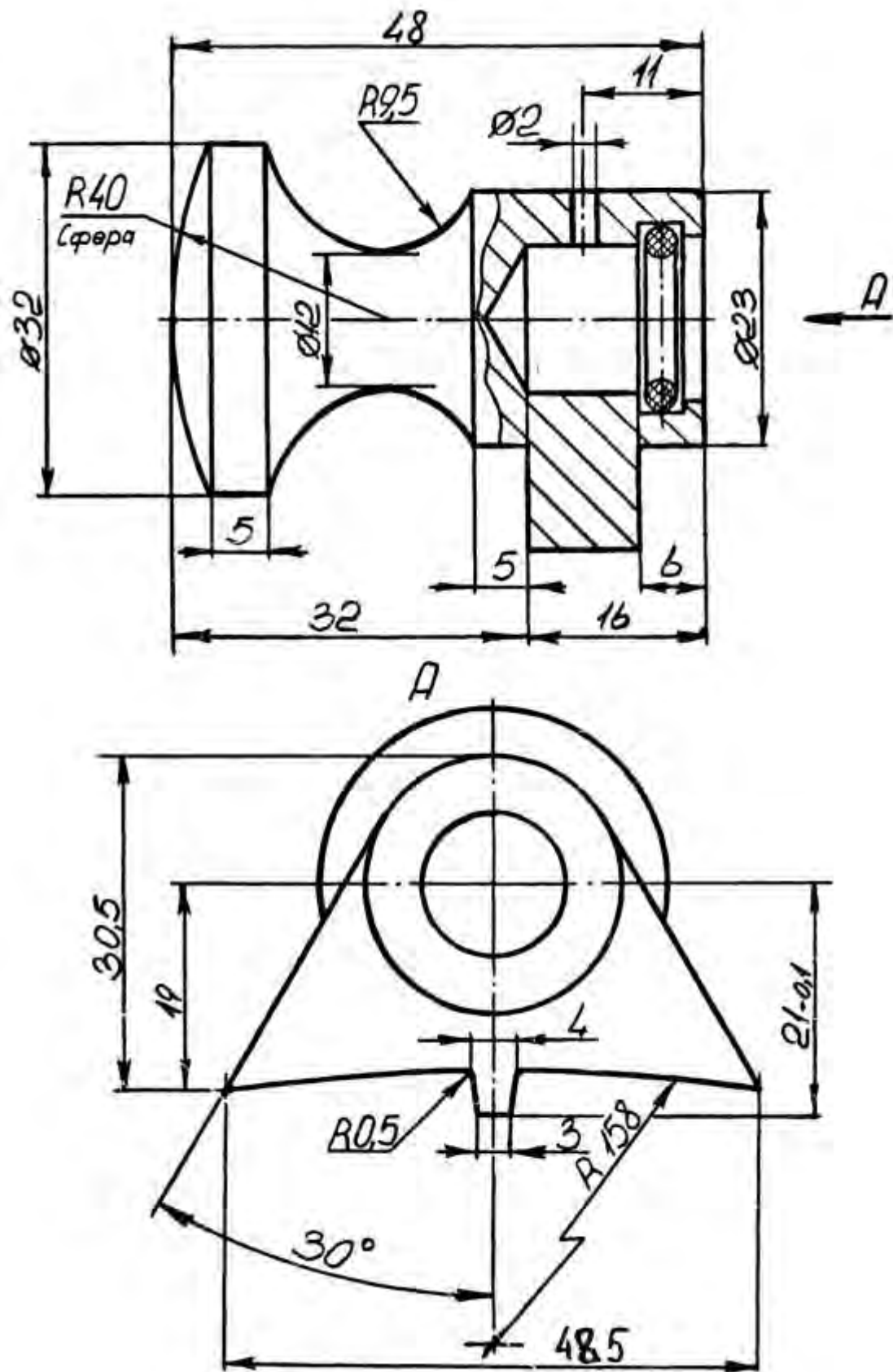


Рис.А.15 – 3М 7820-4550 Фиксатор коленчатого вала

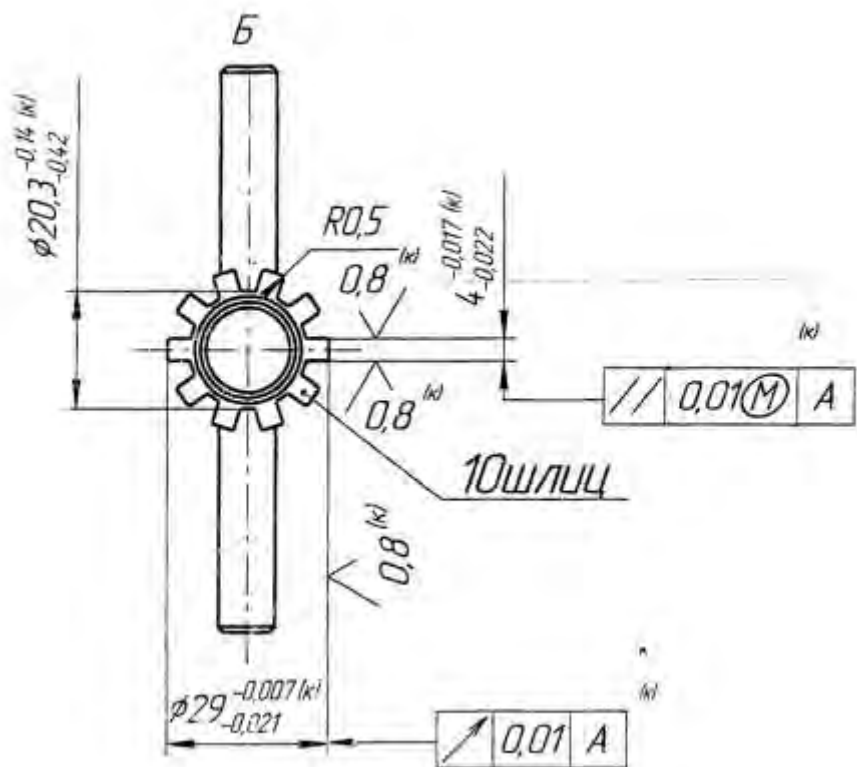
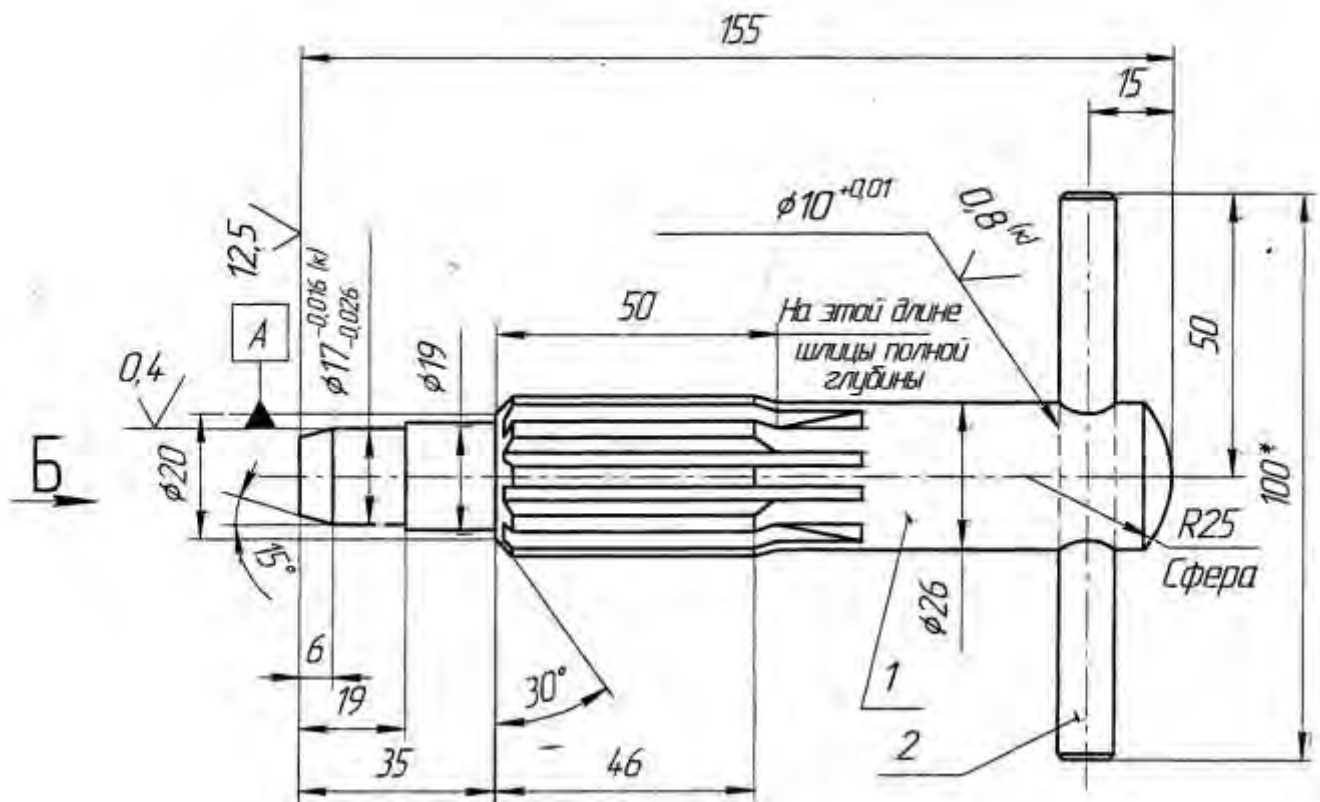


Рис.А.16 – ЗМ 7853-4023 Оправка для центрирования ведомого диска сцепления



Установка фиксатора коленчатого вала ЗМ 7820-4550



Установка сцепления с использованием оправки для центрирования ведомого диска сцепления ЗМ 7853-4023 и фиксатора коленчатого вала ЗМ 7820-4550

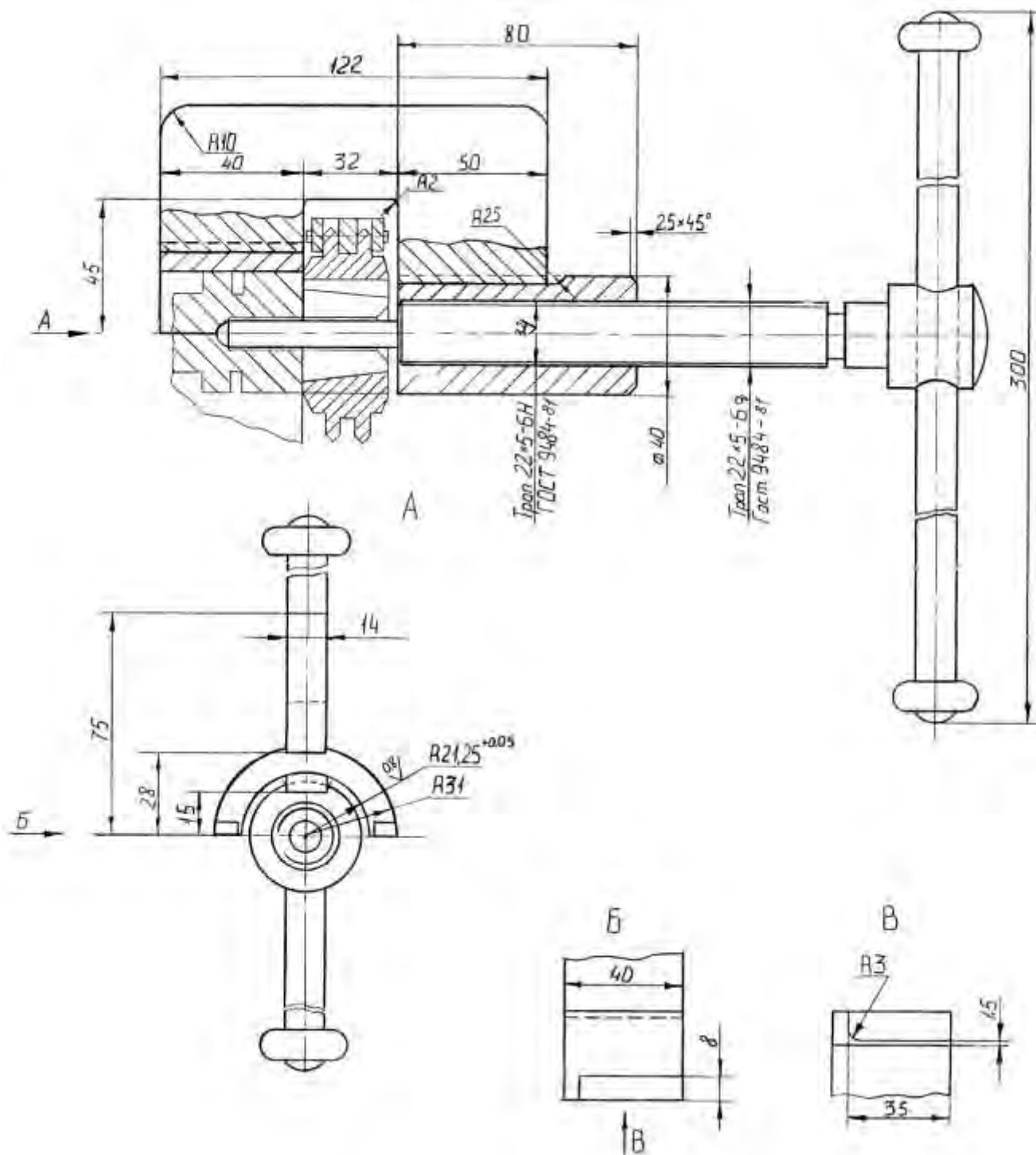


Рис.А.17 – ЗМ 7814-5135 Съемник звездочки распределительного вала

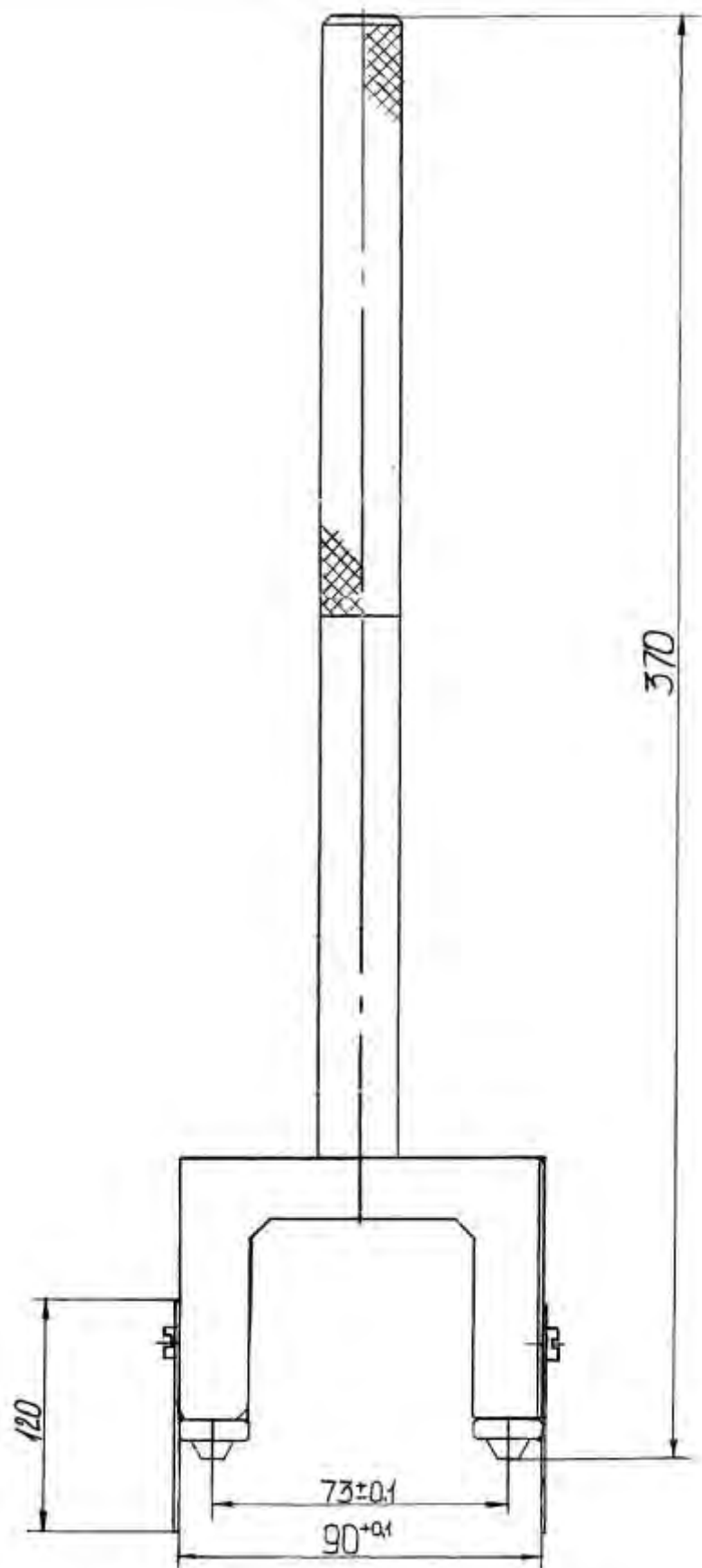


Рис.А.18 – 3М 7823-4731 Оправка для демонтажа ШПГ из блока

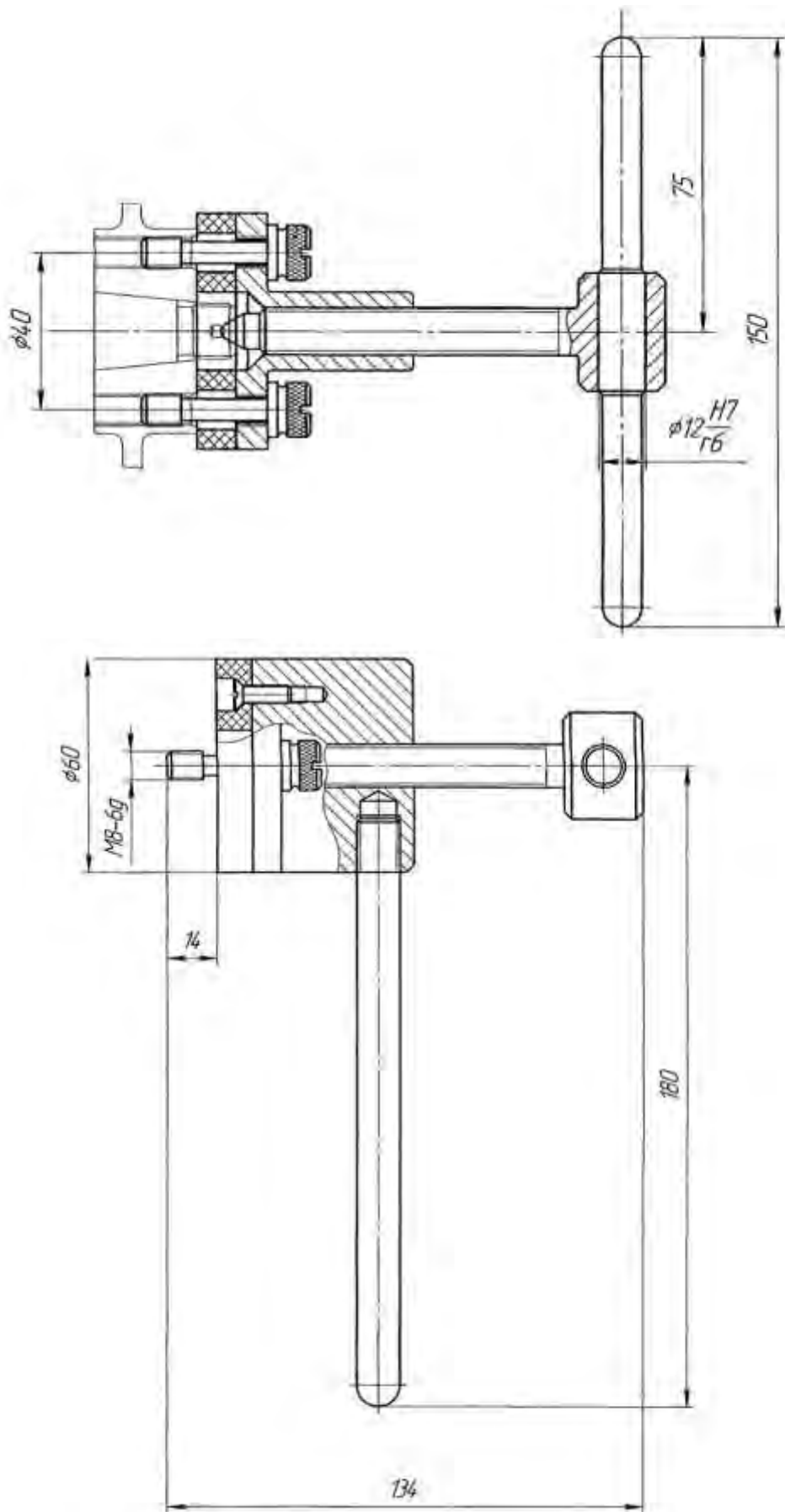


Рис.А.19 – 3М 723-4802 Съемник шкива ТНВД

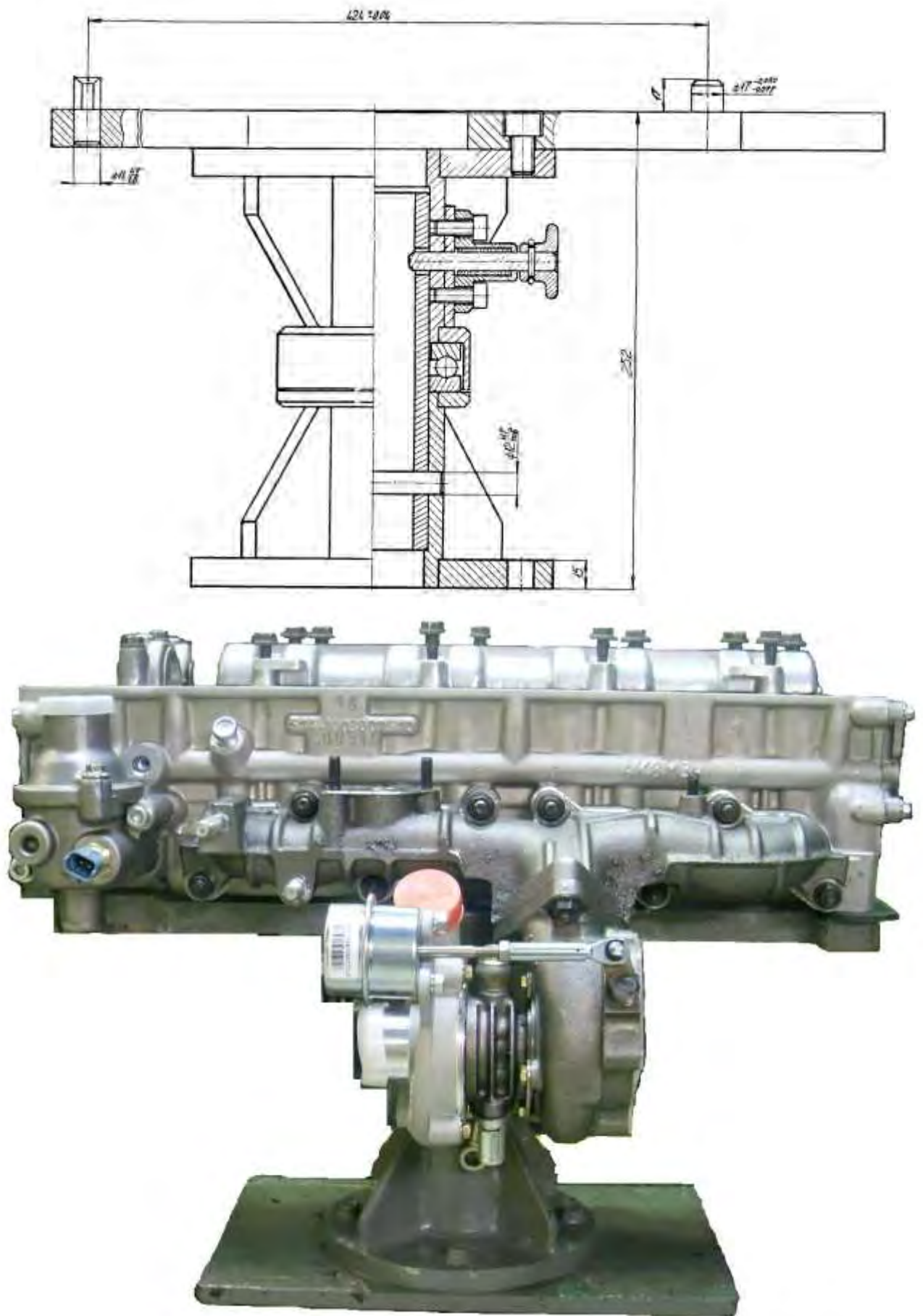


Рис.А.20 – ЗМ 7823-4662 Подставка поворотная для подбора ГБЦ

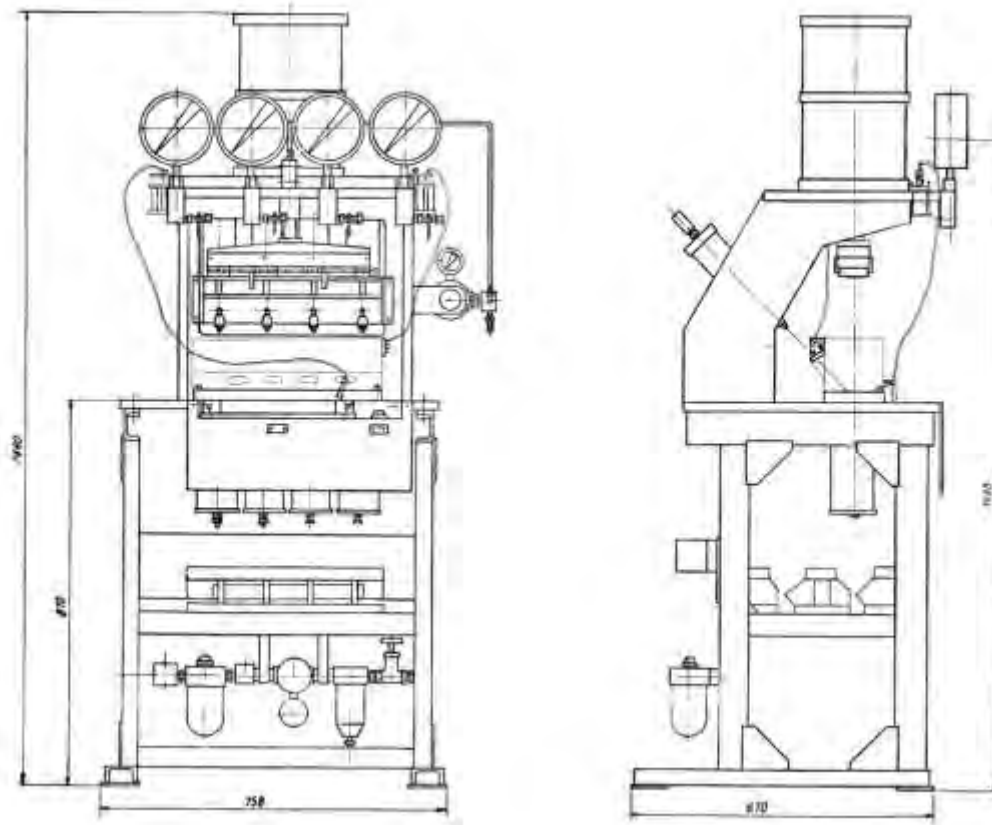


Рис.А.21 – ЗМ 7871-4389 Установка для испытания камер сгорания на герметичность



Испытание камер сгорания на герметичность на установке ЗМ 7871-4389



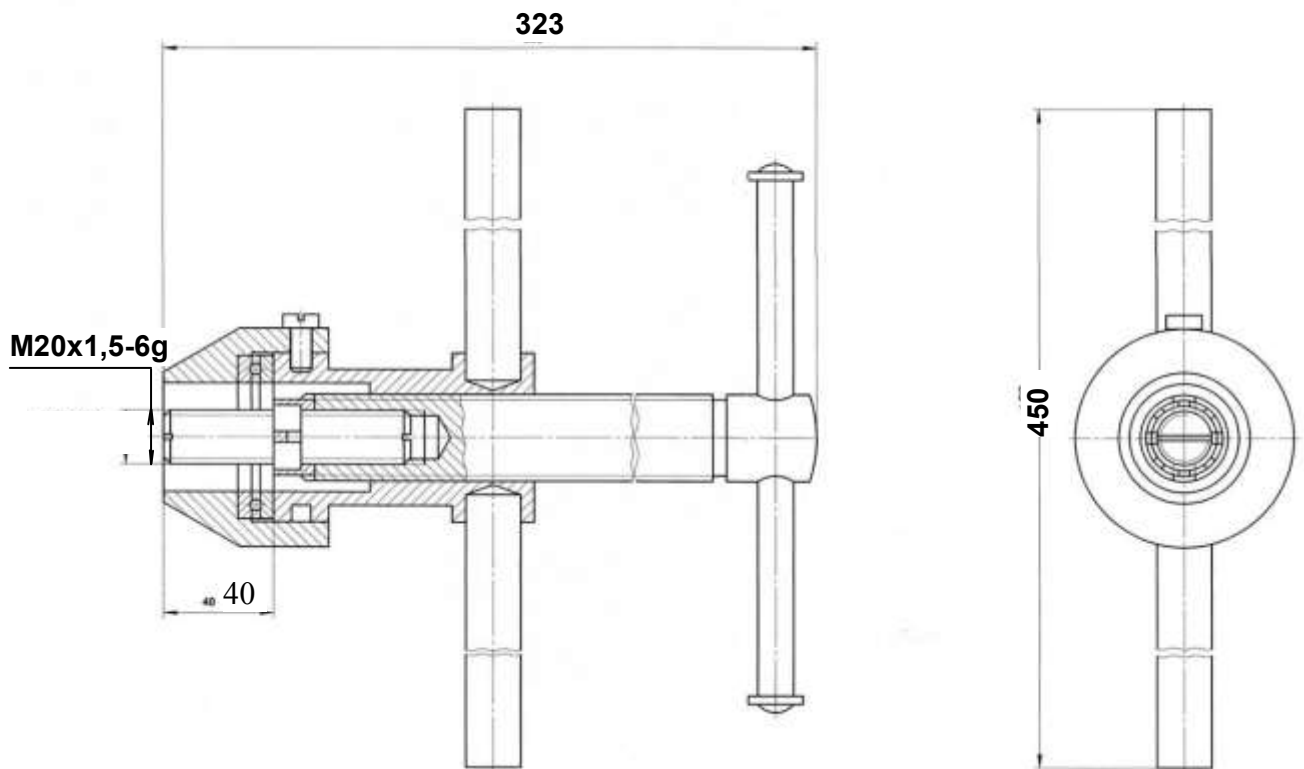


Рис.А.22 – ЗМ 7823-4291-04 Приспособление для напрессовки шкива на коленчатый вал



Применение приспособления ЗМ 7823-4291-04 для напрессовки шкива на коленчатый вал

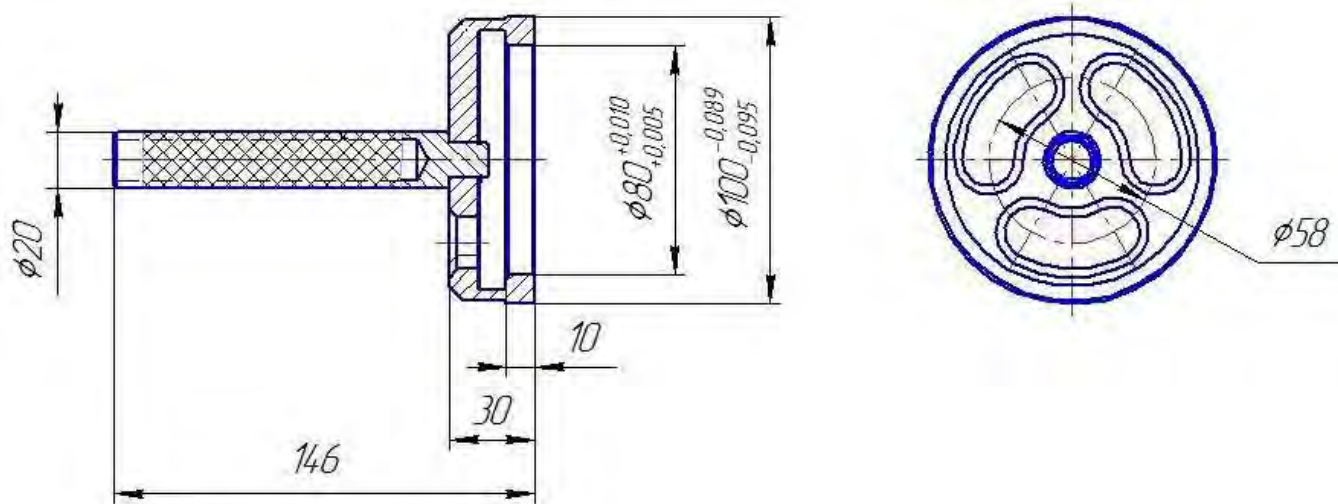
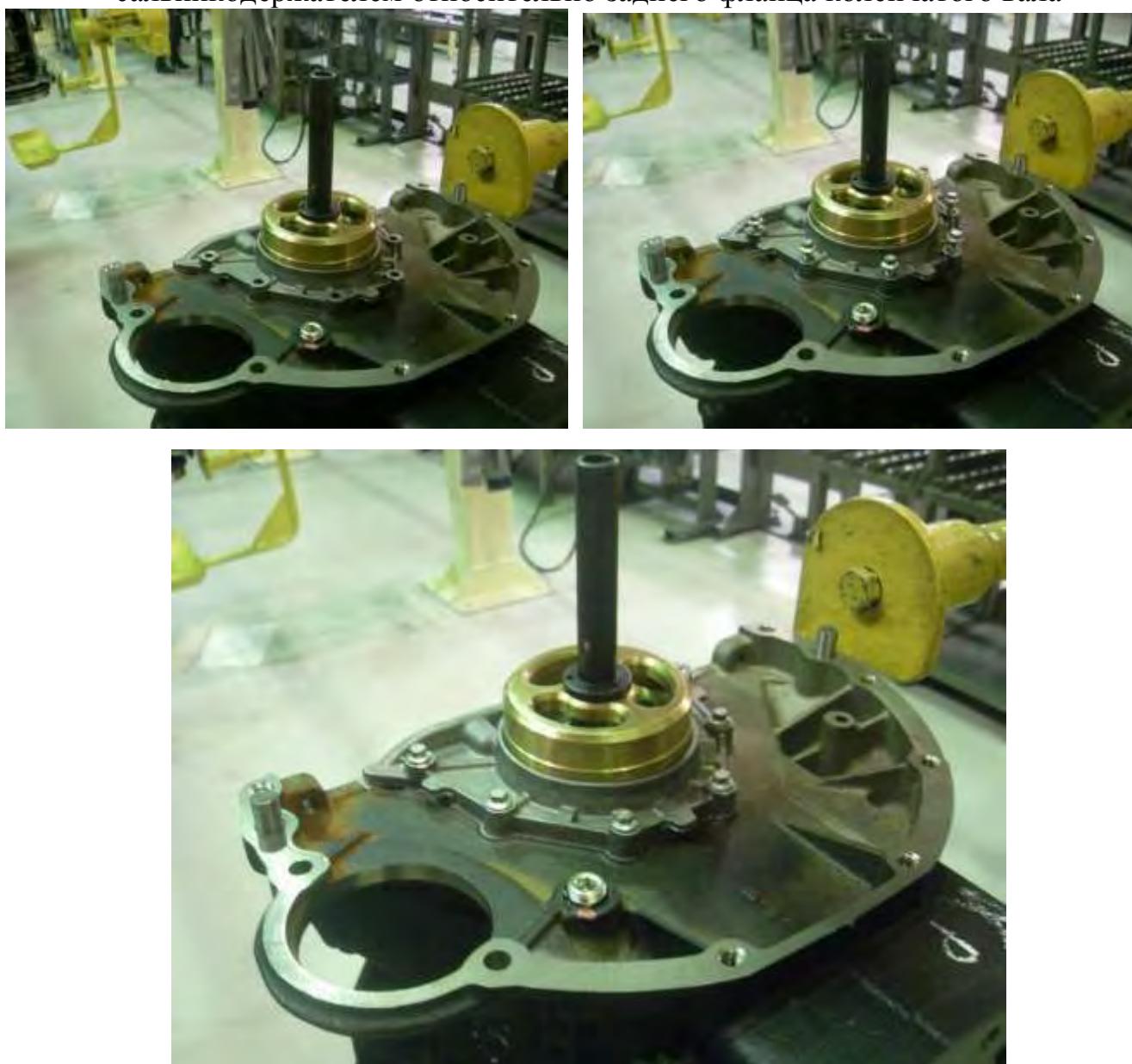


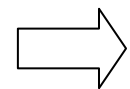
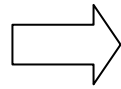
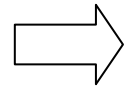
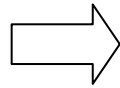
Рис.А.23 – 3М 7853-4418 Оправка для центрирования заднего сальника в сборе с сальниководержателем относительно заднего фланца коленчатого вала



Применение оправки 3М 7853-4418 для центрирования заднего сальника в сборе с сальниководержателем относительно заднего фланца коленчатого вала



Рис.А.24 – 3М 7823-4832 Съемник для извлечения топливной форсунки из головки цилиндров



Извлечение форсунки с помощью съемника ЗМ 7823-4832 из головки цилиндров

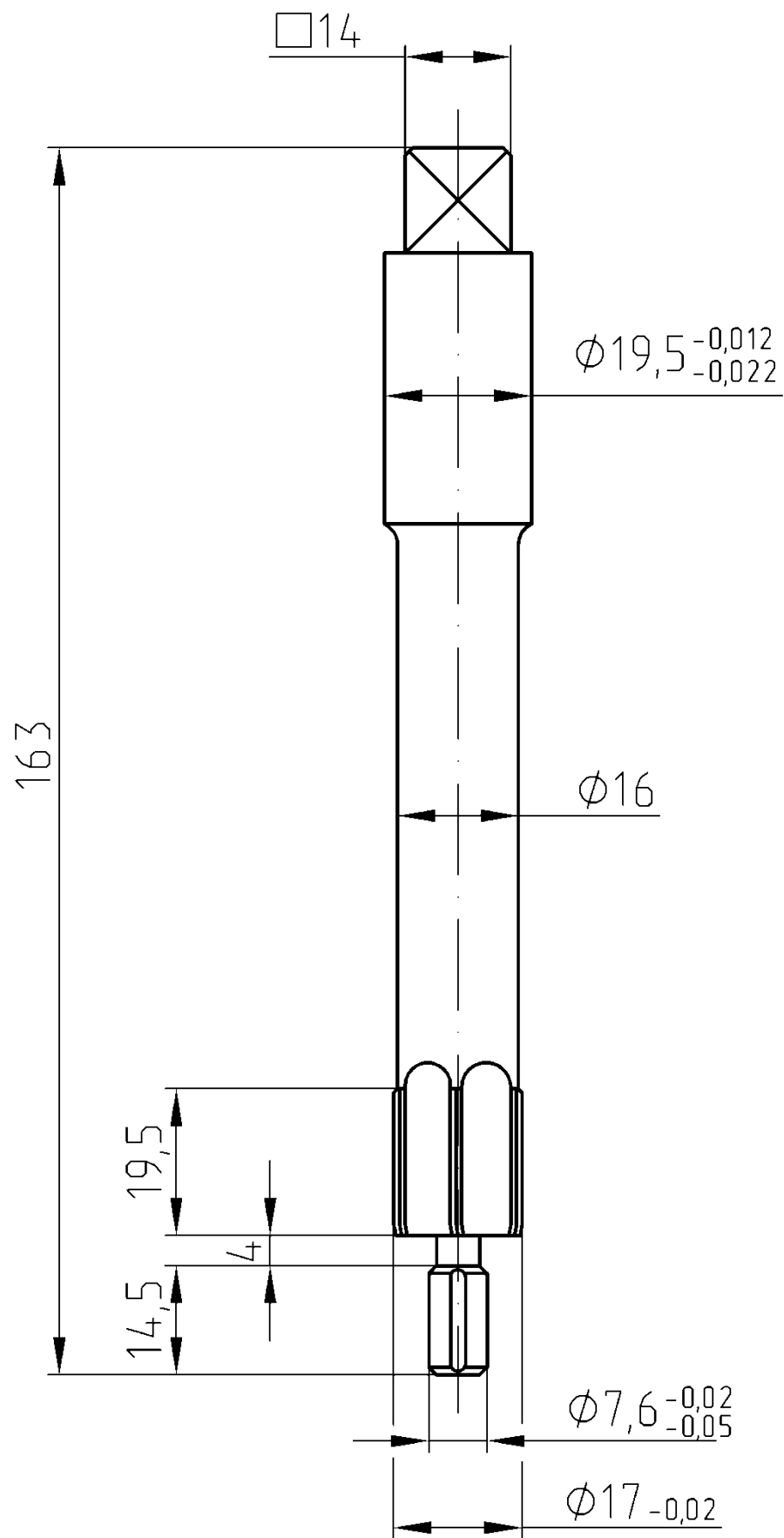


Рис.А.25 – 12-Ф-1331 Фреза для снятия нагара в колодце под топливную форсунку

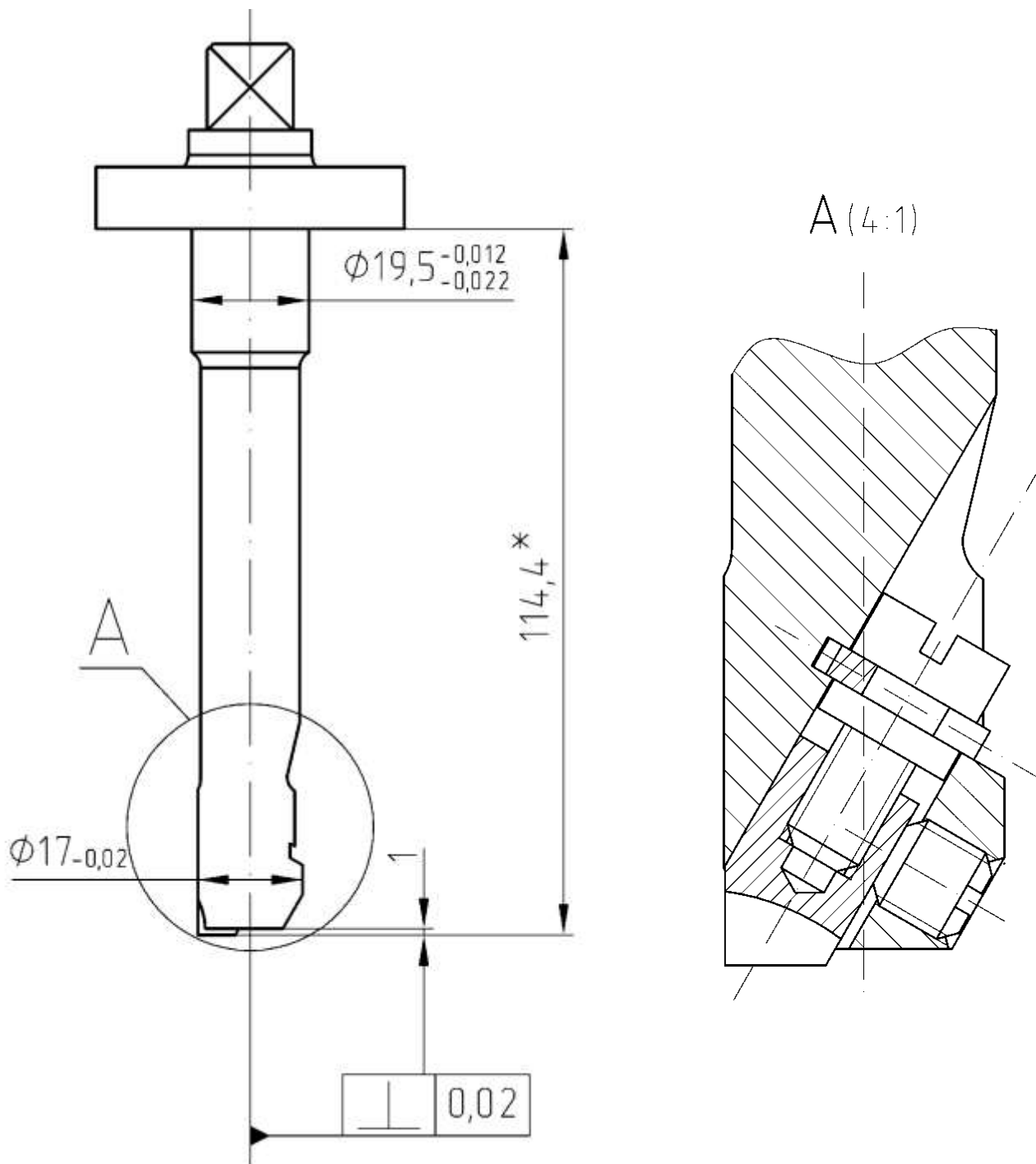


Рис.А.26 – 27-Ф-3871 Резец для подрезки торца под уплотнительное кольцо топливной форсунки



Рис.А.27 – Динамометрический ключ для затяжки гаек топливопроводов высокого давления. Дремометр №7460-01 AZ A+S (0,8-4,0кгсм) Ø 16мм + Вставная накладная насадка с открытым зевом № 8797-17, код 1211706, ф. Gedore.



Рис.А.28 – 3М 7823-4655 Оправка для извлечения гидропор из головки цилиндров



Рис.А.29 – Отвертки 757-06 (момент до 6 Н·м) и 757-07 (момент до 9 Н·м) для затяжки червячных хомутов

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### (моменты затяжки резьбовых соединений)

#### Моменты затяжки основных резьбовых соединений двигателя

Наименование резьбового соединения	Количество точек	Момент затяжки, Н·м (кгс·м)
Болты крышек коренных подшипников	10	98...107,9 (10...11)
Болты шатунов	8	66,7...73,6 (6,8...7,5)
Болты головки цилиндров*: - предварительная затяжка, затем выдержка не менее 2 мин - первая промежуточная затяжка, затем выдержка не менее 2 мин - вторая промежуточная затяжка, затем выдержка не менее 7 мин - окончательная затяжка: отвернуть болты на угол 90° -100°, затем затянуть моментом:	10	39,2...58,9 (4... 6) 119...132 (12...13,5) 147,1...162 (15,0...16,5) 147,1...162 (15,0...16,5)
Винты крепления головки цилиндров к крышке цепи	2	21, 6...26,5 (2,2...2,7)
Болты крепления маховика	8	70,6...78,4 (7,2...8,0)
Болты нажимного диска	6	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Болты сальникодержателя	6	5,9...8,8 (0,6...0,9)
Болты усилителя картера сцепления	4	28,4...35,3 (2,9...3,6)
Болт стяжной коленчатого вала	1	196...245 (20,0...25,0)
Болты стяжные распределительных валов	2	98...107,9 (10... 11)
Болты звездочек промежуточного вала	2	21,5...24,5 (2,2...2,5)
Болты крышек распределительных валов	15	19,0...23,0 (1,9...2,3)
Болты успокоителей цепи	4	19,6...24,5 (2,0...2,5)

\* Болты головки цилиндров затягивать в строго определенной последовательности (рис.93)



Наименование резьбового соединения	Количество точек	Момент затяжки, Н·м (кгс·м)
Болты передней крышки головки цилиндров	4	21, 6...23,5 (2,2...2,4)
Винты крышки цепи и водяного насоса к блоку цилиндров	9	21, 6...26,5 (2,2...2,7)
Болт крепления водяного насоса к крышке цепи	1	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Болты шкива водяного насоса	3	11,7...17,7 (1,2...1,8)
Винты корпуса термостата	2	21,6...26,5 (2,2...2,7)
Гайки крепления выпускного коллектора	8	21,6...26,5 (2,2...2,7)
Гайки крепления турбокомпрессора	3	21,6...26,5 (2,2...2,7)
Болт крепления впускного патрубка турбокомпрессора	1	3,9...5,9 (0,4...0,6)
Винты крепления патрубка воздухоподающего	4	6...9 (0,6...0,9)
Болты и гайки крепления трубки рециркуляции, ОРГ и клапана рециркуляции	4+4	21, 6...26,5 (2,2...2,7)
Гайки крепления впускной трубы	5	28,4...35,3 (2,9...3,6)
Болты патрубка отопителя (у 4-го цилиндра)	2	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Болты крепления крышки гидронатяжителя	4	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Болты крепления масляного картера к блоку цилиндров*	11	11,7...17,7 (1,2...1,8)
Болты крепления масляного картера к сальникодержателю	2	11,7...17,7 (1,2...1,8)
Винты крепления крышки привода масляного насоса	4	19,6...24,5 (2,0...2,5)
Штуцер масляного фильтра	1	40...60 (4,1...6,1)
Гайка крепления жидкостно-масляного теплообменника	1	24,5...29,4 (2,5...3,0)

\* Затягивать в строго определенной последовательности (рис.92)

Наименование резьбового соединения	Количество точек	Момент затяжки, Н·м (кгс·м)
Болты крышки клапанов	8	6...9 (0,6...0,9)
Болты прижимов форсунок	4	6...9 (0,6...0,9)
Гайки топливопроводов высокого давления	10	21,6...24,5 (2,2...2,5)
Болт полый ФТОТ	2	19,6...49,0 (2,0...5,0)
Болты и гайка крепления кронштейна ТНВД, кронштейна насоса ГУР компрессора кондиционера	4+3	34,4...39,2 (3,5...4,0)
Болты крепления ТНВД к кронштейну топливного насоса и генератора	3	16...19,6 (1,6...2,0)
Гайка шкива ТНВД	1	65... 75 (1,6...2,0)
Болты крепления стартера	2	43,1...54,9 (4,4...5,6)
Болт крепления генератора к кронштейну топливного насоса и генератора	1	34,3...39,2 (2,2...3,2)
Гайка крепления генератора к нижнему кронштейну	1	21,6...31,4 (2,2...3,2)
Болт крепления натяжного ролика ремня привода агрегатов на оси, насоса ГУР	1	14,0...18,0 (5,0...6,0)
Сменный фильтрующий элемент ФТОТ	1	19,6...25 (2,0...2,5)
Фильтр масляный	1	завернуть до касания уплотнением поверхности маслоохладителя, после чего довернуть ориентировочно на 3/4 оборота
Сливная пробка масляного картера	1	25...30 (2,5...3,0)
Пробка выпуска воздуха ФТОТ	1	7,8...14,7 (0,8...1,5)
Свечи накаливания	4	10,0 ...15,0 (1...1,5)

Наименование резьбового соединения	Количество точек	Момент затяжки, Н·м (кгс·м)
Датчик температуры охлаждающей жидкости системы управления	1	11,8...17,6 (1,2...1,8)
Датчик указателя давления масла	1	17,6...34,3 (1,8...3,5)
Датчик аварийного давления масла	1	17,6...34,3 (1,8...3,5)
Болт М14×1,5 специальный крепления штуцера датчика указателя давления масла	1	39,2...49,1 (4,0...5,0)
Пробка М14×1,5×10	1	39,2...49,1 (4,0...5,0)
Пробка SpM22×1,5 коленчатого вала		58,83 до 68,64 (6,0 до 7,0)
Детали с конической резьбой:*		
К 1/8"		7,8...24,5 (0,8...2,5)
К 1/4"		19,6...49 (2,0...5,0)
К 3/8"		19,6...58,8 (2,0...6,0)
К 1/2"		19,6...68,6 (2,0...7,0)
Неуказанные детали с метрической резьбой:		
М8		7,8...29,4 (0,8...3,0)
М10		24,5...39,2 (2,5...4,0)
Хомуты шланга термостата	2	4...6 (0,4...0,6)
Хомуты шланга соединительного (от трубки отопителя к патрубку водяного насоса)	2	1...2,9 (0,1...0,3)
Хомуты шлангов воздуховода	4	4...6 (0,4...0,6)
Хомуты шлангов: вентиляции картера, подвода охл. жидкости к теплообменнику, слива масла из турбокомпрессора	8	1...2,9 (0,1...0,3)
Хомуты шлангов отсечного топлива, шланга корректора по наддуву	10	0,98...2,94 (0,1...0,3)

\* При использовании анаэробных герметиков момент затяжки конических резьб уменьшить в два раза

**ПРИЛОЖЕНИЕ В (размеры сопрягаемых деталей)**  
**Размеры, допуски и посадки сопрягаемых деталей двигателя**  
**Блок цилиндров и поршень**

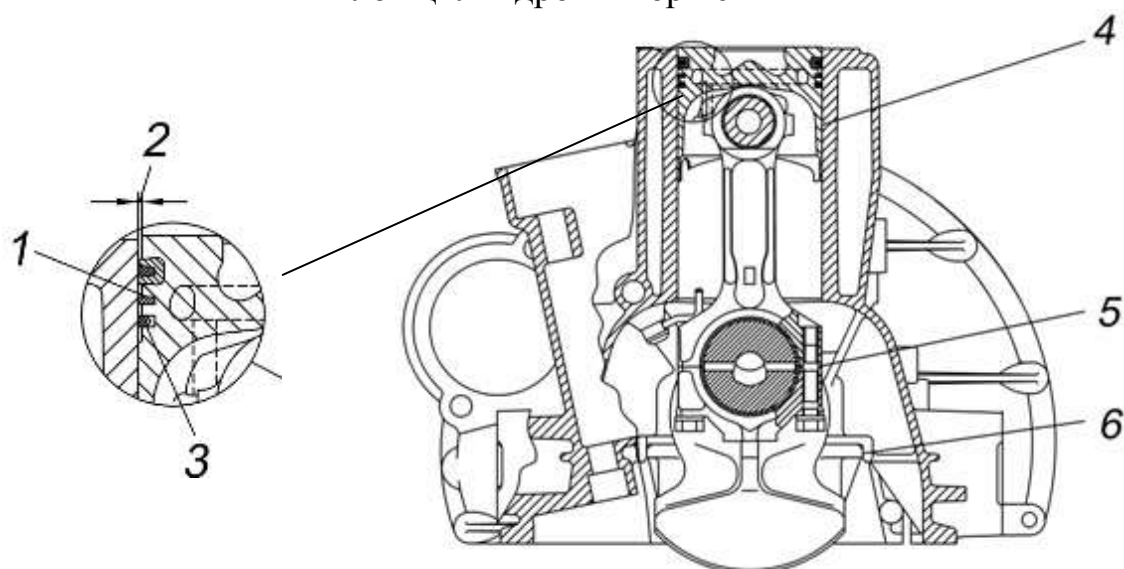


Рис.В.1.

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Поршень – нижнее компрессионное кольцо	$2^{+0,08}_{+0,06}$	$2^{-0,01}_{-0,03}$	Зазор $0,11$ $0,07$
2	Цилиндр блока – головка поршня (три размерные группы)	$\varnothing 87^{+0,030}$	$\varnothing 86^{+0,14}_{+0,09}$	Зазор $0,92$ $0,88$
3	Поршень – маслоъемное кольцо	$3^{+0,04}_{+0,02}$	$3^{-0,01}_{-0,03}$	Зазор $0,07$ $0,03$
4	Цилиндр блока – юбка поршня (три размерные группы)	$\varnothing 87^{+0,010}$	A*	
		$\varnothing 87^{+0,020}_{+0,010}$	B*	
		$\varnothing 87^{+0,030}_{+0,020}$	Y*	
5	Шатун (отверстие под болт) – болт шатуна	$\varnothing 10,2^{+0,02}_{-0,01}$	$\varnothing 10,18_{-0,015}$	Зазор $0,055$ $0,010$
5	Крышка шатуна (отверстие под болт) – болт шатуна	$\varnothing 10,2^{+0,02}_{+0,01}$	$\varnothing 10,18_{-0,015}$	Зазор $0,055$ $0,030$
6	Блок цилиндров – крышка подшипника	$130^{-0,014}_{-0,039}$	$130_{-0,018}$	Натяг $0,039$ Зазор $0,004$

\* Маркировка группы диаметра юбки поршня, выбитая на его днище

## Кривошипно-шатунный механизм

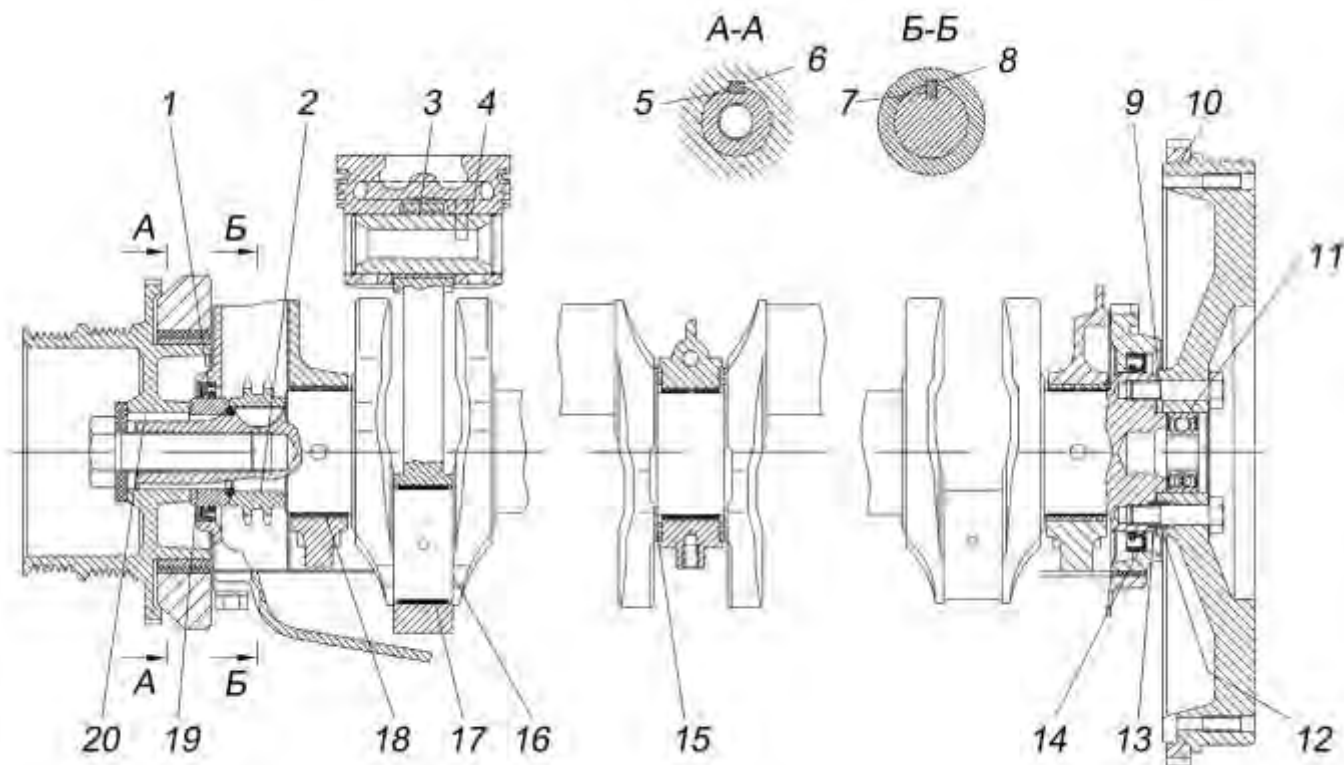


Рис.В.2

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Крышка цепи – сальник	$\varnothing 70_{-0,07}$	$\varnothing 70_{+0,2}^{+0,4}$	Натяг $\begin{matrix} 0,47 \\ 0,20 \end{matrix}$
2	Звездочка – коленчатый вал	$\varnothing 40_{+0,02}$	$\varnothing 40_{+0,009}^{+0,027}$	Зазор 0,018 Натяг 0,027
3	Шатун – поршневой палец	$\varnothing 30_{-0,003}^{+0,007}$	$\varnothing 30_{-0,015}^{-0,010}$	Зазор $\begin{matrix} 0,022 \\ 0,007 \end{matrix}$
4	Поршень – поршневой палец	$\varnothing 30_{+0,007^*}$	$\varnothing 30_{-0,015}^{-0,010}$	Зазор $\begin{matrix} 0,022 \\ 0,010 \end{matrix}$
5	Коленчатый вал – шпонка шкива-демпфера	$8_{-0,016}^{+0,006}$	$8_{+0,050}$	Зазор 0,006 Натяг 0,066
6	Шкив-демпфер коленчатого вала – шпонка	$8_{+0,03}$	$8_{+0,050}$	Зазор 0,03 Натяг 0,05
7	Коленчатый вал – шпонка звездочки	$6_{-0,055}^{-0,010}$	$6_{-0,030}$	Зазор 0,020 Натяг 0,055
8	Звездочка коленчатого вала – шпонка	$6_{+0,015}^{+0,065}$	$6_{-0,03}$	Зазор $\begin{matrix} 0,095 \\ 0,015 \end{matrix}$
9	Коленчатый вал – маховик	$\varnothing 40_{-0,035}^{-0,014}$	$\varnothing 40_{-0,050}^{-0,035}$	Зазор $^{0,036}$

\* Размер на расстоянии 27 мм от оси поршня

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
10	Обод зубчатый - маховик	$\varnothing 292^{+0,15}$	$\varnothing 292^{+0,64}_{+0,54}$	Натяг $\begin{matrix} 0,64 \\ 0,39 \end{matrix}$
11	Маховик – подшипник первичного вала коробки передач	$\varnothing 40^{-0,014}_{-0,035}$	$\varnothing 40_{-0,009}$	Натяг $\begin{matrix} 0,035 \\ 0,005 \end{matrix}$
12	Маховик – установочная втулка	$\varnothing 13^{+0,077}_{+0,050}$	$\varnothing 13_{-0,012}$	Зазор $\begin{matrix} 0,089 \\ 0,050 \end{matrix}$
13	Коленчатый вал – установочная втулка	$\varnothing 13^{-0,016}_{-0,034}$	$\varnothing 13_{-0,012}$	Натяг $\begin{matrix} 0,034 \\ 0,004 \end{matrix}$
14	Сальникодержатель – сальник	$\varnothing 100_{-0,087}$	$\varnothing 100^{+0,5}_{+0,3}$	Натяг $\begin{matrix} 0,587 \\ 0,300 \end{matrix}$
15	третья коренная шейка вала (длина) – блок цилиндров + упорный подшипник	$\varnothing 34^{+0,05}$	$\begin{matrix} 29^{-0,06} + \\ -0,12 \\ 2 \cdot (2,5_{-0,05}) \end{matrix}$	Зазор $\begin{matrix} 0,27 \\ 0,06 \end{matrix}$
16	Коленчатый вал – шатун (ширина)	$30^{+0,1}$	$30^{-0,25}_{-0,35}$	Зазор $\begin{matrix} 0,45 \\ 0,25 \end{matrix}$
17	Шатунные вкладыши – коленчатый вал	$\varnothing 60^{+0,01} - 2 \cdot (2^{+0,012})$	$\varnothing 56^{-0,025}_{-0,039}$	Зазор $\begin{matrix} 0,039 \\ 0,001 \end{matrix}$
18	Коренные вкладыши – коленчатый вал	$\varnothing 67^{+0,019} - 2 \cdot (2,5^{+0,008})$	$\varnothing 62^{-0,035}_{-0,049}$	Зазор $\begin{matrix} 0,068 \\ 0,019 \end{matrix}$
19	Втулка – коленчатый вал	$\varnothing 38^{+0,030}_{+0,005}$	$\varnothing 38^{+0,020}_{+0,003}$	Зазор 0,027 Натяг 0,015
20	Шкив-демпфер коленчатого вала (51432.1005050) – коленчатый вал	$\varnothing 38^{+0,025}$	$\varnothing 38^{+0,020}_{+0,003}$	Зазор 0,022 Натяг 0,020

## Привод клапанов

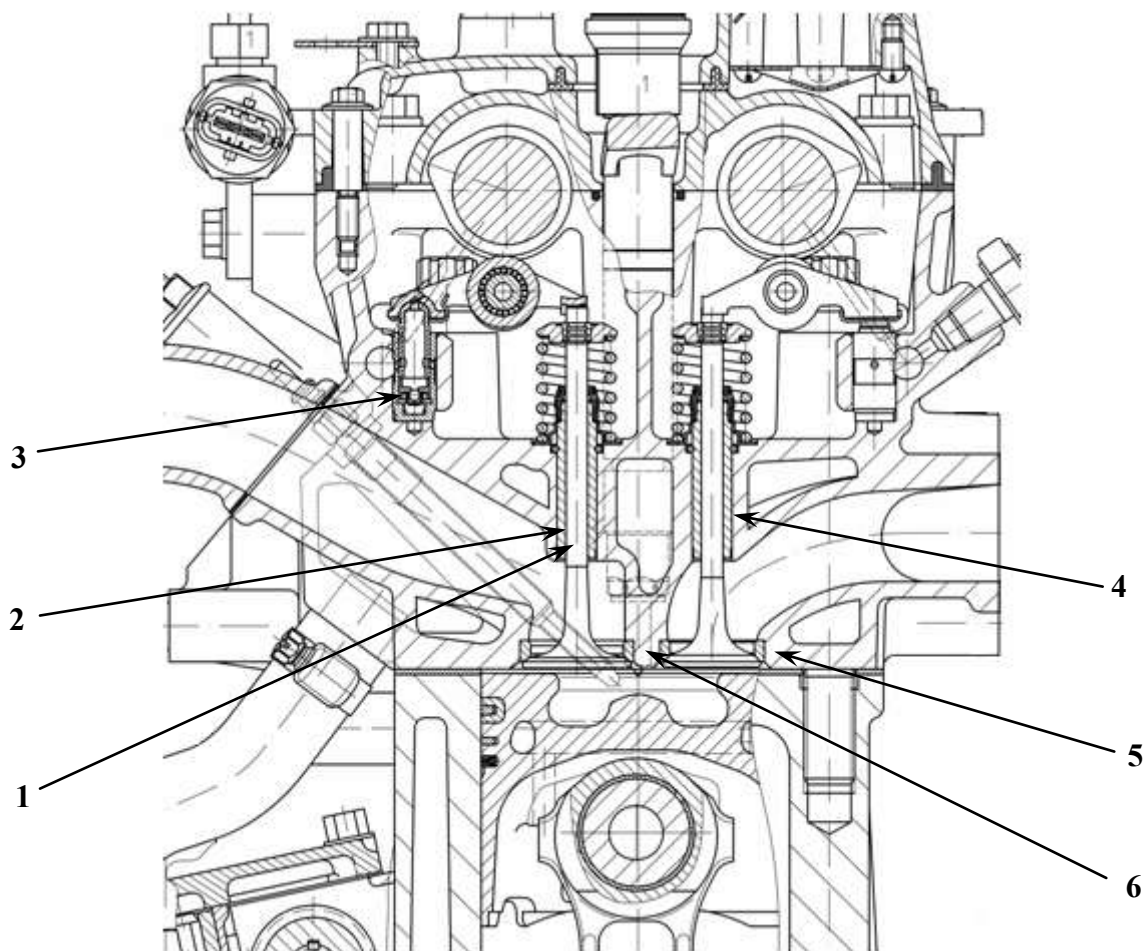


Рис. В.3

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Втулка клапана – впускной клапан	$\varnothing 6^{+0,022}$	$\varnothing 6^{-0,025}_{-0,047}$	Зазор $\begin{matrix} 0,069 \\ 0,025 \end{matrix}$
2	Головка цилиндров – втулка клапана	$\varnothing 11^{-0,023}_{-0,050}$	$\varnothing 11^{+0,058}_{+0,040}$	Натяг $\begin{matrix} 0,108 \\ 0,063 \end{matrix}$
3	Головка цилиндров - гидроопора	$\varnothing 12^{+0,034}_{+0,016}$	$\varnothing 12_{-0,011}$	Зазор $\begin{matrix} 0,045 \\ 0,016 \end{matrix}$
4	Втулка клапана – выпускной клапан	$\varnothing 6^{+0,022}$	$\varnothing 6^{-0,040}_{-0,062}$	Зазор $\begin{matrix} 0,084 \\ 0,040 \end{matrix}$
5	Головка цилиндров – седло выпускного клапана	$\varnothing 29^{+0,025}$	$\varnothing 29,05^{+0,085}_{+0,060}$	Натяг $\begin{matrix} 0,135 \\ 0,085 \end{matrix}$
6	Головка цилиндров – седло впускного клапана	$\varnothing 31,5^{+0,025}$	$\varnothing 31,55^{+0,085}_{+0,060}$	Натяг $\begin{matrix} 0,135 \\ 0,085 \end{matrix}$

## Вал промежуточный

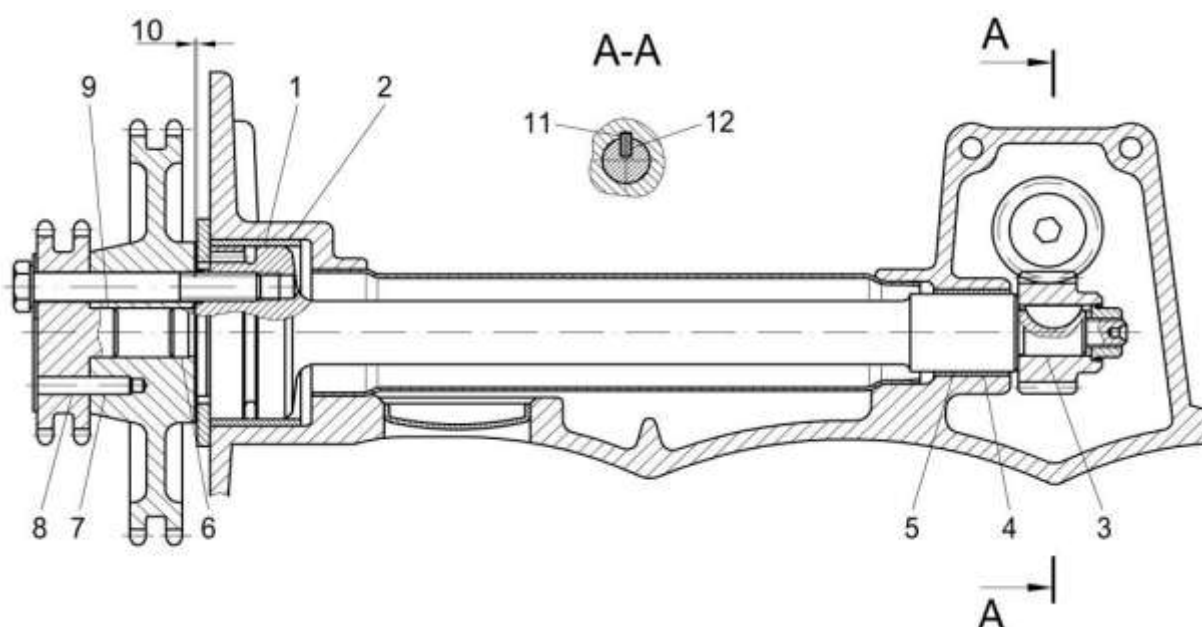


Рис. В.4

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Передняя шейка вала – передняя опора блока	$\varnothing 49^{+0,050}_{+0,025}$	$\varnothing 49^{-0,016}_{-0,041}$	Зазор $\begin{matrix} 0,091 \\ 0,041 \end{matrix}$
2	Блок цилиндров – передняя втулка промежуточного вала	$\varnothing 52,5^{+0,03}$	$\varnothing 52,5^{+0,18}_{+0,13}$	Натяг $\begin{matrix} 0,18 \\ 0,10 \end{matrix}$
3	Шестерня – шейка промежуточного вала	$\varnothing 13^{+0,011}$	$\varnothing 13_{-0,011}$	Зазор $0,022$
4	Блок цилиндров – задняя втулка промежуточного вала	$\varnothing 25^{+0,021}$	$\varnothing 25^{+0,117}_{+0,084}$	Натяг $\begin{matrix} 0,117 \\ 0,063 \end{matrix}$
5	Задняя шейка вала – задняя опора блока	$\varnothing 22^{+0,041}_{+0,020}$	$\varnothing 22_{-0,013}$	Зазор $\begin{matrix} 0,054 \\ 0,020 \end{matrix}$
6	Звездочка ведомая промежуточного вала - промежуточный вал	$\varnothing 14^{+0,018}$	$\varnothing 14_{-0,011}$	Зазор $0,029$
7	Ведомая звездочка - штифт	$\varnothing 6,2^{+0,025}_{+0,015}$	$\varnothing 6_{-0,008}$	Зазор $\begin{matrix} 0,233 \\ 0,215 \end{matrix}$
8	Ведущая звездочка - штифт	$\varnothing 6^{-0,015}_{-0,033}$	$\varnothing 6_{-0,008}$	Натяг $\begin{matrix} 0,033 \\ 0,007 \end{matrix}$
9	Звездочка ведущая - звездочка ведомая (отверстие)	$\varnothing 14^{+0,018}$	$\varnothing 14_{-0,010}$	Зазор $0,028$
10	Промежуточный вал (уступ упорной шейки) – фланец (ширина)	$4,1 \pm 0,5$	$4_{-0,05}$	Зазор $\begin{matrix} 0,20 \\ 0,05 \end{matrix}$
11	Шестерня – шпонка (ширина)	$3^{+0,055}_{+0,010}$	$3_{-0,025}$	Зазор $\begin{matrix} 0,08 \\ 0,01 \end{matrix}$
12	Промежуточный вал – шпонка (ширина)	$3^{-0,01}_{-0,05}$	$3_{-0,025}$	Зазор $0,015$ Натяг $0,050$



## Привод масляного насоса

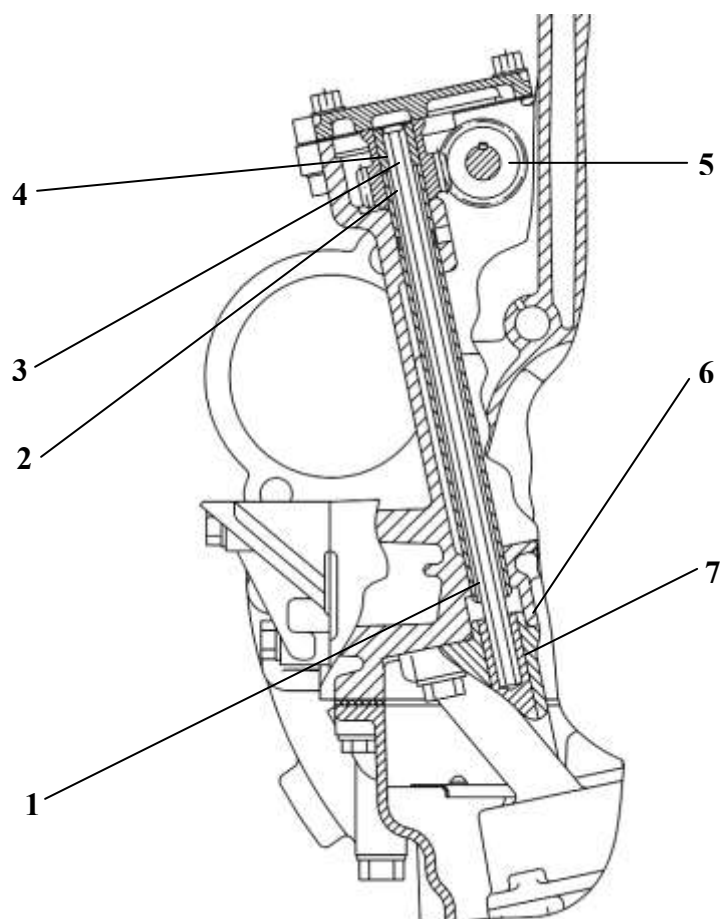


Рис. В.5

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Блок цилиндров – валик привода насоса	$\text{Ø } 17 \begin{smallmatrix} +0,060 \\ +0,033 \end{smallmatrix}$	$\text{Ø } 17_{-0,011}$	Зазор $\begin{smallmatrix} 0,071 \\ 0,033 \end{smallmatrix}$
2	Шестерня ведомая привода масляного насоса – валик привода	$\text{Ø } 17 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,050 \end{smallmatrix}$	$\text{Ø } 17_{-0,011}$	Натяг $\begin{smallmatrix} 0,050 \\ 0,021 \end{smallmatrix}$
3	Втулка – шестигранный валик привода	$8 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ +0,1 \end{smallmatrix}$	$8_{-0,09}$	Зазор $\begin{smallmatrix} 0,29 \\ 0,10 \end{smallmatrix}$
4	Шестерня ведомая привода масляного насоса – втулка	$\text{Ø } 17 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,050 \end{smallmatrix}$	$\text{Ø } 17_{-0,011}$	Натяг $\begin{smallmatrix} 0,050 \\ 0,021 \end{smallmatrix}$
5	Шестерня ведущая привода масляного насоса – шейка промежуточного вала	$\text{Ø } 13^{+0,011}$	$\text{Ø } 13_{-0,011}$	Зазор $^{0,022}$
6	Блок цилиндров – корпус насоса	$\text{Ø } 22 \begin{smallmatrix} +0,033 \end{smallmatrix}$	$\text{Ø } 22 \begin{smallmatrix} -0,06 \\ -0,13 \end{smallmatrix}$	Зазор $\begin{smallmatrix} 0,163 \\ 0,060 \end{smallmatrix}$
7	Валик масляного насоса – шестигранный валик привода	$8 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ +0,1 \end{smallmatrix}$	$8_{-0,09}$	Зазор $\begin{smallmatrix} 0,29 \\ 0,10 \end{smallmatrix}$

## Масляный насос и редукционный клапан

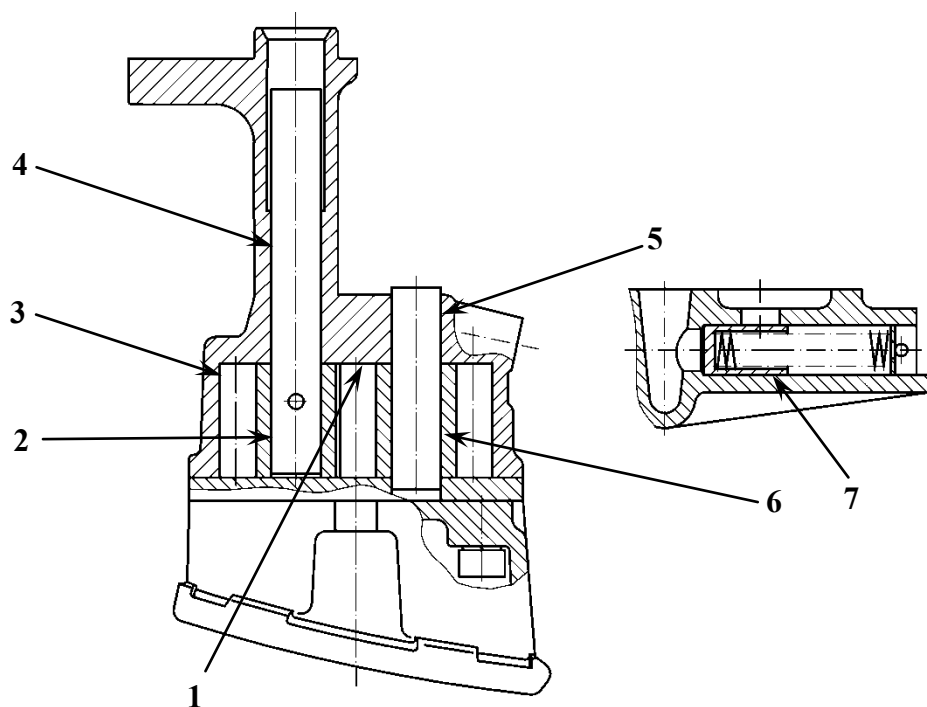


Рис.В.6

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Корпус насоса – шестерня (торцевой зазор)	$40^{+0,215}_{+0,165}$	$40^{+0,100}_{+0,075}$	Зазор $^{0,140}_{0,065}$
2	Шестерня – валик	$\text{Ø } 13^{-0,022}_{-0,048}$	$\text{Ø } 13_{-0,012}$	Натяг 0,048 Зазор 0,010
3	Корпус насоса – шестерня (радиальный зазор)	$\text{Ø } 40^{+0,095}_{+0,050}$	$\text{Ø } 40^{-0,025}_{-0,075}$	Зазор $^{0,170}_{0,075}$
4	Корпус масляного насоса – валик	$\text{Ø } 13^{+0,040}_{+0,016}$	$\text{Ø } 13_{-0,012}$	Зазор $^{0,052}_{0,016}$
5	Корпус масляного насоса – ось	$\text{Ø } 13^{-0,098}_{-0,116}$	$\text{Ø } 13^{-0,064}_{-0,082}$	Натяг $^{0,052}_{0,016}$
6	Ведомая шестерня – ось	$\text{Ø } 13^{-0,022}_{-0,048}$	$\text{Ø } 13^{-0,064}_{-0,082}$	Зазор $^{0,060}_{0,016}$
7	Патрубок приемный масляного насоса – плунжер	$\text{Ø } 13^{+0,07}$	$\text{Ø } 13^{-0,045}_{-0,075}$	Зазор $^{0,045}_{0,145}$

## Водяной насос

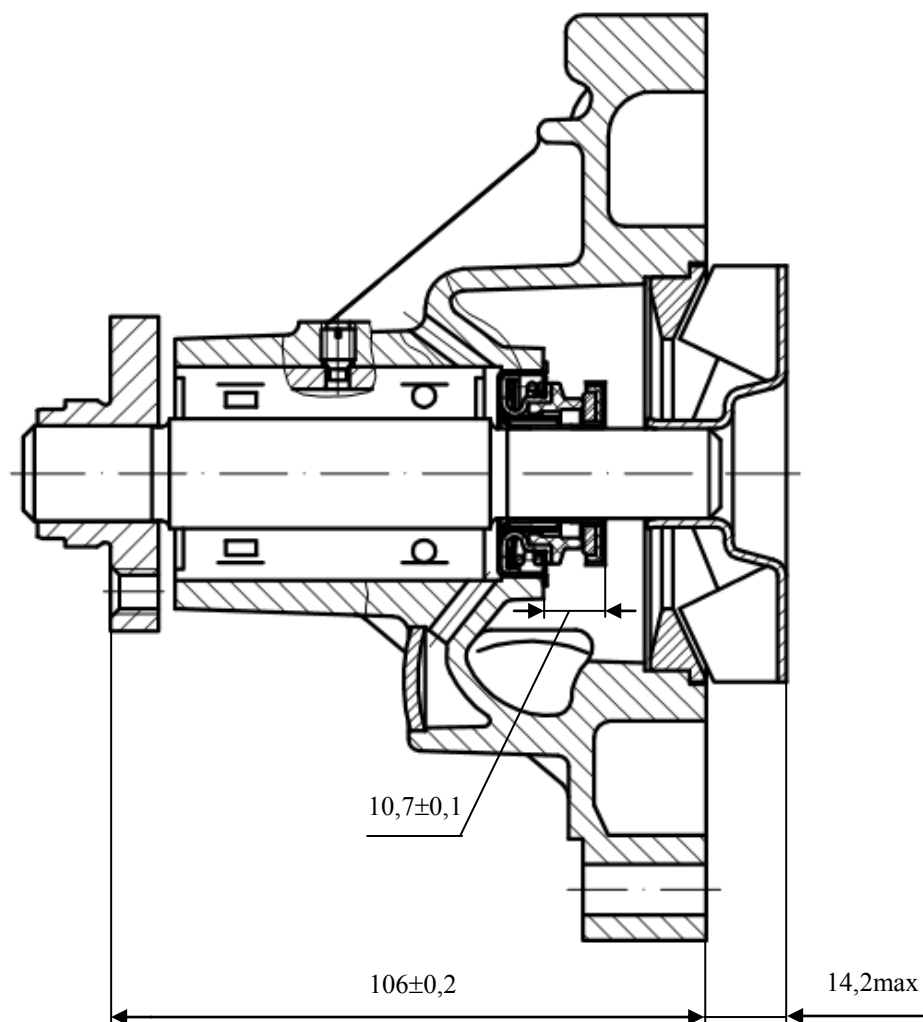


Рис. В.7

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Ступица шкива – вал подшипника	$\text{Ø } 16,99_{-0,060}^{-0,033}$	$\text{Ø } 17_{-0,018}$	Натяг $\begin{matrix} 0,070 \\ 0,025 \end{matrix}$
2	Корпус насоса - подшипник	$\text{Ø } 38_{-0,017}^{+0,006}$	$\text{Ø } 38_{-0,009}$	Натяг 0,017 Зазор 0,015
3	Корпус насоса – уплотнение	$\text{Ø } 36,5_{-0,050}^{-0,025}$	$\text{Ø } 36,6^{+0,1}$	Натяг $\begin{matrix} 0,250 \\ 0,125 \end{matrix}$
4	Уплотнение – вал подшипника	$\text{Ø } 16_{-0,18}^{-0,11}$	$\text{Ø } 16_{-0,018}$	Натяг $\begin{matrix} 0,180 \\ 0,092 \end{matrix}$
5	Крыльчатка насоса – вал подшипника	$\text{Ø } 16_{-0,265}^{-0,033}$	$\text{Ø } 16_{-0,018}$	Натяг $\begin{matrix} 0,265 \\ 0,015 \end{matrix}$
6	Шкив – ступица шкива	$\text{Ø } 26^{+0,15}$	$\text{Ø } 26_{-0,052}$	Зазор $^{0,202}$

## Привод вентилятора

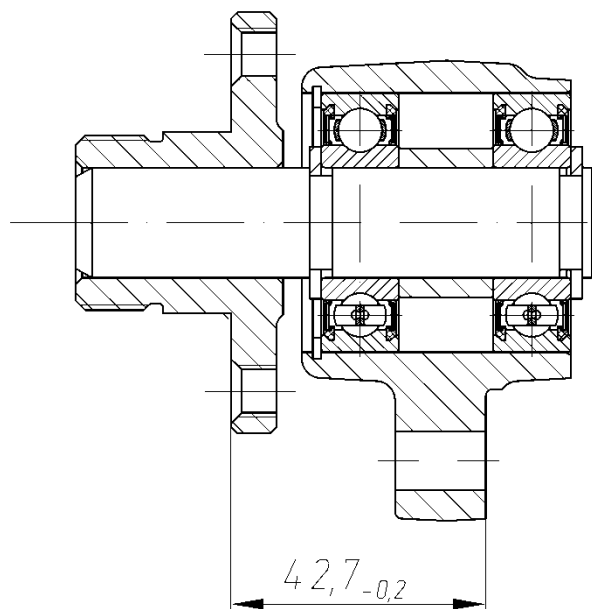


Рис. В.8

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Ступица привода вентилятора – вал подшипника	$\varnothing 16,99_{-0,060}^{-0,033}$	$\varnothing 17_{-0,018}$	Натяг $\begin{matrix} 0,070 \\ 0,025 \end{matrix}$
2	Корпус – подшипник	$\varnothing 38_{+0,050}^{+0,089}$	$\varnothing 38_{-0,009}$	Зазор $\begin{matrix} 0,098 \\ 0,050 \end{matrix}$

## Прочие сопряжения в двигателе

№ сопр.	Сопрягаемые детали	Отверстие, мм	Вал, мм	Посадка, мм
1	Головка цилиндров – передняя шейка распределительного вала	$\varnothing 42_{+0,025}$	$\varnothing 42_{-0,075}^{-0,050}$	Зазор $\begin{matrix} 0,100 \\ 0,050 \end{matrix}$
2	Головка цилиндров – шейки распределительного вала	$\varnothing 30_{+0,025}$	$\varnothing 30_{-0,075}^{-0,050}$	Зазор $\begin{matrix} 0,100 \\ 0,050 \end{matrix}$
3	Картер сцепления – коробка передач	$\varnothing 116_{+0,035}$	$\varnothing 116_{-0,050}^{-0,010}$	Зазор $\begin{matrix} 0,085 \\ 0,010 \end{matrix}$
4	Блок цилиндров – штифт картера сцепления	$\varnothing 13_{-0,039}^{-0,021}$	$\varnothing 13_{-0,018}$	Натяг $\begin{matrix} 0,039 \\ 0,003 \end{matrix}$
5	Картер сцепления – штифт	$\varnothing 13_{+0,016}^{+0,043}$	$\varnothing 13_{-0,018}$	Зазор $\begin{matrix} 0,061 \\ 0,016 \end{matrix}$
6	Блок цилиндров – штифт крышки цепи	$\varnothing 11,7_{-0,051}^{-0,023}$	$\varnothing 11,7_{-0,018}$	Натяг $\begin{matrix} 0,051 \\ 0,005 \end{matrix}$
7	Крышка цепи – установочный штифт	$\varnothing 11,7_{-0,03}^{+0,05}$	$\varnothing 11,7_{-0,018}$	Натяг 0,030 Зазор 0,023

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г (допустимый дисбаланс вращающихся деталей)

### Дисбаланс вращающихся деталей, допустимый при сборке двигателя

Деталь	Метод балансировки	Допустимый дисбаланс, г·см не более	Способ устранения дисбаланса
Коленчатый вал	Динамический	18 в плоскостях, проходящих через крайние коренные шейки	Высверливание металла в радиальном направлении из противовесов сверлом диаметром 10 мм на глубину не более 25 мм. Пересечение отверстий и выход на поверхности торцев противовесов не допускается.
Шкив-демпфер коленчатого вала	Статический	10	Высверливание металла в радиальном направлении в диске демпфера диаметром 10,5 мм на глубину не более 10 мм. Сверлить не более трех отверстий
Маховик с ободом	Статический	15	Высверливание металла со стороны противоположной креплению сцепления на радиусе 115 мм диаметром 14 мм на глубину 12 мм с учетом конуса сверла. Сверлить не более десяти отверстий. Расстояние между осями не менее 18 мм
Нажимной диск сцепления с кожухом в сборе	Статический	50	Установкой и приклепыванием балансировочных грузиков в отверстия фланца кожуха сцепления. Допускается сверлением во фланце кожуха отверстий диаметром 9 мм, расположенных на диаметре 273 мм между отверстиями под балансировочные грузики. Балансировать до дисбаланса не более 15 г·см.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д (подшипники)

### Подшипники качения, применяемые в двигателе

Наименование подшипника	Обозначение	Количество, шт
Комбинированный специальный водяного насоса	406.1307027 «СПЗ» (6-5HP17124EC30*) или 406.1307027-01 «VBF» (5HP17124E.P6Q6*) или 406.1307027-02 «KNG»	1
Носка первичного вала коробки передач (в маховике): ➤ радиальный шариковый однорядный с двумя защитными шайбами или или: ➤ радиальный шариковый однорядный с двухсторонним уплотнением	402.1701031 «VBF» (6203ZZ.P6Q6/У.С30*)  402.1701031-02 (6203.2RS2.P63Q6/У.С30*)	1
Рычаг натяжного устройства со звездочкой в сборе с подшипником	514.1006050-10	2
Рычаг привода клапана в сборе с подшипником	514.1007111-03	16
Ролик натяжной эксцентриковый ремня привода вентилятора, насоса ГУР и компрессора кондиционера в сборе с радиальным подшипником с двухсторонним уплотнением	2112-1006120	2
Ролик опорный ремня привода ТНВД генератора и водяного насоса в сборе с подшипниками	3413.1006135	1
Привода вентилятора: ➤ радиальный шариковый однорядный с двумя защитными шайбами или: ➤ радиальный шариковый однорядный с двухсторонним уплотнением	402.1701031 «VBF» (6203ZZ.P6Q6/У.С30*)  402.1701031-02 (6203.2RS2.P63Q6/У.С30*)	2

\* Обозначение на предприятии - изготовителе

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

### **(турбокомпрессор)**

### **ТУРБОКОМПРЕССОР**

Турбокомпрессор (ТКР) GT1549S ф. «GARRETT» или HP48X3501 ф. «F-Diesel Power со.» или ТКР50.04.07 ЗАО НПО «Турботехника» с клапаном перепуска отработавших газов (ОГ).

#### **Е.1 Эксплуатация и техническое обслуживание**

Эксплуатация двигателя без воздухоочистителя на входе в ТКР не допускается.

При эксплуатации двигателя на рекомендованных смазочных маслах и установке рекомендованных масляных фильтров, а также своевременной их замене срок службы ТКР совпадает со сроком службы двигателя.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**Не начинайте движение на автомобиле сразу после запуска холодного двигателя. Необходимо поработать 1...2 минуты на минимальных оборотах холостого хода для прогрева турбокомпрессора с целью исключения задевания колеса турбины за корпус и ускоренного износа лопаток колеса, вероятность которого возрастает по мере роста пробега автомобиля в связи с износом подшипников скольжения турбокомпрессора.**

**Не рекомендуется работа двигателя более 10 минут на минимальных оборотах холостого хода. За счет разрежения, создаваемого при работе двигателя, часть смазочного масла из подшипникового узла ТКР поступает в систему впуска, вызывая повышенное дымление отработавших газов.**

**При остановке двигателя после длительной работы на большой нагрузке необходимо в течение 3...5 минут дать поработать двигателю на минимальных оборотах холостого хода, во избежание преждевременного выхода из строя турбокомпрессора.**

**Производить регулировку клапана перепуска ТКР во избежание поломки двигателя строго запрещается.**

Обслуживание системы газотурбинного наддува заключается в периодической проверке герметичности соединений системы воздухообеспечения.

Также важно своевременно в сроки установленные инструкцией по эксплуатации двигателя проводить контроль и замену фильтрующего элемента фильтра очистки воздуха.





### **Е.3 Общие требования к замене и ремонту турбокомпрессора**

Ремонт ТКР должен производиться только на специализированном ремонтном предприятии.

В случае выхода из строя ТКР по вине завода-изготовителя укажите, по адресам указанным в конце подраздела, следующую информацию:

- сведения указанные на фирменной табличке, установленной на корпусе колеса компрессора;
- номер двигателя ЗМЗ-51432, на котором установлен данный ТКР;
- марку автомобиля и пробег в километрах;
- краткое описание повреждения согласно данным таблицы п.Е.2.
- При установке ТКР необходимо выполнить следующие требования:
- предварительно проверить ТКР на отсутствие инородных тел в корпусе компрессора, корпусе подшипников и корпусе турбины;
- подсоединить корпус турбины к выпускному коллектору, снятому с двигателя;
- при установке выпускного коллектора с ТКР на двигатель отклонение осей отверстий для подачи и стока масла из корпуса подшипников ТКР от вертикали не должно превышать  $\pm 15^\circ$ ;
- при установке шланга слива масла из турбокомпрессора не допускать его перегиба, что приведет при работе двигателя к уносу масла через уплотнения вала турбокомпрессора в системы впуска воздуха и выпуска отработавших газов;
- при соединении корпусов ТКР с соответствующими системами двигателя необходимо использовать только новые серийные уплотнительные прокладки и шланги;
- применение герметиков и уплотнительных замазок не допускается.

#### **ВНИМАНИЕ!**

**За 15 минут до первого пуска двигателя после установки ТКР необходимо отвернуть штуцер подвода масла к корпусу подшипников ТКР и снять впускной патрубок с корпуса компрессора ТКР. Сплошной струей залить в корпус подшипников ТКР чистое моторное масло, применяемое в двигателе (20-50 мл с температурой не менее плюс 20 °С). Температура ТКР не должна быть ниже плюс 10 °С. После заливки масла пальцами повернуть на несколько оборотов ротор ТКР. Установить штуцер подвода масла и впускной патрубок.**



Информация и расположение идентификационной таблички на ТКР **HP48X3501**



Информация и расположение идентификационной таблички на ТКР **50.04.07**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (маркировка двигателя)

### Маркировка двигателя

Предприятие-изготовитель маркирует двигатель двумя способами:

➤ сверху на внешней стороне охладителя рециркулируемых газов размещается самоклеящаяся этикетка с буквенно-цифровой и штрих-кодовой информацией о комплектации и порядковом номере двигателя и IMA-кодов топливных форсунок (рис.Ж.1);

➤ на блоке цилиндров ударным способом наносится идентификационный номер двигателя согласно рис.Ж.2, в начале, конце и между составными частями идентификационного номера указан разделительный знак в виде звездочки, над идентификационным номером двигателя может быть указан номер блока цилиндров, нанесенный ударным способом или на самоклеющейся этикетке.

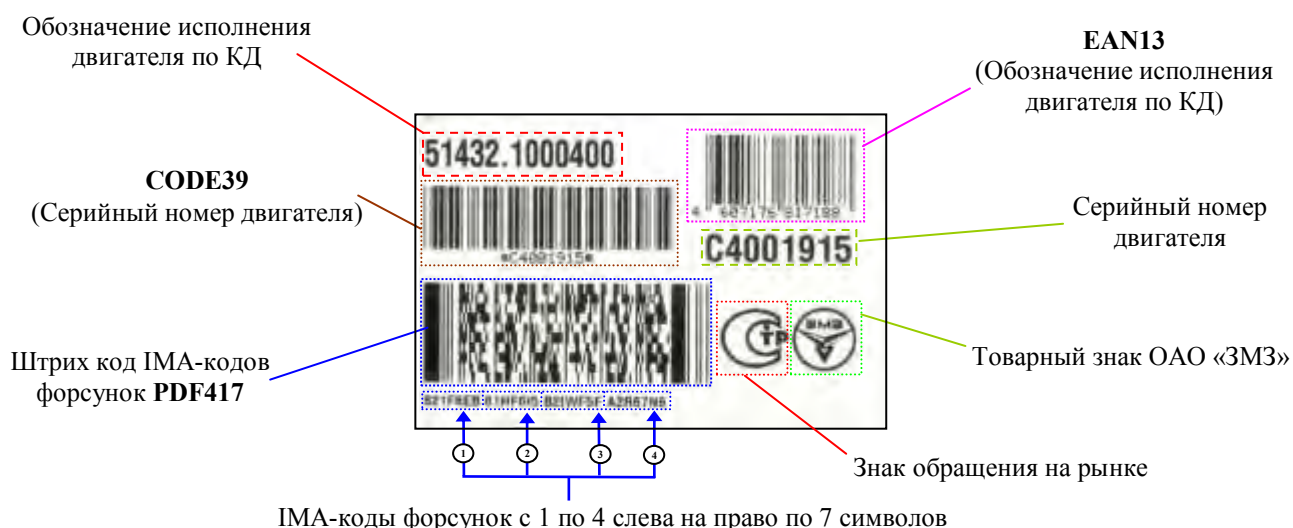


Рисунок Ж.1. Самоклеящаяся этикетка

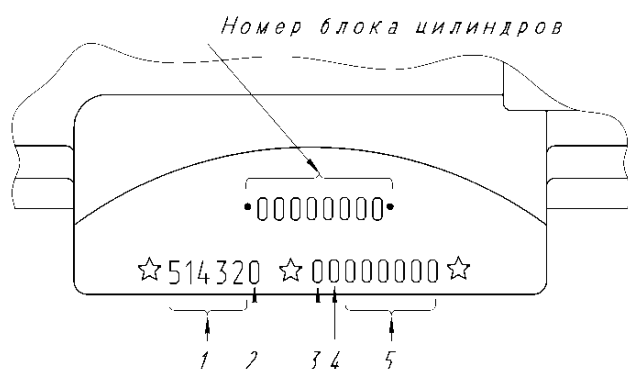


Рисунок Ж.2. Маркировка двигателя ударным способом на блоке цилиндров:

1 – модель (модификация) двигателя (51432); 2 – код исполнения двигателя («0» – для обозначения базовой комплектации, латинская буква – для обозначения комплектации двигателя, отличной от базовой. Присваивается на предприятии-изготовителе (ЗМЗ); 3 – код года изготовления («1» - 2001, «2» - 2002 ... «9» - 2009, «А» - 2010, «В» - 2011, «С» – 2012... «У» - 2030 (кроме букв «I, O, Q, U»); 4 – цифровой код сборочного подразделения завода-изготовителя двигателя; 5 – порядковый номер двигателя.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
**(исполнения и VDS маркировка двигателя)**

**Таблица исполнений двигателей ЗМЗ-51432 и их VDS маркировка**

Наименование комплектации	Обозначение исполнения	VDS маркировка двигателя	Примечание
Двигатель с оборудованием	51432.1000400	51432A	Для автомобилей УАЗ-31638 «Patriot», УАЗ-31648 «Patriot Sport», УАЗ-23638 «Pickup», УАЗ-23608 «Cargo»; под установку компрессора кондиционера и насоса ГУР; без картера сцепления; генератор 120 А.
	51432.1000400-01	51432B	Для автомобилей УАЗ-31638 «Patriot», УАЗ-31648 «Patriot Sport», УАЗ-23638 «Pickup», УАЗ-23608 «Cargo»; под установку компрессора кондиционера и насоса ГУР; без картера сцепления; генератор 120 А; с патрубком для подключения автономного отопителя.
	51432.1000400-10	51432C	Для автомобилей УАЗ-31638 «Patriot», УАЗ-31648 «Patriot Sport», УАЗ-23638 «Pickup», УАЗ-23608 «Cargo»; без компрессора кондиционера; насос ГУР; без картера сцепления; генератор 80 А/90 А.
	51432.1000400-20	51432D	Для автомобилей УАЗ-315148 «Hunter»; без картера сцепления; с насосом ГУР; генератор 80 А/90 А.
	51432.1000400-21	51432E	Для автомобилей УАЗ-315148 «Hunter»; без картера сцепления; с насосом ГУР; генератор 80 А/90 А; с патрубком для подключения автономного отопителя.
	51432.1000400-22	51432F	Для автомобилей УАЗ-315148 «Hunter»; с картером сцепления под 5 ступенчатую КПП АДС; насосом ГУР; генератор 80 А/90 А.
	51432.1000400-23	51432G	Для автомобилей УАЗ-315148 «Hunter»; с картером сцепления под 5 ступенчатую КПП АДС; насосом ГУР; генератор 80 А/90 А; с патрубком для подключения автономного отопителя.

## ПРИЛОЖЕНИЕ И (манжеты)

### Манжеты, применяемые на двигателе

Наименование	Обозначение	Кол.
Манжета передняя коленчатого вала	406.1005034-02, ОАО «Балаковорезинотехника», г. Балаково или 406.1005034-03, ОАО «ВЭЛКОНТ», г. Кирово-Чепецк или 406.1005034-04, ЗАО «Резинотехника», г. Балаково или 4062.1005034* (50-305698-50), ф. «Goetze», Германия или 4062.1005034-01* (02955VOOA), ф. «Rubena», Чехия	1
Манжета задняя коленчатого вала	406.1005160-03, ОАО «ВЭЛКОНТ», г. Кирово-Чепецк или 406.1005160-04* (2108-1005160-01), ЗАО «Резинотехника», г. Балаково или 2108-1005160, ОАО «Балаковорезинотехника», г. Балаково или 4062.1005160* (546.941), ф. «Elring», Германия или 4062.1005160-01* (03055VOOA), ф. «Rubena», Чехия	1
Уплотнение водяного насоса	40522.1307020* (94412 ф. «MTU», Италия)	1
Маслоотражательный колпачок впускных и выпускных клапанов в сборе	514.1007026, ОАО «ВЭЛКОНТ», г. Кирово-Чепецк	16
Кольцо уплотнительное носка коленчатого вала	406.1005044 (038-044-36-2-2 ГОСТ 18829-79)	1

\* Обозначение в ОАО «ЗМЗ»

## ПРИЛОЖЕНИЕ К (требования к топливу ЕВРО)

### Требования к топливу ЕВРО по ГОСТ Р 52368-2005

#### Физико-химические и эксплуатационные показатели топлива

Наименование показателя	Значение
1 Цетановое число <sup>1)</sup> , не менее	51,0
2 Цетановый индекс <sup>2)</sup> , не менее	46,0
3 Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	820—845
4 Полициклические ароматические углеводороды <sup>3)</sup> , % (по массе), не более	11
5 Содержание серы, мг/кг, не более, для топлива: <i>вид I</i> <i>вид II</i> <i>вид III</i> <sup>4)</sup>	350,0
	50,0
	10,0
6 Температура вспышки в закрытом тигле, °С, выше	55
7 Коксуемость 10 %-ного остатка разгонки <sup>5)</sup> , % (по массе), не более	0,30
8 Зольность, % (по массе), не более	0,01
9 Содержание воды, мг/кг, не более	200
10 Общее загрязнение, мг/кг, не более	24
11 Коррозия медной пластинки (3 ч при 50 °С) <sup>6)</sup> , единицы по шкале	Класс 1
12 Окислительная стабильность: общее количество осадка, г/м <sup>3</sup> , не более	25
13 Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60 °С, мкм, не более	460
14 Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	2,00—4,50
15 Фракционный состав: при температуре 250 °С, % (по объему), менее при температуре 350 °С, % (по объему), не менее 95 % (по объему) перегоняется при температуре, °С, не выше	65
	85
	360
16 Содержание метиловых эфиров жирных кислот <sup>7)</sup> , % (по объему), не более	5

## Требования к топливу в зависимости от климатических условий

### Топливо для умеренного климата

Наименование показателя	Значение для сорта					
	A	B	C	D	E	F
Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	5	0	-5	-10	-15	-20

### Топливо для холодного и арктического климата

Наименование показателя	Значение для класса				
	0	1	2	3	4
1 Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	-20	-26	-32	-38	-44
2 Температура помутнения, °С, не выше	-10	-16	-22	-28	-34
3 Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	800—845	800—845	800—840	800—840	800—840
4 Кинематическая вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	1,50—4,00	1,50—4,00	1,50—4,00	1,40—4,00	1,20—4,00
5 Цетановое число <sup>1)</sup> , не менее	49,0	49,0	48,0	47,0	47,0
6 Цетановый индекс <sup>2)</sup> , не менее	46,0	46,0	46,0	43,0	43,0
7 Фракционный состав: до температуры 180 °С, % (по объему), не более	10	10	10	10	10
до температуры 340 °С, % (по объему), не менее	95	95	95	95	95

## Сезонное применение дизельных топлив в регионах Российской Федерации в соответствии с требованиями к предельной температуре фильтруемости

Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт E	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
<b>1 Центральный</b> Москва и Московская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇒	—	—	—
Белгородская обл.	—	С 15 апреля по 15 октября (6 мес) ⇐	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 15 октября по 15 ноября (1 мес)	—	С 15 ноября по 15 марта (4 мес) ⇒	—	—	—	—
Брянская обл.	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Владимирская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇒	—	—	—
Воронежская обл.	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Ивановская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Калужская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇒	—	—	—
Костромская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇐	—	—
Курская обл.	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес) ⇐	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Липецкая обл.	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес) ⇒	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Орловская обл.	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес) ⇒	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Рязанская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇒	—	—	—



Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
Смоленская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Тамбовская обл.	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Тверская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Тульская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Ярославская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—
<b>2 Северо-Западный</b>										
Санкт-Петербурга и Ленинградская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Республика Ингушетия	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес)	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Чеченская Республика	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес)	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Кабардино-Балкарская Республика	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес)	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Республика Калмыкия	—	С 15 апреля по 15 сентября (5 мес)	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 15 сентября по 15 октября (1 мес)	—	С 15 октября по 15 марта (5 мес)	—	—	—	—
Карачаево-Черкесская Республика	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес)	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Республика Северная Осетия-Алания	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес)	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—

Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
Мурманская обл.	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес)	—	С 15 апреля по 31 мая (1,5 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—	—
Новгородская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇒	—	—	—
Лсковская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) ⇒	—	—	—
Ненецкий автономный округ	—	—	—	С 1 июня по 31 августа (3 мес) ⇒	—	С 15 апреля по 31 мая (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	С 15 октября по 15 апреля (6 мес) ⇒	—
<b>3 Северо-Кавказский</b>										
Республика Адыгея	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 марта по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Республика Дагестан	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Республика Ингушетия	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Чеченская Республика	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Кабардино-Балкарская Республика	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Республика Калмыкия	—	С 15 апреля по 15 сентября (5 мес) ⇒	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 15 сентября по 15 октября (1 мес)	—	С 15 октября по 15 марта (5 мес) ⇒	—	—	—	—
Карачаево-Черкесская Республика	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Республика Северная Осетия-Алания	—	С 1 апреля по 15 октября (6,5 мес) ⇒	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 15 октября по 30 ноября (1,5 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—

Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
Краснодарский край	—	С 1 апреля по 31 октября (7 мес) =	—	С 1 по 31 марта (1 мес) / с 1 по 30 ноября (1 мес)	—	С 1 декабря по 1 марта (3 мес)	—	—	—	—
Ставропольский край	—	С 15 апреля по 31 октября (6,5 мес) =	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 1 по 30 ноября (1 мес)	—	С 1 декабря по 15 марта (3,5 мес)	—	—	—	—
Астраханская обл.	—	С 15 апреля по 15 сентября (5 мес) =	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 15 сентября по 15 октября (1 мес)	—	С 15 октября по 15 марта (5 мес) =	—	—	—	—
Волгоградская обл.	—	С 15 апреля по 15 сентября (5 мес) =	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 15 сентября по 15 октября (1 мес)	—	С 15 октября по 15 марта (5 мес) =	—	—	—	—
Ростовская обл.	—	С 15 апреля по 15 сентября (6 мес) =	—	С 15 марта по 15 апреля (1 мес) / с 15 октября по 15 ноября (1 мес)	—	С 15 ноября по 15 марта (4 мес) =	—	—	—	—
<b>4 Приволжский</b> Республика Башкортостан	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес) =	—	—
Республика Марий Эл	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) =	—	—
Республика Мордовия	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) =	—	—
Республика Татарстан	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) =	—	—
Удмуртская Республика	—	—	С 1 мая по 15 сентября (4,5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес) =	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) =	—	—
Чувашская Республика	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес) =	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес) =	—	—
Нижегородская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—

Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс D	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +15 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -36 °С	Не выше -44 °С
Оренбургская обл.	—	—	С 1 мая по 31 августа (4 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	С 15 октября по 31 марта (5,5 мес)	—	—
Пензенская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Пермская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—	—
Самарская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Саратовская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Ульяновская обл.	—	—	С 1 мая по 30 сентября (5 мес)	—	С 1 по 30 апреля (1 мес) / с 1 по 31 октября (1 мес)	—	С 1 ноября по 31 марта (5 мес)	—	—	—
Коми-Пермяцкий автономный округ	—	—	С 15 мая по 31 августа (3,5 мес)	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	С 15 октября по 15 апреля (6 мес)	—	—
<b>5 Уральский</b> Курганская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—	—
Свердловская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—
Тюменская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—	—
Челябинская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—	—

Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
Ханты-Мансийский автономный округ	—	—	С 1 июня по 31 августа (3 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	С 15 октября по 30 апреля (6,5 мес) ⇒	—
Ямало-Ненецкий автономный округ	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес)	—	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	С 15 октября по 30 апреля (6,5 мес)	—
<b>6 Сибирский</b>										
Республика Алтай	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес) ⇒
Республика Бурятия	—	—	С 15 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес) ⇒	—
Республика Тува	—	—	С 15 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес) ⇒	—
Республика Хакасия	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес) ⇒	—
Алтайский край	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (5,5 мес) ⇒	—
Красноярский край	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)
Иркутская обл.	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес)	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес)
Кемеровская обл.	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес)

Регионы России (по федераль- ным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
Новосибирская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес)	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес)	—
Омская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес) =	—
Томская обл.	—	—	С 15 мая по 15 сентября (4 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес) ⇒	—
Читинская обл.	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес)
Таймырский автономный округ	—	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес)	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	—	С 1 октября по 30 апреля (6,5 мес)
Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес)	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес)
Эвенкийский автономный округ	—	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес)	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 15 октября по 30 апреля (6,5 мес)
Агинский Бурятский автономный округ	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 1 по 31 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес) =
<b>7 Дальневосточный</b> Республика Саха (Якутия)	—	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес) =	—	—	С 15 мая по 15 июня (1 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	С 15 октября по 15 мая (7 мес)
Хабаровский край	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 31 мая (1,5 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес) =

Регионы России (по федеральным округам)	Применение дизельного топлива по предельной температуре фильтруемости									
	Летний период			Переходные весенний/осенний периоды			Зимний период			
	Сорт А	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт Е	Сорт F и класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
	Не выше +5 °С	Не выше 0 °С	Не выше -5 °С	Не выше -10 °С	Не выше -15 °С	Не выше -20 °С	Не выше -26 °С	Не выше -32 °С	Не выше -38 °С	Не выше -44 °С
Охотский район	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес) ⇒	—	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 15 октября по 30 апреля (6,5 мес)
Амурская обл.	—	—	С 15 июня по 15 сентября (3 мес) ⇒	—	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес) ⇒
Камчатская обл.	—	—	С 15 июня по 15 сентября (3 мес) ⇒	—	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес)	—
Магаданская обл.	—	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес)	—	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес)	—	—	С 15 октября по 30 апреля (6,5 мес)
Сахалинская обл. — юг	—	—	С 1 июня по 30 сентября (4 мес)	—	С 15 апреля по 31 мая (1,5 мес) / с 1 октября по 15 ноября (1,5 мес)	—	С 15 ноября по 15 апреля (5 мес)	—	—	—
Сахалинская обл. — север	—	—	С 1 июня по 15 сентября (3,5 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 31 мая (1,5 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	С 1 ноября по 15 апреля (5,5 мес) ⇒	—	—
Еврейская автономная обл.	—	—	С 1 июня по 30 сентября (4 мес) ⇒	—	—	С 15 апреля по 15 мая (1 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес)	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (5,5 мес) ⇒	—
Корякский автономный округ	—	—	—	С 15 июня по 15 сентября (3 мес)	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 15 сентября по 31 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	—	С 1 ноября по 30 апреля (6 мес)
Чукотский автономный округ	—	—	—	С 15 июня по 31 августа (2,5 мес)	—	С 1 мая по 15 июня (1,5 мес) / с 1 сентября по 15 октября (1,5 мес) ⇒	—	—	—	С 15 октября по 30 апреля (6,5 мес)
Острова Северного Ледовитого океана и морей	—	—	—	—	С 15 июля по 31 августа (1,5 мес)	—	С 1 июня по 15 июля (1,5 мес) / с 1 сентября по 31 октября (2 мес)	—	С 1 ноября по 31 мая (7 мес) ⇒	—

Знаки => и <=& обозначают, что рекомендуется применять топливо другого сорта или класса в случаях устойчивых среднесуточных повышенных или пониженных температур.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Л** **(Классификация моторных масел)**

### **ТРЕБОВАНИЯ, КЛАССИФИКАЦИИ, СИСТЕМЫ ОБОЗНАЧЕНИЙ МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

#### **Требования, предъявляемые к современным моторным маслам**

Общими тенденциями развития двигателестроения являются: увеличение соотношения мощности к объёму двигателя (далее – «литровая мощность»), повышение его экономичности и надежности, улучшение пусковых свойств, уменьшение массогабаритных показателей. Решение любой из этих проблем тесно связано с вопросами применения моторных масел. Для обеспечения надежной работы двигателей, применяемые в них масла должны обладать определенными эксплуатационными свойствами.

Надежность работы двигателя во многом определяется выбором масла с оптимальной вязкостью. В широком диапазоне условий эксплуатации наиболее эффективны масла с пологой вязкостно-температурной характеристикой (т. е. масла, вязкость которых в наименьшей степени меняется при изменении температуры масла).

Для обеспечения минимального износа деталей двигателя лучше использовать масла большей вязкости. Однако чрезмерное повышение вязкости увеличивает потери на трении, а это ведет к повышенному расходу топлива. Снижение исходной вязкости, как правило, улучшает прокачиваемость масел при низких температурах, которая характеризует способность масла своевременно поступать к местам смазки при пуске двигателя. Чем лучше прокачиваемость, тем ниже износ деталей двигателя при пуске и выше его КПД за счет уменьшения расхода топлива. Поэтому конструкторы стремятся к выбору оптимальной величины вязкости масла в зависимости от типа двигателя и условий его эксплуатации.

В целях облегчения веса двигателя конструкторы прибегают к уменьшению емкости систем смазки, а это приводит к возрастанию кратности циркуляции масла и интенсификации его окисления. Эффективное снижение скорости образования нагаров и лаков в системе смазки двигателя возможно только в том случае, если масло обладает достаточно высокими моюще-диспергирующими и антиокислительными свойствами.

Для увеличения надежности и обеспечения высокого ресурса работы двигателя необходимо, чтобы моторные масла имели высокий уровень противоизносных и противозадирных свойств.

Для снижения коррозионного износа деталей цилиндропоршневой группы и вкладышей коленчатого вала, вызываемого кислотными продуктами сгорания топлива, моторные масла должны обладать нейтрализующим действием.

Требования к маслу определяются не только типом двигателя, конструктивными особенностями агрегатов, но и условиями эксплуатации, а также качеством топлива. Так, при работе на непрогретом двигателе и (или) некачественном топливе в результате неполного сгорания топлива происходит попадание продуктов неполного сгорания в картер с последующим окислением и загрязнением масла. В результате этого в условиях конденсации влаги в картере двигателя может значительно повы-



шаться интенсивность образования низкотемпературных отложений (шлама). Предотвратить шламообразование в картере двигателя можно за счет применения масел с высокими диспергирующими свойствами.

Надежность двигателей в значительной степени зависит от способности моторных масел сохранять свои эксплуатационные свойства при обводнении. Это особенно характерно для масел, используемых в судовых дизелях.

Современные масла должны сохранять эксплуатационные свойства длительное время (от 500 до 2 000 моточасов работы двигателя, примерно 12–45 тыс. км пробега). Срок смены масел должен быть увязан со сроками смены фильтрующих элементов и режимами технического обслуживания автомобилей. При этом должен обеспечиваться низкий расход масла на угар.

Условия работы масел в двигателях различных типов и конструкций могут сильно различаться, что затрудняет выбор масла для конкретного двигателя. Для облегчения выбора масел с учетом условий эксплуатации и особенностей техники разработаны их классификации.


Основными путями повышения «литровой мощности» в современных и перспективных двигателях являются: повышение степени сжатия в цилиндрах двигателя, оптимизация состава топливно-воздушной смеси (например, прямой впрыск топлива под высоким давлением) и введение наддува воздуха. Однако это приводит к росту тепловых и механических нагрузок на детали двигателя, условия работы масла существенно ужесточаются. Интенсивный контакт масла с прорывающимися в картер газами увеличивает скорость его окисления. Воздействие горячих газов и нагретых поверхностей на пленку масла на деталях цилиндропоршневой группы приводит к образованию высокотемпературных углеродистых отложений (нагаров и лаков). Закоксовывание поршневых канавок может привести к уменьшению подвижности поршневых колец, повышенному износу и задиру поверхности гильзы цилиндра, а в конечном итоге – к поломке поршневых колец с потерей компрессии двигателя.

Классификации и системы обозначений моторных масел


В основу отечественной системы обозначений моторных масел, предусмотренной ГОСТ 17479.1-85, положены сведения о принадлежности масла к одному из классов вязкости и группе эксплуатационных свойств.

### **Классификация моторных масел по вязкости**

Вязкость – важнейшая характеристика моторного масла. Российский ГОСТ 17479.1 разделяет масла в зависимости от величины кинематической вязкости при различных температурах на следующие вязкостные классы:

 **летние масла**  
8\*, 10, 12, 14, 16, 20, 24

 **зимние масла**  
3з, 4з, 5з, 6з, 6, 8\*

 **всесезонные масла**  
обозначаются дробным индексом  
(например, 5з/12, 6з/14 и т. д.)

Для всех сортов нормируются пределы кинематической вязкости при 100°C, а для зимних и всесезонных сортов дополнительно нормируется величина кинематической вязкости при –18°C\*\* (табл. 1).

Для всесезонных масел цифра в числителе характеризует зимний класс, а в знаменателе – летний; буква «з» указывает на то, что масло – загущенное, т. е. содержит загущающую (вязкостную) присадку. Так, всесезонное масло класса вязкости 5з/12 по кинематической вязкости при 100°C соответствует летнему маслу класса 12, а при –18°C – зимнему маслу класса 5з.

Таблица 1.

Класс вязкости по ГОСТ 17479.1-85	Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при температуре		
	+ 100°C		– 18°C
	не менее	не более	не более
3з	3,8	–	1250
4з	4,1	–	2600
5з	5,6	–	6000
6з	5,6	–	10 400
6	5,6	7,0	–
8	7,0	9,3	–
10	9,3	11,5	–
12	11,5	12,5	–
14	12,5	14,5	–
16	14,5	16,3	–
20	16,3	21,9	–
24	21,9	26,1	–
3з/8	7,0	9,5	1250
4з/6	5,6	7,0	2600
4з/8	7,0	9,3	2600
4з/10	9,3	11,5	2600
5з/10	9,3	11,5	6000
5з/12	11,5	12,5	6000
5з/14	12,5	14,5	6000
6з/10	9,3	11,5	10 400
6з/12	11,5	12,5	10 400
6з/14	12,5	14,5	10 400
6з/16	14,5	16,3	10 400

\* Масло класса 8 нередко используют как в летний, так и в зимний период эксплуатации.

\*\* По ГОСТ 51634-2000 допускается взамен кинематической вязкости при минус 18 нормировать кажущуюся (динамическую) вязкость при отрицательных температурах.

### Международная классификация моторных масел по вязкости SAE J-300 DEC 99

В большинстве развитых стран мира общепринятой служит классификация моторных масел по вязкости, установленная SAE (Американским обществом автомобильных инженеров) в стандарте SAE J-300 DEC 99 и введенная в действие с августа 2001 г. (табл.2).

Данная классификация содержит 11 классов:



**6 зимних**

0w, 5w, 10w, 15w, 20w, 25w

(w – winter, зима)



**5 летних**

20, 30, 40, 50, 60.

Таблица 2.

Класс вязкости	Низкотемпературная (динамическая) вязкость		Высокотемпературная вязкость		
	Проворачивание по методу ASTM D 5293 (вискозиметр CCS, имитация холодного пуска), мПа·с	Прокачиваемость по методу ASTM D 4684 (вискозиметр MRV) кинематическая при 100°С, мПа·с	кинематическая при 100°С (по методу ASTM D 445), мм <sup>2</sup> /с		динамическая при 150°С и скорости сдвига 106 с <sup>-1</sup> по методу ASTM D 4683 или SEC L-36-A-90, на коническом имитаторе подшипника, мПа·с
	максимальная вязкость, при температуре		min	max	min
0w	6200 при -35°С	60 000 при -40°С	3,8	-	-
5w	6600 при -30°С	60 000 при -35°С	3,8	-	-
10w	7000 при -25°С	60 000 при -30°С	4,1	-	-
15w	7000 при -20°С	60 000 при -25°С	5,6	-	-
20w	9500 при -15°С	60 000 при -20°С	5,6	-	-
25w	13 000 при -10°С	60 000 при -15°С	9,3	-	-
20	-	-	5,6	9,3	2,6
30	-	-	9,3	12,5	2,9
40	-	-	12,5	16,3	2,9*
40	-	-	12,5	16,3	3,7**
50	-	-	16,3	21,9	3,7
60	-	-	21,9	26,1	3,7

\* Для классов SAE 0w-40, 5w-40, 10w-40. \*\* Для классов SAE 40, 15w-40, 20w-40, 25w-40.

Всесезонные масла имеют двойное обозначение через дефис, причем первым указывается зимний (с индексом w) класс, а вторым – летний, например SAE 5w-40, SAE 10w-30 и т. д. Зимние масла характеризуют два максимальных значения динамической (в отличие от кинематической для ГОСТа) вязкости и нижний предел кинематической вязкости при 100°С. Летние масла характеризуют пределы кинематической вязкости при 100°С, а также минимальное значение динамической высокотемпературной (при 150°С) вязкости при градиенте скорости сдвига 106с<sup>-1</sup>.

В обеих Вязкостных классификациях (ГОСТ, SAE) чем меньше цифра в числителе с индексом «з» (ГОСТ) или перед буквой «w» (SAE), тем меньше вязкость масла при низкой температуре и соответственно легче холодный пуск двигателя. Чем больше цифра, стоящая в знаменателе (ГОСТ) или после дефиса (SAE), тем больше вязкость масла при высокой температуре и надежнее смазывание двигателя в летнюю жару.

В таблице 3 приведено примерное соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 классам вязкости по SAE J-300.

Таблица 3. Примерное соотношение классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 классам вязкости по SAE J-300

Класс вязкости		Класс вязкости	
по ГОСТ 17479.1-85	по SAE J-300	по ГОСТ 17479.1-85	по SAE J-300
3з	5w	24	60
4з	10w	3з/8	5w-20
5з	15w	4з/6	10w-20
6з	20w	4з/8	
6	20	4з/10	10w-30
8		5з/10	15w-30
10		5з/12	
12	30	5з/14	15w-40
14		6з/12	20w-30
16	40	6з/14	20w-40
20		6з/16	

## Классификация моторных масел по уровню эксплуатационных свойств

Согласно ГОСТ 17479.1 моторные масла российского производства по уровню эксплуатационных свойств разделены на 6 групп, обозначаемых первыми шестью буквами русского алфавита и цифровыми индексами (табл. 4). Чем дальше от начала алфавита отстоит буква в маркировке моторного масла, тем выше уровень его качества.

Соответствие масел той или иной группе устанавливается на основании результатов моторных и лабораторных испытаний, включенных в Комплексы методов квалификационной оценки (КМКО) и утвержденных Госстандартом РФ. Индексом «1» маркируются масла, предназначенные для эксплуатации бензиновых двигателей, индексом «2» – для эксплуатации дизелей. Универсальные масла, предназначенные для эксплуатации в обоих типах двигателей, цифрового индекса не имеют.

В случае соответствия масла сразу нескольким эксплуатационным классам, они указываются друг за другом в порядке возрастания требований к качеству. Последним в маркировке моторного масла (в случае необходимости) стоит буквенно-цифровой индекс, характеризующий особенности применения данного конкретного масла.

### Группы эксплуатационных свойств моторных масел по ГОСТ 17479.1-85

Таблица 4.

<b>А</b>	Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
<b>Б<sub>1</sub></b>	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
<b>Б<sub>2</sub></b>	Малофорсированные дизели
<b>В<sub>1</sub></b>	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
<b>В<sub>2</sub></b>	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным и противоизносным свойствам масел, а также к их склонности к образованию высокотемпературных отложений
<b>Г<sub>1</sub></b>	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
<b>Г<sub>2</sub></b>	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
<b>Д<sub>1</sub></b>	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Г <sub>1</sub>
<b>Д<sub>2</sub></b>	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или если применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
<b>Е<sub>1</sub></b>	Высокофорсированные бензиновые и дизельные двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Д <sub>1</sub> и Д <sub>2</sub>
<b>Е<sub>2</sub></b>	Отличаются повышенной диспергирующей способностью, лучшими противоизносными свойствами

## Международная классификация моторных масел API

Наиболее известной международной классификацией моторных масел по областям применения и уровню эксплуатационных свойств является классификация API (Американского института нефти). Со времени введения (1947 г.) данная классификация неоднократно дополнялась, однако присущий ей принцип деления масел на 2 категории (S и C) сохранился до настоящего времени.

В данной системе классификации моторные масла маркируются двухбуквенным индексом. Первая буква означает категорию: к категории «S» (Service) относятся масла для 4-тактных бензиновых двигателей, к категории «C» (Commercial) - масла, предназначенные для дизелей автомобильного транспорта, внедорожной строительной и сельскохозяйственной техники. Универсальными называют масла, которые могут применяться для смазывания бензиновых и дизельных двигателей. Второй буквой является показатель группы масла по уровню эксплуатационных свойств. Чем дальше от начала латинского алфавита расположена буква, тем выше уровень эксплуатационных свойств моторного масла.

Таблица 5. API - для бензиновых двигателей

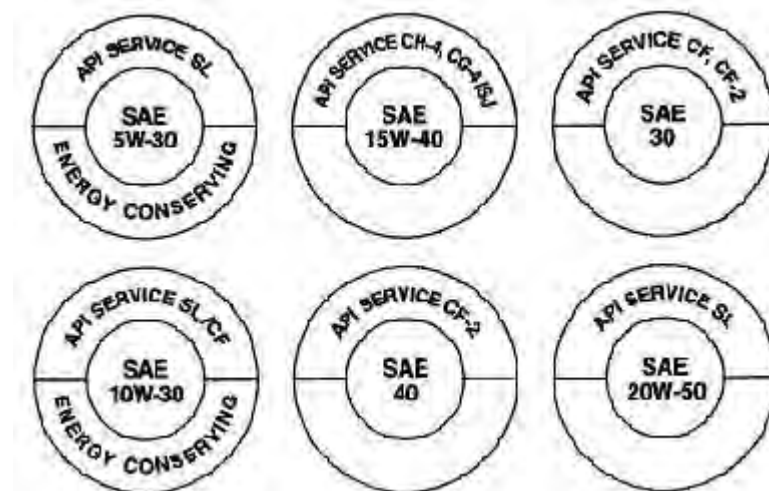
<b>SA</b>	Двигатели, работающие в легких условиях, используется только по требованию производителя.
<b>SB</b>	Двигатели, работающие при умеренных нагрузках, используется только по требованию производителя.
<b>SC</b>	Двигатели, работающие с повышенными нагрузками (Годы выпуска автомобилей 1964-1967).
<b>SD</b>	Среднефорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях (Годы выпуска автомобилей 1968-1971).
<b>SE</b>	Высокофорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях (Годы выпуска автомобилей 1972-1979).
<b>SF</b>	Масла данной категории предназначены для двигателей моделей 1988 года и старше, питаемых этилированным бензином. Они имеют более эффективные, чем предыдущие категории, противоокислительные, противоизносные, антикоррозийные свойства и обладают меньшей склонностью к образованию высоко- и низкотемпературных отложений и шлака.
<b>SG</b>	Масла предназначены для двигателей моделей 1993 года и старше, работающих на неэтилированном бензине с оксигенатами. Удовлетворяют требованиям, выдвигаемым к маслам для дизельных двигателей категории API CC и CD. Имеют более высокую термическую и противоокислительную стабильность, улучшенные противоизносные свойства, уменьшенную склонность к образованию отложений и шлама. Выдача лицензий прекращена в конце 1995 года.
<b>SH</b>	Высокофорсированные перспективные автомобили с высоким турбонаддувом (Годы выпуска автомобилей до 1996). Масла данной категории предназначены для бензиновых двигателей моделей 1996 года и старше. На сегодняшний день категория является условно действующей и может быть сертифицирована только как дополнительная к категориям API C.
<b>SJ</b>	Для всех используемых моделей (1996г.). Категория утверждена 06.11.1995, лицензии стали выдаваться с 15.10.1996. Масла данной категории предназначены для всех используемых в настоящее время бензиновых двигателей и полностью заменяют масла всех существовавших ранее категорий в более старых моделях двигателей. Максимальный уровень эксплуатационных свойств. Возможность сертификации по категории энергосбережения API SJ/EC.
<b>SL</b>	Для автомобилей 2004 года или раньше. Отличаются стабильностью энергосберегающих свойств, пониженной летучестью, удлиненными интервалами замены. API планировал разработать проект PS-06 как следующую категорию API SK, но один из поставщиков моторных масел в Корее использует сокращение "SK" как часть своего корпоративного имени. Для исключения возможной путаницы буква "K" пропускается для следующей категории "S".
<b>SM</b>	Для всех автомобилей находящихся в наст. время в эксплуатации. Введен 30 ноября 2004. Обладает улучшенными свойствами против окисления, формирования отложений, защиты от износа и эксплуатации при низких температурах в течение всего срока службы масла. Некоторые масла из этой категории могут также соответствовать последним спецификациям ILSAC и/или квалифицироваться как энергосберегающие.
<b>EC</b>	Энергосберегающие масла.

Продолжение таблицы 5. API - для дизельных двигателей

<b>CB</b>	Среднефорсированные двигатели без наддува, работающие при повышенных нагрузках на сернистом топливе.
<b>CC</b>	Высокофорсированные двигатели (в том числе с умеренным наддувом), работающие в тяжелых условиях. Масла для дизельных двигателей без наддува. Допускается применение для двигателей с турбонаддувом, работающих в легком или среднем режиме и для бензиновых двигателей большой мощности. Масла данной категории содержат антикоррозийные присадки и присадки, предотвращающие образование высоко- и низкотемпературных отложений.
<b>CD</b>	Высокофорсированные двигатели с высоким наддувом, работающие в тяжелых условиях на высокосернистом топливе. Типичная категория масел для дизельных двигателей с турбонаддувом и без, для которых требуется эффективный контроль за накоплением продуктов износа. Допускается применение топлива с повышенным содержанием серы. Масла содержат присадки предотвращающие образование высокотемпературных отложений и предохраняющие подшипники от коррозии.
<b>CD+</b>	Категория создана для удовлетворения требованиям японских автопроизводителей. Масла обладают повышенной устойчивостью к окислению, загущению (под влиянием накопления сажи) и повышенной защитой клапанного механизма от износа.
<b>CE</b>	Высокофорсированные перспективные двигатели с высоким турбонаддувом, работающие в тяжелых условиях. Масла предназначены для форсированных и мощных дизельных двигателей с турбонаддувом и без, работающих как при малых оборотах и больших нагрузках, так и при больших оборотах и больших нагрузках.
<b>CF</b>	Категория введена в 1994 году. Масла предназначены для внедорожной техники, для двигателей с распределенным впрыском, включая двигатели работающие на топливе с содержанием серы более 0,5% масс. Масла данной категории эффективно подавляют образование нагара на поршнях и коррозию медных сплавов подшипников.
<b>CF-4</b>	Введена в 1990 году. Для высокоскоростных, четырехтактных двигателей с турбонаддувом. Масла предназначены для высокоскоростных мощных четырехтактных дизельных двигателей с турбонаддувом и без него. Отвечают всем требованиям качества категории API CE и, кроме того, обладают меньшим расходом на угар и меньшей склонностью к нагарообразованию на поршнях. Отвечают повышенным требованиям по токсичности отработанных газов.
<b>CG-4</b>	Введена в 1995 году. Масла предназначены для высоконагруженных, высокоскоростных, четырехтактных дизельных двигателей грузовых автомобилей магистрального типа использующих топливо с содержанием серы менее 0,05% масс. и немагистрального типа (содержание серы может достигать 0,5% масс.). Эффективно подавляют образование высокотемпературного нагара на поршнях, износ, пенообразование, окисление, образование сажи (эти свойства необходимы для двигателей новых магистральных тягачей и автобусов). Категория создана для удовлетворения требованиям стандартов США по токсичности отработанных газов (редакция 1994 года). Основным недостатком, ограничивающим применение масел данной категории в мире, является относительно большая зависимость ресурса масла от качества применяемого топлива
<b>CH-4</b>	Введена в 1998 году. Масла данной категории предназначены для высокоскоростных, четырехтактных двигателей выполняющих требования жестких стандартов 1998 года по токсичности отработанных газов. Отвечают высочайшим требованиям не только американских, но и европейских производителей дизельных двигателей. Специально сформулированы для применения в двигателях, использующих топливо с содержанием серы до 0,5% масс. В отличие от категории API CG-4, допускается применение дизельного топлива с содержанием серы более 0,5%, что является важным преимуществом в странах, в которых распространены высокосернистые топлива (Южная Америка, Азия, Африка). Масла удовлетворяют повышенным требованиям по уменьшению износа клапанов и уменьшению образования нагара.
<b>CI-4</b>	Введен в 2002. Для высокоскоростных 4-тактных двигателей разработанных в соответствии с требованиями стандарта 2002 года по эмиссии выхлопных газов. Для двигателей с рециркуляцией выхлопных газов. Для использования с топливами с < 0.5% серы.
<b>CJ-4</b>	Введена в 2006. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, проектируемых для удовлетворения норм по токсичности отработанных газов 2007 года на магистральных дорогах. Масла CJ-4 допускают использование топлива с содержанием серы вплоть до 500 ppт (0,05% от массы). Однако работа с топливом, в котором содержание серы превышает 15 ppт (0,0015% от массы), может сказаться на работоспособности систем очистки выхлопных газов и/или интервалах замены масла. Масла CJ-4 рекомендованы для двигателей, оборудованных дизельными сажевыми фильтрами и другими системами обработки выхлопных газов. Масла со спецификацией CJ-4 превышают рабочие свойства CI-4, CI-4 Plus, CH-4, CG-4, CF-4 и могут применяться в двигателях, которым рекомендуются масла этих классов.

## Знаки API

Масла, соответствующие требованиям действующих категорий качества и прошедшие официальные испытания API - SAE, имеют на своих этикетках графический круглый знак (donut mark) - "API символ обслуживания" (API Service Symbol), в котором указаны степень вязкости по SAE, категория качества и назначения по API и возможная степень энергосбережения.



Новейшие категории масел сертифицированные API, в случае соответствия требованиям ILSAC, обозначаются "Символом Свидетельства сертификации API" (API Certification Mark), так называемым знаком "Звездного взрыва" ("Starburst"). Этот знак может присваиваться только энергосберегающим, легкотекучим маслам наивысшего уровня качества, с вязкостями SAE 0W-..., 5W-... и 10W-... . Система требований к маслам серии ILSAC GF является составной частью системы API Обеспечения Качества Американских Масел (EOLCS).

Системы API - ILSAC предназначены для удовлетворения требований к маслам, используемым в двигателях американских и японских автомобилей. Требования европейских автопроизводителей несколько отличаются по причине конструктивных особенностей европейских двигателей. Несмотря на это, большинство моторных масел, поступающих на европейский рынок, маркируются знаками соответствия категориям качества API и, в редких случаях, даже "Символом Обслуживания API" (API Service Symbol).



Figure 2. ILSAC Symbol (Starburst)

## Международная классификация моторных масел ILSAC

Американская ассоциация производителей автомобилей (ААМА) и Японская ассоциация производителей автомобилей (JAMA) совместно создали Международный комитет по стандартизации и апробации моторных масел (ILSAC - International Lubricant Standardization and Approval Committee). От имени этого комитета издаются стандарты качества масел для бензиновых двигателей легковых автомобилей: ILSAC GF-1, ILSAC GF-2, ILSAC GF-3, ILSAC GF-4 и ILSAC GF-5.

Категория ILSAC	Описание
GF-1 Устарела	Соответствует требованиям качества классификации API SH; классы вязкости SAE 0W-XX, SAE 5W-XX, SAE 10W-XX; где XX - 30, 40, 50, 60
GF-2 Введена в 1996 году	Соответствует требованиям качества по классификации API SJ, классы вязкости: дополнительно к GF-1 - SAE 0W-20, 5W-20
GF-3 Введена в 2001 году	Соответствует классификации API SL. Отличается от GF-2 и API SJ существенно лучшими антиокислительными и противоизносными свойствами, а также меньшей испаряемостью. Требования к классам ILSAC GF-3 и API SL во многом совпадают, но масла класса GF-3 обязательно являются энергосберегающими.
GF-4 Введена в 2004 году	Соответствует классификации API SM с обязательными энергосберегающими свойствами. Классы вязкости SAE 0W-20, 5W-20, 0W-30, 5W-30 и 10W-30. Отличается от категории GF-3 более высокой стойкостью к окислению, улучшенными моющими свойствами и меньшей склонностью к образованию отложений. Кроме того, масла должны быть совместимыми с каталитическими системами восстановления отработанных газов.
GF-5 Введена в 2010 году	Соответствует требованиям классификации API SM с более жесткими требованиями к экономии топлива, совместимости с каталитическими системами, испаряемости, моющим свойствам, стойкости к образованию отложений. Вводятся новые требования по защите систем турбонаддува от образования отложений и совместимости с эластомерами.

### Основные отличия масел категории ILSAC:

- динамическая вязкость при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) от 2,6 до 2,9 мПа.с;
- малая летучесть (по NOACK или ASTM);
- хорошая фильтруемость при низких температурах (испытание General Motors);
- низкая склонность к пенообразованию (испытание ASTM D892/D6082 Sequence I-IV);
- обязательная экономия топлива (испытание ASTM, Sequence VIA);
- малое содержание фосфора (для предотвращения засорения катализатора).

### ACEA (Европейская ассоциация автомобильных производителей)

Ассоциация Европейских Производителей Автомобилей ACEA (Association des Constructeurs Europeens de L'Automobile), представляет интересы 15 европейских производителей легковых и грузовых автомобилей и автобусов на уровне ЕС. Эта классификация устанавливает новую, более жесткую по сравнению с ССМС, европейскую классификацию моторных масел по эксплуатационным свойствам.



Ассоциация ACEA организована в Европе в 1991 году с головным офисом в Брюсселе, включающим Генерального секретаря и Секретариат. В 1995 и 2004 годах ACEA открыла дополнительные офисы в Токио и Пекине.

Совет директоров состоит из топ-менеджеров компаний-автопроизводители, членов Ассоциации, таких как BMW GROUP, PORSCHE AG, DAF TRUCKS NV, PSA PEUGEOT CITROËN, DAIMLER AG, RENAULT SA, FIAT S.p.A, SCANIA AB, FORD OF EUROPE GmbH, TOYOTA MOTOR EUROPE, GENERAL MOTORS EUROPE AG, VOLKSWAGEN AG, JAGUAR LAND ROVER, AB VOLVO, MAN NUTZFAHRZEUGE AG.

Классификация масел ACEA принята в 1991 г. взамен существовавшей ранее с 1972 года CCMC. Классификация по ACEA сформулировала единые требования к моторным маслам со стороны ведущих европейских автомобильных фирм. В отличие от API, спецификация ACEA наиболее полно учитывает конструктивные особенности европейских двигателей и режимы их эксплуатации в европейских условиях. Её требования по отдельным тестам значительно превышают требования API. Предпочтение следует отдавать маркам масел, прошедшим испытания в ACEA и получившим соответствующий класс качества по этой спецификации.

Требования европейских стандартов к качеству моторных масел являются более строгими, чем американских. В Европе условия эксплуатации и конструкция двигателей отличаются от американских:

- более высокой степенью форсирования и максимальными оборотами;
- меньшей массой двигателей;
- большей удельной мощностью;
- большими допустимыми скоростями передвижения;
- более тяжелыми городскими режимами.

Стандарты ACEA делятся на классы:

**A** - для бензиновых двигателей;

**B** - для дизельных двигателей легковых автомобилей;

**C** - для бензиновых двигателей и дизелей, оснащенных нейтрализаторами отработавших газов;

**E** - для дизельных двигателей грузовых автомобилей.

В каждом классе существует несколько категорий в зависимости от рабочих характеристик; эти категории обозначаются арабскими цифрами (1, 2, 3, и т.д.):

**1** - энергосберегающие масла (масла классов A1, B1; эта спецификация узаконивает символ "FUEL Economy" (экономия горючего) для смазочных материалов. Экономия горючего должна быть, как минимум, 2,5 % по отношению к минеральному маслу вязкостью 15W40);

**2** - масла широкого потребления;

**3** - масла повышенного качества; продленный срок замены

**4** - масла для двигателей с прямым впрыском.

**5** - новейшая категория для двигателей, требующих использование масел с наиболее высоким уровнем эксплуатационных свойств и максимально увеличенными интервалами замены, обладающих минимальной высокотемпературной вязкостью в условиях высоких скоростей сдвига (2,9 - 3,5 мПа.с), благодаря чему достигается высокая степень экономии топлива (эти масла могут не подходить для неко-

торых двигателей). Чем выше цифра, тем выше требования к маслам (исключения для классов А1 и В1). Повышение качества моторных масел достигается в основном повышением концентрации присадок и в некоторых случаях - изменением качества базового масла. Наличие номера выпуска указывает на то, что при сертификации масел данной категории использован новый метод испытаний, но требования к их эксплуатационным свойствам не ужесточены.

**Аналогично классификации API классификация ACEA постоянно уточняется и дополняется, выходя в новой редакции (таблица 6).**

**Таблица 6. Этапы развития классификации ACEA**

Классы моторных масел	Категории моторных масел и их назначение и год их введения			
	ACEA 1996	ACEA 1998	ACEA 1999	ACEA 2002
А — для бензиновых двигателей легковых автомобилей	A1-96	A1-98	A1-98	A1-02
	A2-96	A2-96 выпуск 2	A2-96 выпуск 2	A2-96 выпуск 3
	A3-96	A3-98	A3-98	A3-02
	-	-	-	A4-nn (резерв)
	-	-	-	A5-02
В — для дизелей легковых автомобилей	B1-96	B1-98	B1-98	B1-02
	B2-96	B2-98	B2-98	B2-98 выпуск 2
	B3-96	B3-98	B3-98	B3-98 выпуск 2
	-	B4-98	B4-98	B4-02
	-	-	-	B5-02
Е — для дизелей грузовых автомобилей	E1-96	E1-96 выпуск 2	E1-96 выпуск 2	исключен
	E2-96	E2-96 выпуск 2	E2-96 выпуск 3	E2-96 выпуск 4
	E3-96	E3-96 выпуск 2	E3-96 выпуск 3	E3-96 выпуск 4
	E4-99	E4-99 выпуск 2	E4-99 выпуск 2	E4-99 выпуск 2
	-	-	E5-99	E5-02

### ACEA 2004

Последняя редакция классификации ACEA введена в действие с 1 ноября 2004 г. Она существенно отличается от предыдущих тем, что в ней учтены не только требования Евро 1, Евро 2, Евро 3 к автомобилям по токсичности отработавших газов, но и новые требования -Евро 4. Она отличается меньшим количеством категорий моторных масел — теперь их только 11, разделенных на три класса:

- **А/В** — масла для бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей, микроавтобусов и легких грузовиков;

- **С** — масла совместимые с нейтрализаторами отработавших газов;

- **Е** — масла для мощных дизелей грузовых автомобилей.

Бывшие классы “А” и “В” объединены в общий класс А/В, включающий в себя четыре категории универсальных моторных масел:

- **А1/В1** и **А5/В5** — отличаются высокими энергосберегающими свойствами;

- **А3/В3** — с увеличенным сроком замены;

- **А3/В4** — для двигателей с непосредственным впрыском топлива.

Введен новый класс “С”, включающий три категории универсальных моторных масел с составами, обеспечивающими их совместимость с нейтрализаторами отработавших газов. Они предназначены для двигателей легковых автомобилей и легких грузовиков, оснащенных каталитическими трехкомпонентными нейтрализаторами (бензиновые двигатели) и сажевыми фильтрами (дизели).

- По уровню эксплуатационных свойств масла класса “С” эквивалентны универсальным маслам категории **А3/В5**.

•Масла категории **C1** и **C2** имеют малую вязкость и повышенные энергосберегающие свойства.

**Таблица 7. Классификация моторных масел ACEA 2004 года**

Класс ACEA	Категория ACEA	Свойства и область применения
<b>A/B</b> (для бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей и легких грузовиков)	<b>A1/B1</b>	Масла с особо низкой вязкостью, при высоких температурах и большим градиентом сдвига экономят расход топлива и не теряют стабильные смазывающие свойства. Применяются только в тех случаях, если это специально рекомендовано производителем двигателя.
	<b>A3/B3</b>	Масла с высокими эксплуатационными характеристиками. Используются главным образом в высокофорсированных бензиновых двигателях и в дизельных двигателях легковых автомобилей и легких грузовиков с промежуточным (не прямым) впрыском, работающие в тяжелых условиях с увеличенными интервалами замены моторного масла.
	<b>A3/B4</b>	Масла с высокими эксплуатационными характеристиками, пригодны при более длительных интервалах смены масла. Преимущественно используются в высокофорсированных бензиновых двигателях и в дизельных двигателях легковых автомобилей и легких грузовиков с непосредственным впрыском топлива, если для них рекомендованы масла данного качества. По назначению соответствуют моторным маслам категории A3/B3.
	<b>A5/B5</b>	Масла с высочайшими эксплуатационными свойствами, с сверхдлинным интервалом замены, с достаточно высокой степенью экономии топлива. Используются в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легковых автомобилей и легких грузовиков, специально сконструированных для использования энергосберегающих, маловязких при высокой температуре масел. Предназначены для использования при увеличенных интервалах замены моторного масла**. Эти масла могут не подходить для некоторых двигателей.

Класс ACEA	Категория ACEA	Свойства и область применения
<b>C</b> (для бензиновых двигателей и дизелей, оснащенных нейтрализаторами отработавших газов)	<b>C1</b>	Совместимы с нейтрализаторами отработавших газов, сажевыми фильтрами и трехкомпонентными нейтрализаторами отработавших газов. Относятся к маловязким энергосберегающим маслам. Имеют пониженное содержание фосфора, серы и низкую сульфатную зольность. Увеличивают срок службы сажевых фильтров и нейтрализаторов, обеспечивают улучшение топливной экономичности автомобилей**.
	<b>C2</b>	Высокофорсированные бензиновые двигатели и дизели легковых автомобилей и легких грузовиков, специально сконструированные для использования маловязких энергосберегающих масел. Совместимы с нейтрализаторами отработавших газов, сажевыми фильтрами и трехкомпонентными нейтрализаторами, увеличивают их срок службы, обеспечивают повышение топливной экономичности автомобилей**.
	<b>C3</b>	Совместимы с нейтрализаторами отработавших газов, сажевыми фильтрами и трехкомпонентными нейтрализаторами, увеличивают их срок службы.
<b>E</b> (для мощных дизелей грузовых автомобилей с тяжелыми условиями эксплуатации)	<b>E2</b>	Используются в дизельных двигателях с турбонаддувом и без него, работающие в средних и тяжелых условиях, с обычными интервалами замены моторного масла.
	<b>E4</b>	Используются в высокооборотных дизельных двигателях, соответствующих экологическим нормам Евро 1, Евро 2, Евро 3, Евро 4 и работающих в тяжелых условиях с увеличенными интервалами замены моторного масла. Также рекомендуются для дизельных двигателей с турбонаддувом, снабженных системой снижения оксидов азота*** и автомобилей без сажевых фильтров. Обеспечивают малый износ деталей двигателя, защиту от образования сажи и обладают стабильностью свойств.
	<b>E6</b>	Используются в высокооборотных дизельных двигателях, соответствующих экологическим нормам Евро 1, Евро 2, Евро 3, Евро 4 и работающих в тяжелых условиях с увеличенными интервалами замены моторного масла. Также рекомендуются для дизельных двигателей с турбонаддувом, с сажевыми фильтрами или без них, при работе на дизельном топливе с содержанием серы не более 0,005%***. Обеспечивают малый износ деталей двигателя, защиту от образования сажи и обладают стабильностью свойств.
	<b>E7</b>	Используются в высокооборотных дизельных двигателях, соответствующих экологическим нормам Евро 1, Евро 2, Евро 3, Евро 4 и работающих в тяжелых условиях с увеличенными интервалами замены моторного масла. Также рекомендуются для дизельных двигателей с турбонаддувом, без сажевых фильтров, с системой рециркуляции отработавших газов, оснащенных системой снижения выброса оксидов азота***. Обеспечивают малый износ деталей двигателя, защиту от образования сажи и обладают стабильностью свойств. Снижают нагарообразование в турбокомпрессоре.

### Примечание.

\*Все моторные масла, за исключением категории А1/В1, являются стойкими к деструкции — разрушению в процессе работы на двигателе молекул полимеров загустителя, входящего в их состав.

\*\*В некоторых случаях могут не обеспечивать надежного смазывания двигателя, поэтому для определения возможности использования конкретного типа масла следует руководствоваться инструкцией по эксплуатации или справочниками.

\*\*\*Рекомендации по применению этих масел могут отличаться у различных производителей двигателей, поэтому следует руководствоваться инструкцией по эксплуатации или справочниками.

•В классе “Е” сохранена категория **Е2** (рядовые масла для дизелей с турбонаддувом и без него), а также категория **Е4** (для высокооборотных дизелей, соответствующих нормам от Евро 1 до Евро 4 с увеличенным периодом замены масла при работе в наиболее жестких условиях эксплуатации).

Исключены категории **Е3** и **Е5** и введены две новые категории масел — **Е6** и **Е7** (для дизелей с турбонаддувом, соответствующих нормам от Евро 1 до Евро 4). Эти масла отличаются тем, что могут использоваться в автомобилях, имеющих сажевые фильтры и нейтрализаторы, уменьшающие количество оксидов азота, оксида углерода и углеводородов в отработавших газах.

В декабре 2008 года АСЕА ввела обновленную и самую актуальную на сегодня классификацию моторных масел "АСЕА 2008 European Oil Sequences for Service-Fill Oils", в которой появились новые классы С4 и Е9, а также внесены коррективы по требованиям к маслам антиокислительной стабильности и элементному составу масел в связи с энергосбережением и экологической политикой.

Классификация «АСЕА 2004» действовала параллельно с «АСЕА 2008» до 22 декабря 2010 года.

Современная классификация "АСЕА 2008" состоит из трех классов по типу двигателей: А, В и Е (соответственно бензиновые, легкие дизельные и тяжело нагруженные дизельные двигатели). Каждый класс подразделяется на **категории** различного уровня эксплуатационных свойств:

- Четыре для бензиновых и легких дизельных двигателей (А1/В1, А3/В3, А3/В4, А5/В5);

- Четыре специально для бензиновых и легких дизельных двигателей, оборудованных каталитическими системами доочистки (С1, С2, С3, С4);

- Четыре для тяжело нагруженных дизельных двигателей (Е4, Е6, Е7, Е9).

Далее указывается год введения в действие категории, а также по необходимости номер издания если были обновлены технические требования.

**Таблица 8. Классификация моторных масел ACEA 2008 года**

<b>ACEA 2008 European Oil Sequences for Service-Fill Oils</b>	
<b>A/B: моторные масла для бензиновых двигателей и дизелей легковых автомобилей, фургонов, микроавтобусов</b>	
<b>A1/B1</b>	Стойкие к механической деструкции масла, предназначенные для применения с увеличенными интервалами замены в бензиновых и дизельных двигателях легковых и легких грузовых транспортных средств, разработанных для применения маловязких масел, снижающих трение, с динамической вязкостью при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) 2,6 мПа•с для SAE xW-20 и от 2,9 до 3,5 мПа•с для прочих классов вязкости. Эти масла могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками.
<b>A3/B3</b>	Стойкие к механической деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателях легковых и легких грузовых транспортных средств и/или для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в соответствии с рекомендациями производителей двигателей, и/или для всесезонного применения маловязких масел, и/или всесезонного применения в особо тяжелых условиях эксплуатации.
<b>A3/B4</b>	Стойкие к механической деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателях с непосредственным впрыском топлива, также пригодные для применения согласно спецификации A3/B3.
<b>A5/B5</b>	Стойкие к механической деструкции масла, предназначенные для применения с увеличенными интервалами замены масла в высокофорсированных бензиновых и дизельных двигателях легких транспортных средств, в которых возможно использование маловязких масел, снижающих трение, с динамической вязкостью при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) от 2,9 до 3,5 мПа•с. Эти масла могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками.
<b>C: моторные масла для бензиновых и дизельных двигателей с катализаторами восстановления отработанных газов</b>	
<b>C1</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с катализаторами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в которых требуется использование маловязких масел, снижающих трение, с низким содержанием серы, фосфора и малой сульфатной зольностью (Low SAPS) и динамической вязкостью при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) минимум 2,9 мПа•с. Эти масла увеличивают срок службы сажевых фильтров (DPF) и трехкомпонентных катализаторов (TWC) и обеспечивают экономию топлива. Предупреждение: эти масла имеют наименьшую сульфатную зольность и самое низкое содержание фосфора и серы и могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками.

<b>С2</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с катализаторами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в которых требуется использование маловязких масел, снижающих трение, с низким содержанием серы, фосфора и малой сульфатной зольностью (Low SAPS) и динамической вязкостью при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) минимум 2,9 мПа•с. Эти масла увеличивают срок службы сажевых фильтров (DPF) и трехкомпонентных катализаторов (TWC) и обеспечивают экономию топлива. Предупреждение: эти масла могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками.
<b>С3</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с катализаторами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами (DPF) и трехкомпонентных катализаторов (TWC), в которых требуется использование масел с динамической вязкостью при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) минимум 3,5 мПа•с. Эти масла увеличивают срок службы сажевых фильтров (DPF) и трехкомпонентных катализаторов (TWC). Предупреждение: эти масла имеют наименьшую сульфатную зольность и самое низкое содержание фосфора и серы и могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками.
<b>С4</b>	Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с катализаторами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами (DPF) и трехкомпонентных катализаторов (TWC), в которых требуется использование масел с низким содержанием серы, фосфора и малой сульфатной зольностью (Low SAPS) и динамической вязкостью при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) минимум 3,5 мПа•с. Эти масла увеличивают срок службы сажевых фильтров (DPF) и трехкомпонентных катализаторов (TWC). Предупреждение: эти масла имеют наименьшую сульфатную зольность и самое низкое содержание фосфора и серы и могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками.
<b>Е: моторные масла для тяжело нагруженных дизельных двигателей</b>	
<b>Е4</b>	Стойкие к механической деструкции масла, обеспечивающие великолепный контроль за чистотой поршней, снижение износа и сажеобразования и стабильность смазывающих свойств. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизельных двигателях, удовлетворяющих требованиям Euro-1, Euro-2, Euro-3, Euro-4 и Euro-5 по эмиссии токсичных веществ и работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, например, значительно увеличенных интервалах замены масла в соответствии с рекомендацией автопроизводителя. Масла применимы для двигателей без сажевых фильтров, а также для некоторых двигателей, оборудованных системой рециркуляции отработанных газов (EGR) и системой избирательного каталитического восстановления (SCR) для снижения уровня оксидов азота NOx в выхлопных газах. Тем не менее, рекомендации могут быть различными у разных производителей двигателей, поэтому необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и обратиться за консультацией к дилеру.

<b>Е6</b>	<p>Стойкие к механической деструкции масла, обеспечивающие великолепный контроль за чистотой поршней, снижение износа и сажеобразования и стабильность смазывающих свойств. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизельных двигателях, удовлетворяющих требованиям Euro-1, Euro-2, Euro-3, Euro-4 и Euro-5 по эмиссии токсичных веществ и работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, например, значительно увеличенных интервалах замены масла в соответствии с рекомендацией автопроизводителя. Масла применимы для двигателей, оборудованных системой рециркуляции отработанных газов (EGR) с/без сажевыми фильтрами (DPF), а также для двигателей с системой избирательного каталитического восстановления (SCR) для снижения уровня оксидов азота NOx в выхлопных газах. Качество Е6 прямо рекомендовано для двигателей с сажевыми фильтрами (DPF) в сочетании с малосернистым дизельным топливом. Тем не менее, рекомендации могут быть различными у разных производителей двигателей, поэтому необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и обратиться за консультацией к дилеру.</p>
<b>Е7</b>	<p>Стойкие к механической деструкции масла, обеспечивающие великолепный контроль за чистотой поршней и полировкой стенок цилиндров. Масла также обеспечивают прекрасную защиту от износа и сажеобразования и стабильность смазывающих свойств. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизельных двигателях, удовлетворяющих требованиям Euro-1, Euro-2, Euro-3, Euro-4 и Euro-5 по эмиссии токсичных веществ и работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, например, значительно увеличенных интервалах замены масла в соответствии с рекомендацией автопроизводителя. Масла применимы для двигателей без сажевых фильтров, а также для некоторых двигателей, оборудованных системой рециркуляции отработанных газов (EGR) и системой избирательного каталитического восстановления (SCR) для снижения уровня оксидов азота NOx в выхлопных газах. Тем не менее, рекомендации могут быть различными у разных производителей двигателей, поэтому необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и обратиться за консультацией к дилеру.</p>
<b>Е9</b>	<p>Стойкие к механической деструкции масла, обеспечивающие великолепный контроль за чистотой поршней, снижение износа и сажеобразования и стабильность смазывающих свойств. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизельных двигателях, удовлетворяющих требованиям Euro-1, Euro-2, Euro-3, Euro-4 и Euro-5 по эмиссии токсичных веществ и работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, например, значительно увеличенных интервалах замены масла в соответствии с рекомендацией автопроизводителя. Масла применимы для двигателей с/без сажевых фильтров (DPF) и для большинства двигателей, оборудованных системой рециркуляции отработанных газов (EGR) и системой избирательного каталитического восстановления (SCR) для снижения уровня оксидов азота NOx в выхлопных газах. Е9 прямо рекомендовано для двигателей с сажевыми фильтрами (DPF) и разработано для работы в комбинации с малосернистым дизельным топливом. Тем не менее, рекомендации могут быть различными у разных производителей двигателей, поэтому необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и обратиться за консультацией к дилеру.</p>

## **ПРИЛОЖЕНИЕ М**

### **(статьи о моторном масле)**

**Журнал АБС-АВТО №3 2011. Ю.Буцкий. Масло в моторе. Часть 1.**

#### **Необходимое предисловие**

Мы решили поговорить о моторных маслах как минимум по трем причинам. Причина первая. На рынок регулярно выходят новые продукты — как зарубежные, так и отечественные. Естественно, они сопровождаются рекламой, в которой говорится о базах, присадках, классах, категориях и допусках производителей автомобилей. И тут же — о легкости пуска, повышении мощности, экономии топлива, снижении токсичности выхлопа, увеличении межсервисного пробега и прочих прелестях эксплуатации. А вот мостик между «теорией» и «практикой» зачастую не перебрасывается. Попробуем его выстроить.

Причина вторая. Некоторые издания, не к ночи будь помянуты, под видом редакционных статей тиражируют малопонятные заклинания, запутывая потребителя. И он, бедолага, должен верить, что «сверхновое суперинновационное масло полностью устраняет трение в двигателе» и тем самым экономит ему, потребителю, цистерну бензина на каждую тысячу километров пробега. А почему не две? Попробуем отделить желаемое от действительного, а науку — от мистификации.

И, наконец, причина третья. Нынче у нас весна, а масло меняют, как правило, весной или осенью. Значит, наша публикация будет ко двору. Кстати, планируется не одна статья, а три. Соответственно, они разместятся в трех номерах: мартовском, апрельском и майском. В подготовке цикла принимают участие эксперты: специалисты по маслам и ремонту двигателей, представители компаний, выпускающих масла, и менеджеры торгующих организаций. Словом, общество подбирается солидное, квалифицированное и вообще приятное во всех отношениях.

Честно предупреждаем: читатель встретится с повторами. Это обусловлено двумя причинами: во-первых, логикой изложения; во-вторых — желанием автора предоставить читателю законченные разделы с минимальным числом ссылок «см. страницу такую-то». И еще: мы будем использовать фрагменты из материалов, уже публиковавшихся в «АБС-авто». Разумеется, если они не утратили актуальность. Но чего у нас не будет точно — это недостоверной информации и плагиата.

Автор выражает огромную благодарность научному редактору цикла, одному из ведущих специалистов по маслам, канд. техн. наук В. Д. Резникову.

Ключевые слова сегодняшней статьи (если угодно — тэги): режимы смазки, базовые масла, полиальфаолефины, гидрокрекинг, композиция присадок, конструирование масел, low SAPS.

#### **Вязкотекучая деталь**

С точки зрения смазывания двигатель — невероятно сложный агрегат. По мнению специалистов, моторное масло — это не просто смазочный материал, а полноправная деталь, элемент конструкции мотора. Этой детали приходится решать множество противоречивых задач.

Судите сами: пары трения в двигателе работают в широчайших диапазонах скоростей, давлений и температур. Одни узлы смазываются под давлением, другие



— разбрызгиванием. Кроме того, моторное масло должно охлаждать поршни и служить рабочим телом в некоторых системах.

То же масло должно одновременно (!) обеспечивать несколько режимов смазки. Режимов, весьма далеких друг от друга, как по нагрузкам, так и по физико-химическим характеристикам. А вот и примеры. Пары «подшипник-шейка» коленчатого вала работают в условиях жидкостной (гидродинамической) смазки, когда поверхности разделяются прочной и надежной масляной пленкой. Трение здесь происходит только между слоями масла, иначе жди беды: разрушения вкладышей, задиров, «прихватывания» шеек.

В механизме газораспределения картина иная. Так, работа пары «кулачок-толкатель» сопровождается очень высокими контактными давлениями. Это приводит к упругим деформациям металла, резкому уменьшению толщины масляной пленки и значительному росту вязкости масла в зоне контакта. Такой режим смазки называется смешанным (эластогидродинамическим).

Смазывание деталей цилиндропоршневой группы вблизи верхней и нижней мертвых точек происходит в граничном режиме смазки. Он зависит как от свойств самого масла, так и от трибологических характеристик смазываемых поверхностей.

А еще нужно смазывать подшипники турбокомпрессора, цепные и зубчатые передачи и многие другие узлы. И все это возлагается на моторное масло. Поэтому его необходимо правильно сконструировать.

Человеку, далекому от техники, словосочетание «конструирование масла» режет уши. Он полагает, что конструировать можно лишь космические корабли, автомобили или, в крайнем случае, стиральные машины. Однако ничего противоестественного в термине «конструирование масла» нет. Вспомните детские конструкторы, когда из набора элементов собирается и кран, и самолет, и вообще все, что душе угодно. Так и с маслом. Существуют химические вещества и элементы, такие «кирпичики», из которых можно собрать любую «конструкцию».

Об этом — в следующих разделах.

### **Базовые знания о базовых маслах**

Масло, которое мы заливаем в двигатель, называется товарным. Оно является тщательно выверенной смесью базового масла и присадок. Иными словами, существует формула: Товарное масло = база + присадки Соответственно и эксплуатационные свойства конечного продукта зависят от качества этих составляющих.

Традиционно базовые масла подразделяют на минеральные, синтетические и частично синтетические. Последние в быту называют полусинтетическими маслами или просто «полусинтетикой». Точно так же классифицируются и товарные масла.

А вот за рубежом базовые масла разделяют на четыре группы:

– Conventional — традиционные минеральные масла, полученные вакуумной дистилляцией с последующей многостадийной очисткой.

– Unconventional — нетрадиционные минеральные масла, подвергнутые особой обработке, чаще всего — гидрокрекингу. Иногда в группу unconventional зачисляют и частично синтетические масла.

– Synthetic — синтетические масла в нашем российском понимании.

– Semisynthetic — масла, содержащие не менее 25% синтетического или гидрокрекингового компонента.

Что представляет собой традиционное минеральное базовое масло? Это субстанция, полученная из нефти и содержащая в основном длинные молекулы углеводородов различной структуры с размером цепи от 20 до 60 атомов углерода. В хорошо прогретом двигателе молекулы с длиной цепи менее 30–35 атомов испаряются из пленки масла на стенках цилиндров. Это один из путей расходования масла на угар.

Синтетические масла — продукты более сложные, можно сказать, рукотворные. Их конструируют (синтезируют) таким образом, чтобы попасть в нужный диапазон 30-50 атомов углерода в цепи. В результате синтеза получают полиальфаолефины с короткими разветвленными молекулами. Благодаря такой структуре синтетические масла значительно меньше испаряются и менее склонны к образованию отложений.

Полусинтетические масла (вне зависимости от качества синтетических компонентов) обладают многими недостатками минеральных, — ведь они на 70–75% состоят из схожих компонентов. Но все же помогают достичь некоторого компромисса между минеральными и синтетическими маслами.

А теперь несколько слов о гидрокрекингových маслах. Для их получения используют минеральные базовые масла, подвергая их жесткой обработке в присутствии катализатора в водородной среде. Причем под большим давлением и при высокой температуре. В результате происходит глубокая реконструкция молекул минерального масла. Нафтены и ароматические углеводороды превращаются в парафины. А те по своей структуре близки к полиальфаолефинам, получаемым при создании синтетических масел. Поэтому свойства гидрокрекингového масла приближаются к свойствам синтетического.

Интересно, что в тематических публикациях гидрокрекингových минеральные масла обсуждаются редко. На наш взгляд, совершенно напрасно — ведь многие зарубежные производители выпускают обширную гамму этих продуктов.

### **Присадки: счастливы вместе**

Канули в Лету времена, когда неприхотливые низкооборотные двигатели с малой степенью сжатия могли «переваривать» незатейливые минеральные масла, присадок практически не содержащие. Канули вместе с теми моторами. И хорошо, что канули, поскольку особенности эксплуатации современных двигателей, а именно пробки и режимы «stop and go», влекут усиленное образование нагара и шлама. При работе на маслах «давно забытых

#### **Мнение эксперта**



**Виктор Резников, канд. техн. наук**

Современные двигатели оснащены системой рециркуляции отработавших газов, катализаторами дожигания оксида углерода CO и углеводородов CH, нейтрализаторами и поглотителями оксидов азота NOx, а дизели еще и сажевыми фильтрами.

При использовании масла низкого качества эти узлы и агрегаты подвергаются смертельной опасности. Зольные частицы быстро забивают сажевый фильтр, а фосфор и сера отравляют катализаторы, выводя их из строя. Обеспечить ресурс дорогих систем можно лишь снижением сульфатной зольности и малым количеством фосфора и серы.

Знакомясь с тем или иным моторным маслом, мы часто встречаем фразу, что оно изготовлено по технологии low SAPS. Напомним расшифровку этой аббревиатуры: low – низкий; SA – сульфатная зольность (от sulphate – сульфат и ash – зола); P – фосфор (phosphorus); S – сера (sulfur). Технология low SAPS как раз то, что требуется современному мотору.

высокофорсированный двигатель выйдет из строя через несколько десятков часов. Моторист, взявшийся его реанимировать, ужаснется: поршневые кольца за-

коксованы, шейки коленчатого вала задраны, кулачки изношены сверх всякой меры, толкатели истерзаны питтингом...

Да, базовое масло может многое, но не все. Например, оно не может нейтрализовать кислоты. Оно не умеет мыть двигатель. И еще много чего не умеет. К счастью, на помощь приходят «пристяжные лошадки» — присадки. Именно присадки не допустят скорой и бесславной кончины современного двигателя. Но они девушки капризные. И поэтому не всегда правильно взаимодействуют с компонентами базового масла и друг с другом. Специалисты выделяют три случая такого взаимодействия:

1. Антагонизм (разумеется, он недопустим).

2. Нейтральное отношение.

3. Синергетика. В этом случае совместный эффект действия пакета превосходит сумму эффектов отдельно взятых присадок. Ясно, что при создании пакета или (что более правильно) композиции присадок, производители масел стремятся к синергетическому варианту. Поговорим о составе современной композиции присадок.

### **Чем мельче, тем лучше**

Моторное масло загрязняется непрерывно. Во-первых, в него попадают посторонние частицы извне. Во-вторых, оно подвергается глубокому окислению, в результате чего образуются нерастворимые продукты. Поэтому начнем с присадок, имя которым — беззольные дисперсанты. «Беззольные» означает «соединения, не содержащие металлов». А слово «дисперсанты» говорит о способности диспергировать загрязнения. Главная задача дисперсантов — удерживать загрязнения масла в мелкодисперсном состоянии. Не дать им выпасть в осадок! Иначе сетка маслоприемника будет забита, в картере появятся отложения, масляные каналы окажутся закупоренными сгустками, напоминающими по консистенции майонез.

Но дисперсанты не только поддерживают частицы во взвешенном состоянии — они способствуют их измельчению. И не допускают коагуляции, слипания, благодаря чему масляный фильтр долгое время остается работоспособным. Масло сможет гонять мельчайшие частицы грязи «по кругу» чуть ли не бесконечно — они не слипаются, не оседают, не пригорают. Что сказать на это? Правильно, пусть себе гоняет. И если двигатели современных грузовых автомобилей способны работать 80–100 тыс. км без замены масла и фильтра, в этом немалая заслуга беззольных дисперсантов. Если же в масле их не будет, внутренности двигателя быстро покроются низкотемпературными отложениями (шламами).

### **А мойщик кто?**

Итак, дисперсанты борются с низкотемпературными отложениями. И в этом смысле способствуют чистоте мотора. Однако настоящими моющими присадками являются зольные детергенты. Это вещества, содержащие соли металлов, — сульфонаты, салицилаты, феноляты кальция, магния, бария и другие соединения.

Фактически это мыла, но растворимые не в воде, а в масле. Их задача — предотвращение образования нагара и лаковых отложений на наиболее нагретых участках деталей. В первую очередь назовем верхнюю часть поршня — твердый нагар на ней способствует полировке цилиндра при перекладке. А рядом — поршневые канавки. Образование нагара в них вызовет закоксовывание поршневых колец.

Внутренняя поверхность днища вблизи поршневого пальца просто обязана быть чистой, иначе отвод теплоты от поршня резко ухудшится. А ведь эта область непрерывно омывается маслом — в некоторых двигателях разбрызгиванием, а в некоторых принудительно, под давлением. Известен принцип омовения днища поршня, называемый «коктейль шейкер» — по аналогии с действиями бармена, готовящего коктейль. Масла здесь бывает много, а вот отложений быть не должно. Обычно в масло вводят не один детергент, а их комбинацию. Большинство детергентов обладает щелочными свойствами, поэтому они нейтрализуют кислоты, образующиеся при сгорании топлива и окислении масла. Но скорости нейтрализации у детергентов различные. Так, магниевые детергенты срабатываются «лениво», кальциевые — активно, бариевые — еще более активно. Правда, бариевые детергенты сегодня применяются редко, поскольку барий — тяжелый металл, и его использование противоречит экологическим требованиям.

На холостом ходу и при работе в режиме «stop and go» в двигателе конденсируются кислоты. Чугунные и стальные детали подвергаются массивной коррозионной атаке. И тут детергенты берут на себя еще одну важную функцию: они предохраняют детали двигателя от ржавления. Лидер здесь — высокощелочной сульфонат магния. Наличие в масле всего 1% этой присадки позволяет со спокойным сердцем эксплуатировать автомобиль в городском режиме.

Кальциевые сульфонаты тоже обладают защитными свойствами, но в меньшей степени. А феноляты и салицилаты защищают двигатель от ржавления весьма слабо. У детергентов есть еще одна интересная особенность. При эксплуатации автомобиля в тропических странах возможно бактериальное поражение моторного масла и топлива. Причина проста: парафины служат питательной средой для грибов и бактерий. Но если масло содержит салицилаты, бактерий в нем не будет. Быстрое потемнение масла после замены не должно настораживать

владельца автомобиля. Потемнение означает, что дисперсанты и детергенты хорошо

### Мнение эксперта



Александр Перушин, канд. техн. наук

Тема моторных масел — бесконечна, так как постоянно ужесточаются экологические требования к автомобилям, что определяет их конструктивные решения и технологическое исполнение, требования к качеству топлив. Нельзя забывать об усложняющихся условиях эксплуатации, росте интенсивности движения и расширяющихся климатических зонах интенсивной эксплуатации автомобилей. Все это отражается на требованиях к маслам.

Это общие слова, а каждому автовладельцу необходимо систематически решать более прозаическую задачу — обслуживание автомобиля, включающее замену масла. Если автомобиль обслуживается на станции, то проблема в большинстве случаев решается автоматически, хотя не всегда наилучшим способом. Если владелец сам обслуживает автомобиль, то и сам принимает решения о марке, качестве масла, сроке его службы до замены.

В инструкции, приложенной к автомобилю, обязательно указаны оптимальные классы вязкости моторных масел в зависимости от температуры окружающей среды и уровня эксплуатационных свойств масел. ГАРАНТИРОВАННО обеспечивающих эффективную эксплуатацию вашего автомобиля. Там же даны и сроки службы масел до замены. Некоторые производители приводят марки одобренных им смазочных материалов. Данная информация вбирает наибольший доступный объем информации об эксплуатации данной техники. На нее и нужно базироваться при принятии решений.

Но кто в России слушает профессионалов!

Тем не менее уровень эксплуатационных свойств используемого вами масла должен быть НЕ ниже указанного производителем автомобиля. Использование масел самых последних эксплуатационных групп в автомобилях, на них не рассчитанных, не приведет к каким-либо эффектам, кроме увеличения расходов. Это справедливо и относительно срока службы масла, который существенно зависит от условий эксплуатации автомобиля (трасса, пригород, город), качества топлива и даже манеры вождения. В документах на автомобиль указываются сроки смены масел при наиболее легких (шоссе, лето) условиях эксплуатации. При доминировании эксплуатации в режиме город — пригород срок смены масла должен быть на 10–15% меньше, при преимущественно городской эксплуатации, особенно в больших перегруженных городах, пробег до замены масла целесообразно снизить на 25–30%. Зимняя городская эксплуатация еще более увеличивает нагрузки на масло.

Масло в эксплуатационных расходах составляет не самую большую долю и экономить на нем невозможно, зато, используя низкокачественные масла, увеличенные пробеги до замены можно организовать себе дополнительные расходы (и заботы) по ремонту.

Но кто в России слушает профессионалов...

выполняют свои задачи. И напротив: если масло долго остается светлым, внутренности двигателя обрастают высоко- и низкотемпературными отложениями.

И краткий итог этого раздела. Если в масле не будет моющих присадок, то уже через десяток-другой часов работы двигателя поршневые кольца прочно залягут в канавках — извлечь их оттуда удастся, лишь сломав. Торцевой зазор окажется выбранным за счет грязи, компрессия будет потеряна. Словом, двигатель просто-напросто перестанет работать.

### К окислению стойкое

Нам часто говорят: данное масло обладает повышенным сроком службы благодаря хорошей антиокислительной стойкости. Что стоит за этой фразой? А вот что.

Масло в двигателе работает в виде тонких пленок либо, вырвавшись из-под гнета давления, интенсивно перемешивается с воздухом. Значит, поводов для контакта с кислородом у него более чем достаточно. А чем чреват такой контакт, да еще в условиях высоких температур? Правильно, окислением. Но кислород воздуха не единственная причина такого окисления. Свою лепту (и немалую) вносят продукты сгорания топлива и ранее окисленное масло. Для замедления этого губительного процесса в пакет включают антиокислительные присадки. Другое их название — антиоксиданты или антиокислители. Задача антиокислителей — разложение первичных продуктов окисления углеводородов (гидропироксидов) и перевод свободных радикалов в стабильное состояние. Что ж, вполне логично: поскольку гидропироксиды выступают инициаторами дальнейшего окисления масла, их «обезоруживание» на начальном этапе чрезвычайно важно.

Раньше в качестве антиокислителей применяли дитиофосфаты цинка. Однако сейчас производители масел от них отказываются, и вот почему.

Дитиофосфаты, являясь производными фосфорной кислоты, содержат фосфор — а он не сочетается с материалами каталитических нейтрализаторов отработавших газов. Поэтому дитиофосфаты заменяют карбоматами цинка, карбоматами молибдена и другими присадками — например, беззольными фенолами и ароматическими аминами. Антиокислители имеют разные механизмы действия. Если в композицию

#### Мнение эксперта



Александр Хрулев, канд. техн. наук.

#### На взгляд моториста...

Моторное масло является важнейшим материалом, от качества которого напрямую зависит ресурс и надежность современных двигателей. При этом практика ремонта показывает, что экономия на масле, как и слепое следование рекомендациям по его применению, без учета реальных условий эксплуатации двигателя, способны вызвать ускоренный износ и даже поломки.

Свойства применяемого масла, определяемые его базой и пакетом присадок, могут иметь решающее значение для оценки причин износа в двигателе. Например, читаем на банке: отличные моющие свойства. Это означает, что и через много тысяч километров двигатель внутри будет чист — что может быть лучше? Однако такое масло часто имеет невысокую способность противостоять износу и задирам, поскольку моющие присадки конфликтуют с противоизносными. В результате даже при небольшом пробеге в парах трения, работающих в режиме граничной смазки (это в первую очередь детали газораспределительного механизма), появится заметный износ.

Известно, что синтетическая база обеспечивает высокую стабильность свойств масла в широком диапазоне температуры и по пробегу автомобиля. Однако это не должно вводить в заблуждение в части сроков его замены. Например, городская эксплуатация с низкой средней скоростью автомобиля вызывает не менее, а иногда даже более быстрое старение масла и ухудшение его свойств, чем работа на высоких оборотах и нагрузках. Фактически длительное стояние в пробках равноценно пробегу в тысячи километров, и сроки замены масла в таких реально тяжелых условиях эксплуатации должны быть существенно снижены, даже несмотря на рекомендацию производителя автомобиля менять масло раз в 15 или даже 20 тысяч километров.

Особое удивление вызывает стремление некоторых мотористов к экономии на масле. Выполнив дорогостоящий ремонт двигателя, многие предпочитают залить в двигатель как можно более дешевое масло — на обкатку, объясняя это тем, что все равно скоро его менять. В результате двигатель в самый ответственный момент, когда происходит приработка новых деталей, неизбежно получает различные дефекты, которые затем самым негативным образом сказываются на его ресурсе.

Очевидно, все эти проблемы часто возникают от непонимания реальных процессов, происходящих в двигателе, слепого следования рекламе и различным рекомендациям, оторванным от конкретных условий. Поэтому можно без преувеличения сказать, что правильное и аккуратное обращение с моторным маслом — главное условие долгой работы двигателя без дефектов и поломок.

вводят несколько антиокислительных присадок, их подбирают в определенных сочетаниях, дабы достичь наилучшего эффекта. Если в масло не вводить антиокислительные присадки, его вязкость по мере окисления будет возрастать, что приведет к повышенному расходу топлива из-за роста потерь на трение. А еще масло потеряет работоспособность, его пусковые свойства станут совершенно неудовлетворительными, а коррозионная агрессивность возрастет. Кроме того, чрезмерное увеличение вязкости может вызвать разрушение подшипников, особенно при холодном пуске. Не исключаются поломки деталей привода масляного насоса. Но и это еще не все: окисленное масло оказывает коррозионное воздействие на антифрикционный слой вкладышей из свинцовистой бронзы. Результат очевиден: несущая способность подшипников снижается, и двигатель приходится отправлять в ремонт.

Вот и получается, что присадки, именуемые антиоксидантами, «не зря едят свой хлеб». Если исключить их из композиции, пробеги между заменами масла станут ничтожными. А ведь сегодня ведущие автомобильные компании допускают замену масла через 30–50 тыс. км. Это два-три года эксплуатации для европейского автовладельца.

### **Пена и антипена**

Масло в двигателе циркулирует с завидной кратностью — каждый элементарный объем прокачивается через систему смазки множество раз. При этом, как уже говорилось, масло интенсивно перемешивается с воздухом (достаточно вспомнить истечение под давлением из зазоров подшипников и смазку некоторых узлов методом разбрызгивания). Понятно, что все это приводит к образованию пены.

Кроме того, в современных дизелях применяются насос-форсунки с гидравлическим приводом. Масло в таких узлах работает под очень высоким давлением. Как только давление становится равным атмосферному, происходит эффект «откупоривания бутылки шампанского». Вспомним: если открыть теплую бутылку, да еще предварительно потрясти ее, растворимость газов в вине уменьшается, шампанское «вскипает», образует пену.

Пена в масле не только снижает несущую способность масляного клина в подшипниках, но и способствует окислению самого масла. Пенообразование особенно опасно для двигателей с гидротолкателями клапанов и гидронатяжителями цепей ГРМ, что понятно — работоспособность этих узлов в присутствии пены резко снижается. Для борьбы с пенообразованием в масло добавляют тысячные доли процента силиконов (кремнийорганических полимеров). В масле они не растворяются, однако настолько тонко диспергируются, что в каждом элементарном объеме масла непременно оказывается некоторое количество постороннего нерастворенного вещества. Пузырек воздуха «прокальвается» этим инородным телом и... перестает существовать. Таким образом, введение антипенных присадок позволяет подавить пенообразование. А если оно все же продолжается, пена очень быстро разрушается, не успевая сыграть отрицательную роль.

И если масло пришло к нам из спорта, можно быть уверенным: оно отлично борется с пеной. Ведь спортивные двигатели развивают очень высокие обороты, с сумасшедшей скоростью гоняя масло по системе.

## **Износ минимальный**

«Надежная защита от износа и задиров» — читаем мы на этикетке канистры. За этой фразой тоже стоят современные присадки — противоизносные. Их вводят в современные масла в обязательном порядке. Эти присадки особенно важны для пар трения, работающих в эластогидродинамическом режиме смазки, когда на поверхностях деталей возникают высокие удельные давления. Выход здесь только один — химическая модификация поверхностей трения. Тогда в паре начинают взаимодействовать не металл с металлом, а модифицированные слои. Тангенциальные усилия и коэффициент трения при этом снижаются.

Кто же способен на такие подвиги? Например, хорошо знакомые нам дитиофосфаты металлов, в том числе цинка. Таким образом, дитиофосфаты — это многофункциональные присадки, в том числе защищающие механизм газораспределения от повышенного износа и задира.

Впрочем, об этом стоит поговорить подробнее. Вообразим картину, до боли знакомую всем мотористам: двигатель «раскидан», на толкателях обнаружен питтинг — усталостное выкрашивание. Какова его природа? Еще в прошлом веке ученый П.А. Ребиндер установил, что поверхностно-активные вещества (ПАВ) способствуют разрушению кристаллической структуры металла на поверхностях трения. Как только в металле появляется микротрещина, ПАВы внедряются туда и «расклинивают» ее со всеми вытекающими печальными последствиями. Это явление получило название «эффект Ребиндера».

Позвольте, но ведь хорошо знакомые нам детергенты не что иное, как ПАВы! Значит, они способствуют питтингу в эластогидродинамическом режиме смазки? Увы, да. Однако не все так страшно — противоизносные присадки способны предотвратить питтинг и задиры трущихся поверхностей. А коли питтинг все же появился, значит, в данном масле дитиофосфаты цинка уже выработаны, а детергенты — еще нет. А вот при эксплуатации двигателей на высококачественных маслах (уточним — со своевременной заменой!) питтинг не появится никогда.

Однако, как ни парадоксально это звучит, детергенты тоже выполняют противоизносные функции, и польза от них весьма и весьма ощутимая. Они нейтрализуют кислоты, уменьшая коррозионный износ цилиндров, поршневых колец и подшипников.

## **Боремся с трением**

Разработчики масел вводят в свои продукты модификаторы трения, называемые также антифрикционными присадками. Их задача — снижение коэффициентов трения в условиях граничной и эластогидродинамической смазок.

Не следует путать модификаторы трения с противоизносными присадками, хотя известны модификаторы, совмещающие функции и тех, и других продуктов.

Что такое модификатор трения? Это соединение, образующее на поверхности детали мономолекулярный слой с очень длинными радикалами, обращенными в объем масла. Причем эти радикалы обладают свойством легко деформироваться в направлении действия силы трения.

Проиллюстрировать сказанное можно на следующем примере. Перед нами... чистильщик обуви, вооруженный двумя сапожными щетками. Прежде чем присту-

пить к полировке туфель, он легко трет одну щетку о другую, и смотрите — на туфлю ложится ворс, сориентированный в нужном направлении!

А одежные щетки тереть друг о друга бессмысленно — они будут отскакивать, упираться, сопротивляться, и правильно — задача у жесткой щетины совсем другая, нежели у мягкого ворса.

Так вот, «мягкий ворс» мономолекулярных слоев модификатора уменьшает трение — например, в зоне верхней мертвой точки поршня, где нарушается гидродинамический и возникает граничный режим смазки.

Модификаторы трения добавляют к энергосберегающим маслам, поскольку они способны обеспечить экономию топлива в несколько процентов. В качестве антифрикционных присадок используют предельные кислоты, спирты и амины, графит, дисульфид молибдена и некоторые другие вещества. Кстати, графит и дисульфид молибдена можно назвать присадками лишь условно — они нерастворимы в масле и при длительном хранении могут выпасть в осадок.

### **Не ржаветь!**

Речь в данном разделе пойдет о присадках, защищающих детали двигателя от коррозии. Полагаем, об актуальности этой задачи говорить излишне. Но сначала небольшое терминологическое уточнение, чтобы все было понятно.

Разработчики масел различают антикоррозионные и антиржавейные присадки. Первые призваны защищать цветные металлы и сплавы, (например, свинцовистую бронзу вкладышей), а вторые — сталь и чугун. Понятно, что эти присадки различны по составу. Для предотвращения нежелательных процессов, ускоряющих коррозионно-механическое изнашивание, в масло вводят специальные ингибиторы. Механизмы их действия таковы: они либо нейтрализуют коррозионно-активные вещества, либо образуют на деталях защитную пленку, закрепляясь на поверхности металла за счет физической адсорбции или химического взаимодействия. В обоих случаях скорости коррозионных процессов, — а следовательно, износа и разрушения поверхностей, — существенно снижаются.

Некоторые антикоррозионные присадки образуют на поверхности детали защитный слой из соединений свинца и меди, который должен быть стойким к воздействию детергентов и дисперсантов. А вывод простой: если в масле не будет антикоррозионных присадок, подшипники коленчатого вала, изготовленные из цветных сплавов, попросту разрушатся.

### **Нельзя ли погуще?**

Для получения всесезонного товарного продукта в масло вводят вязкостные присадки, или загустители. Внимание! В композицию они не входят, производители товарных масел добавляют их в базу автономно. Это маслорастворимые органические полимеры, а механизм их действия основан на изменении формы макромолекул в зависимости от температуры.

Загустители способны существенно увеличивать вязкость продукта при положительных температурах и в меньшей мере — при отрицательных. Чем это хорошо для двигателя, понятно: во-первых, обеспечиваются хорошие пусковые свойства при низких температурах; во-вторых — гарантируется достаточная несущая способность масляного слоя даже при экстремальных тепловых нагрузках.



Часто приходится читать или слышать, что всесезонное моторное масло, загущенное макрополимерными присадками, способствует экономии топлива. Почему так? Специалисты дают на этот вопрос исчерпывающий ответ.

Вязкость загущенных масел зависит как от температуры, так и от градиента скорости сдвига, определяемого как функция величины зазора между парами и скорости движения одной смазываемой поверхности относительно другой.

Опуская сложные выкладки, остановимся на образном толковании явления: загущенное масло способно как бы «подстраивать» свою вязкость под скорость относительного перемещения деталей и изменения тепловых зазоров в парах трения. Именно этим объясняется уменьшение расхода топлива в коротких городских поездках, когда двигатель не прогревается до оптимальной

**Слово производителю**

Компания Mobil – один из мировых лидеров в производстве смазочных материалов. Бренд очень популярен на российском рынке. Сегодня мы представим два продукта, предназначенных для легковых автомобилей и микроавтобусов.

Продукт первый – синтетическое масло Mobil 1 ESP Formula SAE 5W-30.

Рекомендуется для всех типов двигателей современных автомобилей, внедорожников и микроавтобусов. Особенно подходит для экстремальных условий эксплуатации. Специально разработано для продления срока службы и поддержания эффективности новейших систем снижения токсичности выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей. Производится с использованием запатентованной системы высокотехнологичных компонентов, разработанной для полной совместимости с фильтрами сажевых частиц (DPF) и каталитическими нейтрализаторами (CAT). Обладает низким содержанием серы и фосфора, активными моющими веществами, малозольной композицией, высокой термоокислительной стабильностью, низким расходом на угар, улучшенными антифрикционными и отличными низкотемпературными свойствами.

Эксплуатационные свойства подтверждены следующими классификациями и спецификациями (допусками) автопроизводителей: API SM, SL/CF, ACEA A3, B3, B4, C2, C3 BMW LL-01, -04; Daimler Chrysler 229.31/229.51; VW 504.00/507.00.

Второй продукт – синтетическое моторное масло Mobil 1 Fuel Economy SAE 0W-30

Рекомендуется для всех типов современных двигателей, особенно для мощных, с механическим турбонаддувом, многоклапанных, с впрыском топлива бензиновых и дизельных двигателей легковых, спортивных и внедорожных автомобилей, легких грузовиков и микроавтобусов. Особенно подходит для экстремальных условий эксплуатации. Производится на основе синтетических базовых масел с высокими характеристиками, дополнительно усиленных пакетом присадок противозносной технологии Supersyn. Способствует снижению расхода топлива, уменьшению выбросов CO<sub>2</sub> и обеспечивает высокий уровень мощней способностей и защиты от износа.

Масло Mobil 1 Fuel Economy аттестовано по следующим категориям, классам и спецификациям автопроизводителей: API SL, S/CF EC; ACEA A1, A5, B1, B5 ILSAC GF3; Ford WSS M2C913-A/B; General Motors GM 4718M.

В следующий раз мы продолжим знакомство с линейкой масел Mobil.

*Информация предоставлена компанией ExxonMobil*



температуры — разумеется, в сравнении с незагущенным сезонным моторным маслом.

### Остановить рост сетки

В холода масло застывает, теряет текучесть. Чтобы этого не произошло, в масло вводят присадки, называемые депрессорными. Как и загустители, в композицию они не входят, их добавляют в базу автономно. Как загустевает масло? Этой «болезни» подвержены не все составляющие, текучести препятствует парафиновая «сетка», которая моющей разрастается в объеме масла по мере снижения температуры. А депрессорные присадки воздействуют на кристаллы парафина, не давая им вырасти.

Содержание в масле нормальных парафинов ограничивают специальной технологией — депарафинизацией базового масла в процессе производства. И тут возникает вопрос: а нельзя ли дополнительно уменьшить долю нормальных парафинов в масле — может, и не понадобятся тогда депрессорные присадки?

Нет, делать этого не следует, поскольку парафиновые углеводороды обладают хорошими смазывающими свойствами и успешно противостоят окислению. Лучше уж ввести депрессорную присадку в количестве десятых долей процента (максимум

— одного процента) и сохранить тем самым текучесть масла и нормальную несущую способность масляного клина.

### **Конструируем!**

Что движет автомобильной компанией в стремлении обзавестись новым маслом? Никакого секрета: научно-технический прогресс, экологические требования и, естественно, собственные коммерческие интересы, тесно связанные с первыми двумя факторами.

Вот примеры, красной нитью проходящие через историю мирового автомобилестроения и подстегнувшие прогресс масел:

- различные виды форсирования моторов, включая резкое увеличение удельной мощности;
- введение турбонаддува;
- создание каталитического нейтрализатора и системы рециркуляции отработавших газов.

Автомобильная компания оформляет свои требования и направляет их производителю моторных масел. В документации указывается класс вязкости продукта, уровень эксплуатационных свойств по известным классификациям и ряд иных, зачастую специфических требований.

Процесс начинается с выбора базового масла. Заданный класс вязкости, особенно если речь идет о всесезонном продукте, позволяет сделать первый шаг. Так, масла классов вязкости SAE 0W-XX или SAE 5W-XX (здесь XX — условный летний класс) потребуют синтетической или гидрокрекинговой базы. Более вязкие при низкой температуре масла могут быть частично синтетическими или же минеральными, если это не противоречит каким-то особым требованиям.

Не забудем также, что полусинтетическая или минеральная база позволит сделать новый продукт относительно недорогим. Так рождаются бюджетные минеральные масла — например, для массовых российских автомобилей.

После выбора базы конструкторы масел выбирают загущающие присадки или их комбинации. Эти ингредиенты меньше повышают вязкость базы при низких температурах, чем при высоких. Поэтому загущенные масла при отрицательных температурах ведут себя как зимние, а в области высоких температур — как летние.

Затем маслу придается гамма требуемых эксплуатационных свойств, которые зависят от присадок, в частности, — их концентрации и эффективности. Моющие, диспергирующие, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные, противоржавейные, противопенные и другие присадки — все они нам уже известны.

Температура застывания масла регулируется депрессорными присадками, которые сегодня все чаще становятся многофункциональными. Так, депрессоры класса полиметакрилатов являются загустителями, а в последнее время им придают и диспергирующие свойства.

Получается, образно говоря, «три в одном».

Как уже говорилось, важно добиваться дружественности присадок, «взаимной вежливости». Иными словами, присадки не должны быть антагонистами. Допускается нейтральное отношение друг к другу, но лучше, если оно будет синергетическим, когда действие композиции эффективнее простого суммирования действий отдельных присадок.

Но вот синергетический пакет готов. Как он будет сочетаться с базой? Это тоже не простой вопрос. Например, полиальфаолефины, входящие в состав синтетической базы, плохо растворяют некоторые присадки. И тогда для повышения растворяющей способности в базу вводят сложные эфиры карбоновых кислот, диалкилбензолы и прочие вещества, имеющие полярные молекулы. Эти масла называют «эстеровыми» (от англ. ester — сложный эфир).

Другой путь — создание пакета присадок, растворимых в полиальфаолефинах. Как уже говорилось, современные моторные масла напрямую зависят от совершенствования двигателей. На автомобили сейчас устанавливают каталитические нейтрализаторы и сажевые фильтры. Моторные масла должны быть совместимы с этими системами и агрегатами, поэтому в композициях присадок все более ограничивают содержание фосфора и серы. Снижают сульфатную зольность масла, которая связана с моющими присадками — детергентами.

Понимаете, к чему это мы? Требования к маслам стали противоречивыми! С одной стороны, надо повышать антиокислительные свойства, а с другой — изгонять из рецептуры фосфор. Улучшать моющие свойства, и тут же — снижать зольность....

Но все задачи, так или иначе, решаются.

Ведущие разработчики присадок создают новые эффективные композиции, в которые вместо одной специальной присадки вводят две или три, заставляя их работать в уже упоминавшемся синергетическом взаимодействии.

Так родилась технология low SAPS, гарантирующая низкую величину сульфатной зольности, фосфора и серы. И если мы читаем в документации, что такое-то масло пригодно для двигателей, снабженных каталитическим конвертором, можно продолжить: значит, антиокислительные присадки в нем содержат минимум фосфора.

После создания масла, что называется, «в первом чтении», конструкторы переходят к моторным испытаниям. Если все в порядке и требуемые показатели укладываются в допуски, новое масло отправляют на комплексные испытания эксплуатационных свойств по всем оговоренным в задании методикам.

Недешево обходятся разработчикам эти испытания. Например, подтверждение категориям по API стоит... впрочем, это уже выходит за рамки темы. Отметим лишь, что экзамены на соответствие спецификациям автомобильных концернов еще дороже. Но зато, получив допуски и одобрения, можно существенно расширить сбыт.

Но вернемся к конструированию. Люди, искушенные в компьютерных технологиях, вправе задать вопросы: а имеется ли в распоряжении конструкторов масел достаточный набор количественных характеристик и формализованных данных? Можно ли создавать масла с помощью компьютера?

Да, можно. Создана обширная база данных, позволяющая вести предварительные расчеты состава масел. Не за горами появление мощной CAD-system для моторных масел наподобие пакета Autocad, применяемого в машиностроении. Это наполнит понятие «конструирование масел» новым современным содержанием.

## Слово производителю



**Виктор Переверзев**  
директор по развитию  
ООО «Волгаресурс»

### Готовь сани летом, а машину – весной!

Наступил март, а значит, не за горами традиционная весенняя смена моторных масел. Несмотря на то, что многие сейчас меняют масло не по сезонности, а по пробегу или сроку ТО, традиционные весенний и осенний пики замены масла сохраняются. Что это: дань традиции, уходящей в прошлое, когда зимой использовали «зимние» моторные масла – «пожиже», а летом «летние» – «погуще», или в этом есть своя логика? Логика есть и имеет довольно весомые аргументы. Зимой масло работает в очень жестких условиях и, даже если по спидометру его срок не наступил, лучше его поменять, скорее всего, его ресурс уже выработан или близок к этому.

Что полезно знать при выборе моторного масла сегодня – попробуем говорить языком обычного потребителя.

Автомобильный парк в России молодеет. На смену традиционным «жигулям», «москвичам», «волгам» и секонд-хенду со всех стран мира пришли современные автомобили, оснащенные новыми двигателями. Для этих двигателей не подходят «обычные полусинтетические» масла SAE 10W-40 и тем более минеральные масла SAE 15W-40 и SAE 20W-50. Все более востребованными становятся синтетические моторные масла SAE 5W-40, SAE 0W-40, а также энергосберегающие масла SAE 5W-30, SAE 0W-30. Начали «набирать обороты» еще менее вязкие масла SAE 5W-20 и SAE 0W-20. В том числе и для круглогодичной эксплуатации.

Технологии в производстве смазочных материалов постоянно совершенствуются: используются все более современные базовые масла и пакеты присадок. На российский рынок ежегодно выходят «новые игроки» со своей продукцией, соответствующей растущим требованиям мировых автопроизводителей.

Перед российским потребителем, в связи со всеми этими новшествами на рынке, встанут вопросы: какое масло использовать? Какую марку масел выбрать? Как часто проводить смену моторного масла?

### Требуемое моторное масло

В инструкции по эксплуатации на автомобиль (в «мануале») указано, какая именно вязкость по SAE рекомендована автопроизводителем. Указаны также классы по API или ACEA. На некоторые марки двигателей указаны требуемые допуски самих автопроизводителей. Отдельные автопроизводители, в том числе АвтоВАЗ, указывают в своих «мануалах» допущенные соответствующими заводами торговые марки.

### Торговая марка моторного масла. Какую выбрать?

Известная – «проверенная историей», раскрученная, разрекламированная и, как следствие – дорогая? Или аналогичная по качеству, но доступнее в цене? Не секрет, что при покупке брендового товара покупатель оплачивает стоимость не только самого товара, но и часть стоимости его рекламных затрат.

Если автомобиль гарантийный, то особого выбора у потребителя нет. В дилерском техцентре заливают в двигатель то моторное масло, с дистрибьюторами (с представительством) которого заключен договор. Можно, конечно же, попробовать настоять на заливке своего моторного масла, но на этом может «закончиться» гарантия на двигатель. А на это вряд ли пойдет потребитель: ремонт двигателя намного дороже самого дорогого моторного масла.

Если гарантия закончилась, то выбор моторного масла – дело потребителя, его предпочтений, иногда факторов престижа и состояния кошелька.

Каким бы это решение не было, потребитель должен помнить, что формула «чем дороже – тем лучше» здесь далеко не всегда работает. Любой специалист вам скажет, что можно купить высококачественное моторное масло значительно дешевле цены «раскрученного», при этом идеально подходящее по характеристикам и допускам автопроизводителя к конкретному автомобилю. Конечно, речь идет о натуральных – неподдельных маслах, приобретенных в магазинах или на СТО.

### Частота смены моторного масла

Этот показатель определяется не производителями моторных масел, а только автопроизводителями! Об этом владельцы автомобилей должны помнить всегда.

Особо следует обратить внимание на изменения сроков замены моторных масел, в зависимости от условий эксплуатации автомобиля и качества применяемого топлива. К примеру, эксплуатация для двигателей является более напряженной в зимний период, нежели в весенне-летний.

Это связано с запусками двигателей при морозе, большими перепадами температур в двигателях, от рабочих – до минусовых температур окружающего воздуха. Эксплуатация автомобилей в мегаполисах, по мнению авторитетных специалистов, относится к «тяжелым» и «особо тяжелым» условиям. В этих условиях автопроизводители рекомендуют сокращать межсервисные интервалы в два раза. Это же относится и к интервалам замены моторных масел. Внимательный читатель может найти эту информацию в руководстве пользователя автомобиля большинства производителей.

Что касается автомобилей с дизельными двигателями, то ни для кого не секрет, что качество дизельного топлива в нашей стране «оставляет желать лучшего» по многим параметрам, в том числе и по содержанию серы. Это тоже отрицательно влияет на срок службы моторного масла и приводит к его преждевременному «старению». В этой связи, речи об увеличении срока службы моторного масла в несколько раз, в российских условиях, увы, быть не может.

Важно помнить, что моторное масло – это не добавка в двигателе, а неотъемлемый его элемент, напрямую влияющий на состояние и срок бесперебойной эксплуатации наряду с другими деталями. Поэтому, своевременно и правильно проводя замену масла, вы продлеваете срок жизни своего «любимца»!

## Журнал АБС-АВТО №4 2011. Ю.Буцкий. Масло в моторе. Часть 2.

Итак, мы продолжаем «масляный сериал». В прошлый раз разговор шел о базовых маслах и композиции присадок. Тэги сегодняшней статьи: классы вязкости SAE, всесезонные масла, классификации API, ACEA и другие, «бензиновые» и «дизельные» масла, спецификации (допуски) автопроизводителей.

Автор выражает огромную благодарность научному редактору цикла, одному из ведущих специалистов по маслам, канд. техн. Наук В. Д. Резникову.

### **Вязкость? Класс!**

Как известно, наука начинается с классификации. Так вот, впервые моторные масла классифицировали именно по вязкости. И сегодня эта важнейшая характеристика лежит в основе классификации SAE J 300DEC99. К слову, аббревиатура SAE означает Society of Automotive Engineers – Общество автомобильных инженеров США. Буквы SAE мы видим на канистрах всех производителей масел.

К наиболее значимым показателям классификации SAE относятся кинематическая вязкость, пусковые свойства, прокачиваемость и вязкость при высокой температуре. Впрочем, для потребителя эти тонкости остаются за кадром: в товарную маркировку они не входят. А что входит? Классы вязкости – зимние и летние. Зимние классы соседствуют с буквой W (от англ. «winter» – зима), и классов этих – шесть. Перечислим их: 0W, 5W, 10W, 15W, 20W и 25W. Летних классов пять: 20, 30, 40, 50 и 60. Если в маркировке значатся зимние и летние классы, перед нами всесезонное масло. Примеры обозначения зимних масел: SAE 10W, SAE 20W; летних – SAE 30, SAE 40; всесезонных – SAE 0W-30, SAE 15W-40 и так далее.

Важно помнить, что числа – это не вязкость как таковая! Это именно класс вязкости – безразмерный показатель, характеризующий диапазон применения масла. Но справедливо правило: чем меньше число перед буквой W (зимний класс), тем ниже вязкость при низкой температуре и легче холодный пуск. А чем больше число после W (летний класс), тем выше вязкость в жару и надежнее смазывание двигателя летом.

Сегодня всесезонные масла практически вытеснили своих зимних и летних коллег. Потребителю удобно: не нужно менять масло «по сезону», можно ориентироваться лишь на пробег автомобиля, оговоренный заводом-изготовителем. Кроме того, многие всесезонные масла обладают энергосберегающими свойствами, чего не скажешь о сезонных. Двигатели со значительным пробегом, а следовательно, с повышенным износом трущихся деталей, требуют более вязких масел. Для моторов зрелого возраста подойдут классы SAE 10W-40, SAE 15W-40 или же SAE 15W-50.

Такие масла обеспечат меньший расход масла «на угар», лучшее уплотнение камеры сгорания и снижение шумности работы двигателя. Однако водителю придется смириться с некоторым увеличением расхода топлива.

Для зимней «безгаражной» эксплуатации следует применять масла более низких зимних классов, например, SAE 0W-XX, SAE 5W-XX или в крайнем случае 10W-XX (символы «XX» обозначают какие-то летние классы). Такие масла обеспечат легкий и надежный пуск двигателя, быстрый его прогрев и снижение пусковых износов. Чем ниже тепловой режим двигателя, тем меньше должен быть зимний

класс вязкости масла – это обеспечит снижение потерь на трение в подшипниках и поршнях. Например, в городском режиме, когда поездки короткие, а стоянки с выключенным мотором продолжительны, двигатель не успевает прогреться до оптимальной температуры. Значит, масло для подобных поездок нужно выбрать соответствующее, – например, SAE 5W-40. Наряду с уменьшением износа трущихся пар оно позволит сэкономить топливо.

Среди всесезонных масел есть очень интересные классы – так называемые нулевые. В качестве примеров приведем SAE 0W-40 и SAE 0W-30. Нолик перед буквой W сулит привлекательные эксплуатационные характеристики: легкий холодный пуск даже при частично разряженной батарее, хорошую прокачиваемость и многое другое, продлевающее жизнь двигателю.

Нолик – своеобразная «вершина» зимнего ряда. Масла, классы вязкости которых включает 0W, имеют самые высокие показатели прокачиваемости, обеспечивая высокую скорость подачи к парам трения. Последнее обстоятельство особенно важно для подшипников распределительных валов в двигателях верхневальной схемы. Кроме того, хорошая прокачиваемость обеспечивает снижение расхода горючего.

На таких маслах можно смело совершать дальние поездки в межсезонье. Например, выехать в марте – апреле с Русского Севера в Западную Европу. Указанные масла легко выдержат вологодские морозы и средиземноморскую жару. Можно поехать с прицепом в горы – всесезонные масла «нулевых» классов с широким вязкостным диапазоном надежно сохранят двигатель от перегревов и перегрузок.

А можно ли, основываясь на классификации SAE, рекомендовать какие-либо масла для «подснежников» – автолюбителей, не ездящих зимой? Можно, и об этом чуть подробнее. Бытует мнение, что осенью, отправляя автомобиль «на зимние квартиры», поработавшее моторное масло необходимо заменить. Мол, в нем содержатся продукты износа, поэтому масло будет окисляться, разлагаться, и плюс ко всему вызовет усиленную коррозию внутренних деталей двигателя.

Это, мягко говоря, миф. Да, в масле в процессе работы двигателя накапливаются посторонние примеси и продукты срабатывания присадок. Однако учеными

### Слово эксперту



Виктор Резников, канд. техн. наук

#### Внесем ясность

Всесезонные масла имеют очень пологую зависимость вязкости от температуры. Иначе говоря, у них высокий индекс вязкости.

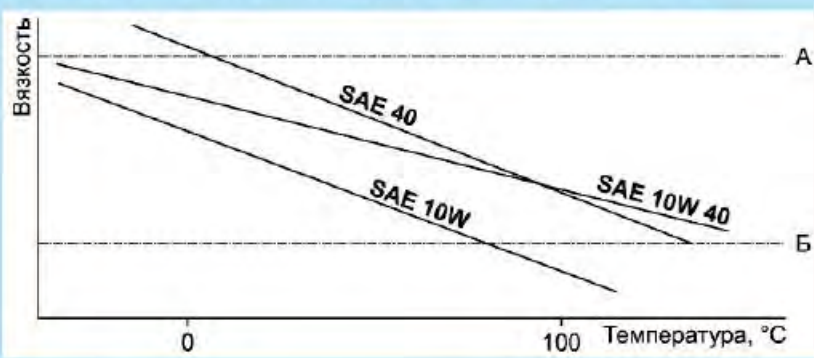
Что такое индекс вязкости? К сожалению, иногда приходится наблюдать, что его путают с классами вязкости SAE. Но это не так. Внесем ясность в терминологию.

Индекс вязкости — это безразмерная величина, рассчитываемая по значениям кинематической вязкости при 40 и 100 °С. Для зимних и летних масел, полученных из нефти путем глубокой очистки масляных фракций, характерные значения индекса вязкости составляют порядка 90–105. Всесезонные загущенные масла, содержащие присадки-модификаторы вязкости, имеют индекс вязкости 130–160 и более.

На рисунке показаны вязкостно-температурные зависимости двух сезонных (летнего и зимнего) и одного всесезонного масла. Летнее масло SAE 40 имеет достаточную вязкость, чтобы обеспечить надежное смазывание при высокой температуре (уровень Б). Но при температуре ниже 0 °С оно слишком вязкое. Смотрите: его вязкость выше уровня А, при котором стартер может проворачивать двигатель в процессе холодного пуска без предварительного подогрева.

Зимнее масло SAE 10W обеспечит холодный пуск при низкой температуре (его вязкость ниже уровня А). Но для летней эксплуатации, когда температура масла в картере достигает 90–100 °С, оно явно непригодно (вязкость ниже уровня Б).

А вот всесезонное масло SAE 10W-40, получаемое загущением маловязкого базового масла до вязкости при 100 °С (типичной для летнего масла SAE 40), работоспособно во всем диапазоне, ограниченном уровнями А и Б. Индекс вязкости всесезонного масла самый высокий, кривая самая пологая.



ВНИИИП установлено, что многие из них обладают консервирующим действием. Поэтому поработавшее масло является более эффективным консервантом, чем свежее. Отсюда следует рекомендация: если срок замены масла по пробегу не наступил, сливать его «на зиму» не нужно. А весной на «старом» масле можно смело ездить до тех пор, пока оно не выработает положенный километраж.

Но вернемся к SAE. Конечно, «подснежникам» можно посоветовать пользоваться сезонными летними маслами. Например, классов SAE 30, SAE 40 или даже SAE 50 в зависимости от степени изношенности двигателя.

В летнее время такие масла будут лучше смазывать двигатель, чем всесезонные. Причина в том, что сезонные масла относятся к ньютоновским жидкостям, вязкость которых зависит только от температуры. А вот загущенные всесезонные масла являются неньютоновскими жидкостями. Вязкость таких сред зависит не только от температуры, но и от градиента скорости сдвига (отношения скорости перемещения одной поверхности трения относительно другой поверхности трения к зазору между ними). Летние масла не подвержены временным падениям вязкости, а всесезонные – подвержены. Свойства летних масел не зависят от состояния загустителей (они там просто-напросто отсутствуют), а свойства всесезонных – зависят, их вязкость может уменьшаться вследствие деструкции загущающих присадок. И, наконец, сезонные масла дешевле, поскольку, как только что говорилось, дорогие загустители в них не вводят.

Казалось бы, все говорит в пользу сезонных летних масел – кроме, может быть, затрудненных пусков при внезапных заморозках в мае или сентябре. Но вот беда: их автомобильное применение неуклонно сокращается. Многие ведущие производители просто-напросто не выпускают сезонных масел, отдавая предпочтение всесезонным. Почему?

Главная причина – стремление умерить аппетиты двигателей. Ведь летние масла не умеют экономить топливо, а всесезонные, вследствие своей неньютоновской природы, временного падения вязкости и наличия модификаторов трения, могут быть энергосберегающими. А снижение потребления топлива в наше непростое время важно чрезвычайно – как по экономическим, так и по экологическим соображениям.

### **API, ACEA и другие**

Допустим, перед нами канистра с моторным маслом SAE 5W-40, API SL/CF, ACEA A3/B4. Что скрывается за символами SAE 5W-40, мы уже знаем. Теперь настала очередь таинственной аббревиатуры API.

Впрочем, почему таинственной? Эти три буквы означают American Petroleum Institute – Американский институт нефти. Он-то и разработал одноименную классификацию моторных масел по областям применения и уровню эксплуатационных свойств.

API разделяет моторные масла на две большие группы: S (от слова Service) и C (от слова Commercial). Первая охватывает масла для четырехтактных бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов и пикапов, а вторая – для дизелей грузовых автомобилей, промышленных и сельскохозяйственных тракторов, внедорожной и строительной техники.

Обратим внимание, что API не выделяет в особую группу масла для легковых дизелей. В них, как правило, заливают так называемые универсальные масла, способные работать и в бензиновых, и в дизельных моторах. Такие продукты имеют двойное обозначение – буквы S и C, разделенные косой чертой, например, API SJ/CF или API SJ/CH-4. Значит, упомянутое масло SAE 5W-40, API SL/CF – универсальное.

А что означают буквы латинского алфавита, следующие непосредственно за «бензиновым» символом S и «дизельным» C? Все просто: они характеризуют те самые уровни эксплуатационных свойств масел. Об этом – подробнее.

По мере совершенствования конструкции двигателей требования к маслам ужесточались. Соответственно, с момента появления классификации API в группу S последовательно вводилось 11 категорий масел: SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL и SM. Мы не оговорились: эти сочетания букв именуется категориями, хотя совсем недавно их называли классами. В современной редакции API осталось три «бензиновые» категории: SJ, SL и SM.

Существует простое правило: чем дальше от начала алфавита вторая буква, тем выше уровень свойств масла и совершеннее двигатель, для которого оно предназначено.

Категория API SL была введена в 2001 году, API SM – в 2004 году. Аттестованные по

ним масла обладают улучшенными в сравнении с API SJ антиокислительными, противоизносными, моющими и энергосберегающими свойствами. Так, для SL законны более жесткие условия вязкостно-температурных испытаний.

## Слово эксперту



Александр Хрулев, канд. техн. наук

### На взгляд моториста...

Выбор масла для двигателя — дело не такое простое, как может показаться на первый взгляд. Особенно, как это ни странно — для двигателей новых автомобилей. Именно здесь, в казалось бы, совершенно понятном и простом вопросе, заключено немало сложностей и даже серьезных опасностей.

Начнем с того, что рекомендуется использовать в двигателе нового автомобиля. Не секрет, что активная, длительная и весьма успешная борьба за экологию в автомобилестроении установила приоритет за маловязкими

энергосберегающими маслами. Это масла с классами вязкости, к примеру, 5W-30 или 10W-30, причем не так давно уже появилось масло 5W-20 и даже 0W-20. Тенденция очевидна — производитель заботится о нашем с вами здоровье и предлагает использовать как можно менее вязкий продукт, который и трение снизит, и топливо сэкономит, и даже мощности добавит.

Однако на самом деле все не так хорошо, как это рассказывается в рекламных проспектах и указывается в инструкциях. Наш знаменитый соотечественник Ломоносов добрых два века назад открыл простую закономерность — закон сохранения. Он гласит, что если где-то что-то прибыло, значит, что-то и убыло тоже. С прибылью у масла понятно, а вот что не так с его малой вязкостью, надо бы разобраться.

Если подробно рассмотреть работу различных пар трения в двигателе, то преимущества маловязких масел будут очевидны только в подшипниках. Однако не подшипники определяют основные механические потери в двигателе, и не подшипники подвержены первоочередному износу. Главными «виновниками» износа, как и трения, являются, без сомнения, цилиндропоршневая группа и газораспределительный механизм. И если для износа цилиндра, поршня и колец влияние вязкости масла не вполне очевидно, то в деталях ГРМ с их режимом смазки маловязкое масло является прямой причиной ограничения ресурса двигателя.

С другой стороны, в течение последних десятилетий наблюдается тенденция обновления парка автомобилей — и в мире в целом, и у нас в частности. При этом неплохо бы читать «между строк» — уменьшение среднего возраста автомобилей означает меньший потребный ресурс (зачем делать автомобиль с ресурсом 300 тыс. км, если он не будет ходить больше 150?). Заметим также, что любому производителю всегда выгодно, чтобы его автомобили покупали чаще и больше. И здесь маловязкое масло, дающее лишь некоторое едва заметное улучшение в экологии, но увеличивающее износ отдельных узлов, как нельзя лучше ложится в общую концепцию «принудительного» ограничения срока службы автомобиля.

Отдельной проблемой является бренд применяемого в двигателе масла. Можно долго спорить, какое масло лучше налить, но в конечном счете подобные споры сводятся больше к тому, какая этикетка на банке краше и больше нравится клиенту, нежели к реальным преимуществам и проверенным практикой достоинствам. Тем более что все без исключения современные масла имеют одинаковую спецификацию. В пустых спорах самое важное всегда остается «за кадром» — то, что масло является самым «ходовым» товаром для манипуляций недобросовестных продавцов и откровенного воровства на огромном количестве СТО, включая даже самые именитые дилерские центры, что наносит двигателю дополнительный вред, иногда быстрый и непоправимый. Парадокс, но наибольшую опасность представляют здесь самые «раскрученные» и популярные бренды, в то время как менее известные марки масел дают двигателю определенную защиту от подобного манипулирования.

Что же получается? Если клиент не собирается долго ездить на автомобиле, то прописанное в инструкции к автомобилю маловязкое масло наиболее популярного бренда — без сомнения, лучший выбор. Причем, возможно, не столько для двигателя, сколько для работников сервиса. Для всех остальных случаев наши практические рекомендации будут весьма ограничены.

Так, по классам вязкости выбор масла весьма невелик:

- 10W-60 — для самых высоконагруженных и высокооборотных двигателей, включая спортивные, но не для городской эксплуатации;
- 5W-50 — для всех типов двигателей и особенно для тех, кто понимает, как на самом деле должен работать мотор;
- 5W-40 — для любых моторов, работающих в широком диапазоне оборотов и нагрузок, включая самые мощные турбодвигатели;
- 0W-40 — для работы на самых высоких оборотах с низким трением, включая зимнюю эксплуатацию при самых низких температурах.

Ни одного маловязкого масла мы рекомендовать не можем. Как не можем посоветовать покупать самое популярное и дорогое масло — из тех, что нередко мелькают на экранах телевизоров, убеждая зрителей в исключительной защите их двигателей. Напротив, при указанной выше вязкости оптимальным для ресурса двигателя будет масло не самое популярное, и только по одной причине — его не поддельвают и не воруют.

Возможно, кто-то не согласится с нашей оценкой, но практика — не та вещь, которой можно было бы легко пренебречь.



Судите сами: для SJ испытания длились 64 часа, а рост вязкости допускался 375%. Для класса SL испытания продолжаются 80 часов при более высокой температуре, а рост вязкости не должен превышать 200%. Износ вкладышей для SJ допускался 40 мг, а для SL – 26,4 мг. Таким образом, «движение по алфавиту» – не рекламный трюк, а реальное ужесточение требований к маслу.

В «дизельную» группу С за годы существования API вводилось 11 категорий: SA, SB, SC, CD, CD-II, CE, CF, CF-4, CF-2, CG-4, CH-4.

Правило «чем дальше буква от начала алфавита, тем совершеннее продукт» действует и здесь. По мере ввода новых категорий предшественники исключались. Уже в 2002 году действовали CF, CF-2, CF-4, CG-4 и CH-4 (цифра 2 означает «двухтактные дизели», а цифра 4, соответственно, «четырёхтактные»). Позже к этому ряду добавились категории SH, SI-4, SJ, SJ-4.

Признаем, масла API CF-4 на сегодняшний день не являются вершиной творчества. Однако и пренебрегать ими не следует. Это добротные продукты, надежно работающие в дизелях с разделенной камерой сгорания и дружелюбные к топливу с повышенным содержанием серы, что для России очень важно.

Читаем на этикетке: SAE 10W-40, API SL/CH-4, ACEA A3/B4/E5. Как видно из маркировки, это масло относится к дизельной категории CH-4. Значит, оно способно работать в четырехтактных двигателях магистральных грузовиков, но не только. Это масло может применяться и на легковых автомобилях, обладает энергосберегающими свойствами и способно выдерживать значительный нагрев, не образуя отложений. Что заставляет Американский институт нефти, периодически вводить новые категории масел? Догадаться нетрудно: экологическое законодательство ужесточает требования к топливу и вынуждает совершенствовать конструкцию двигателей. А это, в свою очередь, определяет новые требования к маслу. Хрестоматийный пример – совместимость моторных масел с каталитическим нейтрализатором отработавших газов. До его появления масло могло содержать антиокислительные присадки на основе дитиофосфатов цинка (производных фосфорной кислоты). Но фосфор плохо уживается с материалами покрытий нейтрализаторов. Поэтому производители масел заменили дитиофосфаты карбоматами цинка, карбоматами молибдена или другими антиокислительными присадками. Некоторое время тому назад в дизельном семействе появились моторы с очень высоким давлением впрыска топлива и поздним началом его подачи. Это дало возможность снизить максимальную температуру цикла и уменьшить образование оксидов азота при сгорании топлива. Чуть позже американское экологическое законодательство потребовало дальнейшего снижения вредных выбросов. Тогда производители двигателей перешли на составной поршень: его головка выполнялась из стали, а юбка – из алюминий-магниевого сплава. Это увеличило механическую прочность поршня, позволив поднять верхнее поршневое кольцо совсем близко к камере сгорания. Высота огневой перемычки снизилась, а мертвое пространство, где могли «спрятаться» капельки несгоревшего топлива, уменьшилось до предела. Сгорание стало более полным, однако температура в зоне первого поршневого кольца возросла. Следовательно, от масла потребовалась более высокая термостабильность и окислительная стойкость.

Следующим шагом стало внедрение рециркуляции, когда на впуск возвращается 20–25% предварительно охлажденных отработавших газов. Парциальное давле-

ние кислорода в сжатом свежем заряде уменьшилось, что понятно: воздух содержит 21% кислорода, а смесь воздуха с рециркулирующими газами – всего 16–17%. В результате образование оксидов азота в процессе сгорания резко снизилось. Уменьшился и выброс их в атмосферу. Но, как известно, за все приходится платить. Раньше продукты сгорания топлива соприкасались с масляной пленкой на стенке цилиндра только в двух тактах из четырех: при расширении и выпуске. Теперь отработавшие газы появились и в свежем заряде воздуха. Они стали взаимодействовать с масляной пленкой в зоне поршневых колец на всех четырех тактах.

На беду, это как раз та область, где происходят окисление и нитрование масла, ведущие к его деструкции. Кроме того, в данной области возникает коррозионный износ цилиндра, и вот почему. В продуктах сгорания топлива всегда присутствует вода. Как только в масле появляются оксиды серы и азота, образуются сильные кислоты, вызывающие коррозию металла.

Вот почему американцы каждые четыре года вводили новый класс API: сначала SF-4, потом CG-4, затем CH-4, и, наконец, с учетом рециркуляции отработавших газов – CI-4 и CJ-4. Масла этого класса отличаются от предшественников особо высокими нейтрализующими, противоизносными и антикоррозионными свойствами. Но классификация API – прерогатива США. А что думают на этот счет в Европе? Давайте кратко ознакомимся с классификацией, имя которой – ACEA, что означает Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles, Association of European Car Makers – Ассоциация европейских производителей автомобилей. Она предъявляет более жесткие требования к маслам, нежели API.

Классификация ACEA в настоящее время включает три класса масел, ранжированных по типу и назначению двигателя: А – для бензиновых двигателей легковых автомобилей; В – для дизелей легковых автомобилей; Е – для дизелей грузовых автомобилей. Внутри классов масла подразделяются на категории, коих насчитывается ни много ни мало – четырнадцать.

К сожалению, мы не можем здесь расшифровать все многообразие классов и категорий ACEA. Предлагаем читателю сделать это самостоятельно с помощью дополнительной литературы. Мы же ограничимся конкретным примером, а именно: расшифруем маркировку уже знакомого нам масла SAE 10W-40, API SL/CH-4, ACEA A3/B4/E5 в части, относящейся к ACEA.

Итак, читаем: ACEA A3/B4/E5. Категория A3 говорит о том, что данное масло способно работать в самых современных бензиновых двигателях европейских автомобилей, как с наддувом, так и без него. Категория B4 допускает применение данного масла в дизелях легковых автомобилей с непосредственным впрыском топлива. И, наконец, E5 указывает на высокую категорию масел для дизелей грузовых автомобилей, обеспечивающую наименьшую токсичность отработавших газов и весьма длительный пробег. Иными словами, перед нами продукт с большим ресурсом.

Да, интересное масло... Универсальное во всех смыслах: «бензиновое» и «дизельное», «легковое» и «грузовое», и к тому же всесезонное с довольно широким вязкостно-температурным диапазоном. К слову, высшая категория сегодня – E9. Свойства таких масел еще более привлекательны.

Кроме американской классификации API и европейской ACEA, иногда применяется классификация ILSAC. Она разработана Международным комитетом по

одобрению и стандартизации смазочных материалов (ILSAC) при участии Ассоциации производителей автомобилей Японии (JAMA) и Ассоциации производителей автомобилей Америки (AAMA). Этот документ определяет четыре «бензиновых» класса масел для двигателей легковых автомобилей: GF-1, GF-2, GF-3 и GF-4.

### Слово производителю

Продолжаем знакомство с линейкой моторных масел Mobil, весьма популярных на российском рынке. Сегодня мы расскажем о трех продуктах для коммерческого транспорта.

Продукт первый – Mobil Delvac MX ESP SAE 15W-40 – минеральное моторное масло с очень высокими эксплуатационными свойствами. Это масло способствует увеличению срока службы двигателя в тяжелых режимах – например, при длительном движении по магистралям и при работе в условиях бездорожья. Подходит для мощных современных двигателей, оснащенных системой рециркуляции отработавших газов (EGR), сажевыми фильтрами (DPF) и каталитическими нейтрализаторами (DOC). Кроме того, масло Mobil Delvac MX ESP 15W-40 обеспечивает надежную и экономичную работу двигателей-«ветеранов».

Свойства данного масла подтверждены следующими классификациями и допусками автопроизводителей: API CJ-4, CI-4 PLUS, CI-4, CH-4, CF-2, CF, SM, SL, ACEA E7, E9, Caterpillar ECF-3 JASO DH-2; Cummins CES 20081, Detroit Diesel Power, Guard Oil Specification 93K218/93K214, Mack EO-N Premium Plus 03/Mack EO-O Premium Plus, MAN M3275, Deutz DQC II-05, Mercedes-Benz MB-Approval 228.3, 228.31, Volvo VDS-4/VDS-3/VDS-2

Продукт второй – Mobil Delvac 1 LE SAE 5W-30. Это полностью синтетическое моторное масло с высочайшими эксплуатационными характеристиками. В тяжелонагруженных дизелях оно способствует продлению срока службы как самого двигателя, так и системы очистки отработавших газов. Предусматривает возможность увеличения межсервисных интервалов, в том числе и на двигателях, оснащенных сажевыми фильтрами DPF. Обладает энергосберегающими свойствами. Масло Mobil Delvac 1 LE SAE 5W-30 рекомендуется для применения в тяжелых условиях, включая эксплуатацию техники в строительстве, сельском хозяйстве и при карьерных разработках.

Эксплуатационные свойства подтверждены ACEA E6, ACEA E4. Одобрения производителей автомобилей: MB 228.51, MB 228.5, MAN M 3477.

И, наконец, третий продукт – полностью синтетическое моторное масло Mobil Delvac 1 SAE 5W-40 для тяжелонагруженных дизелей. Способствует продлению ресурса двигателя, позволяет увеличивать интервалы пробега, экономит топливо. Масло Mobil Delvac 1 5W-40 рекомендуется к применению не только на магистралях, но и при разработке месторождений, в строительстве и в сельском хозяйстве. Масло Mobil Delvac 1 также соответствует спецификации API SL для бензиновых двигателей, то есть может применяться в автопарках смешанного типа (дизельные и бензиновые автомобили).

Свойства подтверждены API CI-4 PLUS/CI-4/CH-4/CG-4/CF; API SL/SJ; ACEA E7/E4; Jaso DH-1; Global DHD-1; Cat ECF-1; DAF Extended Drain; Cummins 20072/71; Detroit Diesel Power Guard Oil Specification 93K214; Ford WSS-M2C171-D. Обладает уровнем свойств API CF-4. Масло одобрено: MB-Approval 228.5; Volvo VDS-3/VDS-2; Cummins 20078/77/76/75; Mack EO-N Premium Plus 03, EO-M Plus; Renault RVI RXD; Scania LDF

Информация предоставлена компанией ExxonMobil



Америци (AAMA). Этот документ определяет четыре «бензиновых» класса масел для двигателей легковых автомобилей: GF-1, GF-2, GF-3 и GF-4.

Можно ли установить точное соответствие между различными классификациями, в частности между API и ACEA? Нет, нельзя – слишком велики различия исходных требований к маслам и методов их испытаний в США и в Европе. Кроме того, экологические законодательства стран Западной Европы и Японии либеральнее американского. Да и двигатели европейских автомобилей более напряженные, и эксплуатируются они при более высоких нагрузках, нежели американские. Выше у них и обороты коленчатого вала. Особенно много различий в требованиях к маслам для дизелей, что обусловлено особенностями конструкций «европейцев» и «американцев».

Однако сегодня различия сглаживаются. В мире происходит глобализация экономики. Многие страны приобретают автомобили, выпускаемые в Западной Европе и США, Японии и Корее. Каждый производитель рекомендует для своей техники моторное масло, сертифицированное по класси-

фикации, применяемой в данном регионе.

Кроме того, на автомобили, выпускаемые собственными заводами, нередко устанавливаются импортные силовые агрегаты.

Так, в России можно встретить «бычки» с двигателями Caterpillar и «уралы» с двигателями Iveco. Согласитесь: приобретать в каждом отдельном случае масла, рекомендованные автопроизводителем, очень неудобно.

С другой стороны, мы наблюдаем слияние автомобильных концернов, укрупнение нефтяных компаний и фирм, производящих присадки к моторным маслам. Все сказанное наводит на мысль: а не пора ли унифицировать требования к моторным маслам в рамках интеграции экономики?

Пора, конечно, пора. Создана всемирная спецификация дизельных масел, объединившая требования американской классификации API (категория CH-4), европейской ACEA (класс E5-99) и японской JAMA (класс DH-1). Имя этой спецификации – Global DHD-1. Что ж, достойное имя для документа, приводящего «к общему знаменателю» масла для американских, европейских и японских дизелей.

### **Ваш допуск?**

Всем хороши действующие классификации SAE, API и ACEA. Люди, их разработавшие, знают толк и в двигателях, и в маслах, и в методологии экспериментальных исследований. Они подвергают моторные масла жестким испытаниям на уникальных стендах, в специальных одноцилиндровых установках и в полноразмерных двигателях. Объем испытаний велик: для масел новейших категорий он насчитывает многие сотни и даже тысячи моточасов. Чего только не проверяют в процессе «экзакуции»: смазывающие, моющедиспергирующие, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные и многие другие свойства смазочных материалов.

И все же производители автомобилей полагают, что «в этом супе чего-то не хватает». Ведь масло по праву считается полноценной деталью двигателя. А двигатель BMW – это вам не Opel.

И спортивный Porsche – уж никак не грузовой Volvo. Как сказал герой пьесы Островского, «один любит арбуз, а другой – свиной хрящик».

Специфика, специфика... Разные конструкции, разнородные материалы, собственные «know-how» и прочие нюансы, ведомые лишь автопроизводителем. Вот почему они дополняют базовые классификации собственными требованиями, прописанными... где? Запомним: требования эти содержатся в спецификациях производителей автомобилей. А соответствие моторных масел спецификациям проверяется на «родных» двигателях, – причем по фирменным методикам, зачастую более жестким, нежели методики SAE, API, ACEA, ILSAC.

Спецификаций производителей автомобилей множество, и описать их в одной статье невозможно. Поэтому ограничимся беглым знакомством лишь с некоторыми из них.

Обратимся к опыту компании Volvo. Для дизелей грузовиков и автобусов этой марки действуют две спецификации: VDS-2 и VDS-3. VDS означает «Volvo Drain Specification», что можно перевести как «Спецификация Volvo по замене масла».

Спецификации Volvo интересны своей автономностью, независимостью от SAE, API, ACEA и других классификаций. Каков порядок присуждения «титула» VDS конкретному моторному маслу? Начнем с VDS-2. Для аттестации по этому до-

кументу масло должно соответствовать категории E3 по ACEA. Это – минимум, основа, фундамент. А потом начинается самое интересное. На трассу выходят три гигантских грузовика. Их 12-цилиндровые дизели заправлены тестируемым маслом. Впереди долгие эксплуатационные испытания, состоящие из пяти циклов по 60 тыс. км пробега. Через каждые 15 тыс. км проводится анализ масла: что с ним стало после очередного этапа, сильно ли оно состарилось? Но это так, текущий контроль. А главное – масло и после 60 тыс. км должно демонстрировать строго определенные щелочность, моюще-диспергирующую способность и прочие «бойцовские» показатели.

После окончания эксплуатационных испытаний специалисты Volvo разбирают двигатель и тщательно изучают его внутренности. Каково состояние поверхностей трения? Величины износов? Что можно сказать о чистоте деталей, нагарообразовании, низкотемпературных отложениях? В спецификации VDS-3 прописаны более жесткие требования: масло должно соответствовать не категории E3 по ACEA, а E5. А потом – на трассу! Два грузовика (два – это минимум, можно и три, и четыре) с теми же 12-цилиндровыми дизелями проходят 4 цикла по 75 тыс. км. Пробу масла берут через каждые 75 тыс. км. А после суммарного пробега в 300 тыс. км, как и в предыдущем случае, следуют разборка двигателя, анализ, выводы. Самое интересное, что все работы оплачивает заинтересованное лицо – производитель масла. Его представители могут участвовать в экспертизе двигателя, но голоса их – совещательные. Окончательное «да» или «нет» произносят инженеры Volvo. И коли звучит «да», испытываемое масло к своим регалиям SAE, API и ACEA приплюсовывает еще одну – VDS-2 или VDS-3. Весьма похожие (хотя и не идентичные) испытания проводят компании DAF и Scania.

А теперь поговорим о концерне Daimler. Не претендуя на полноту, остановимся на некоторых «изюминках» спецификаций MB. Для оценки «грузовых» масел используется три документа:

- MB 228.0 и 228.1 – грузовые дизели предшествующего поколения, коих в эксплуатации еще немало;
- MB 228.2 и 228.3 – современные, наиболее распространенные грузовые дизели;
- MB 228.5 – новейшие грузовые дизели.

Понятно, что чем моложе спецификация, тем жестче требования к противоизносным свойствам масла, расходу, росту вязкости от загрязнения сажей, чистоте деталей силового агрегата. Давайте остановимся на данном показателе применительно к дизелям с разделенной камерой сгорания. Чистота поршня для этих моторов ранжируется следующим образом: 22 балла по спецификации MB 228.0 и 228.1; 24 балла по MB 228.2 и 228.3; и 26 баллов по MB 228.5.

Чтобы все было понятно, поясним: 0 баллов – безнадежно грязный поршень, с черным нагаром, лаковыми отложениями и закоксованными кольцами. А дальше – чем выше балл, тем чище поршень.

Оценивается и процент заполированной поверхности стенки цилиндра: 6%, 4,5 и 3% соответственно. Это, конечно, далеко не все испытания, но пора нам двигаться дальше. Отметим лишь, что проверки масел на дизелях Daimler с непосредственным впрыском топлива похожи на только что описанные. Правда, оценки здесь выстав-

ляются иные: например, чистота поршня по MB 228.5 должна соответствовать 40 баллам, а не 26, как это принято для предкамерных дизелей.

Для «бензиновых» масел тоже есть свои спецификации.

У Daimler это MB 229.1, MB 229.3 и новейшая – MB 229.5. По этим документам оцениваются чистота поршня и износ кулачков распредвала, вводятся условия по сульфатной зольности, температуре застывания и некоторым другим показателям.

И, само собой разумеется, масла, претендующие на аттестацию, должны соответствовать определенным базовым категориям ACEA и быть энергосберегающими. Остановимся на этом чуть подробнее. Есть у Daimler эталонное энергосберегающее масло, назовем его просто – эталон. Так вот, испытываемое масло обязано превзойти его по экономии топлива: по спецификации MB 229.3 не менее чем на 1%, а по MB 229.5 – не менее чем на 1,7%. А ведь эталон, напомним, сам является энергосберегающим продуктом. Значит, масло, аттестованное по MB 229.1, поможет сэкономить на бензине.

Несколько слов о спецификациях Volkswagen.

В активе спецификаций VW 503.00/506.00 и 506.01 есть многое. Это базовый уровень ACEA, работа с дизелями с разделенной камерой и непосредственным впрыском, работа с бензиновыми двигателями. Это многочасовые стендовые и шоссейные испытания с последующими разборками моторов. Это оценка износов, чистоты поршней, подвижности поршневых колец, состояния подшипников, отдельные испытания деталей ГРМ на стенде «кулачок-толкатель» с усиленными (в сравнении с реальным двигателем) пружинами. Но есть там кое-что еще: тестирование с применением изотопов. Если они вводятся в масло, то по окончании испытаний можно судить, сколько его ушло «на угар», и сколько – в отложения. Если «метится» поверхность детали, то ее износ отслеживается с величайшей точностью. Встречая на канистрах допуски VW, полезно вспомнить об этом примечательном факте.

Вывод, полагаем, ясен: признание моторного масла ведущими автопроизводителями говорит о его высочайшем качестве. Ведь классификации SAE, API и ACEA определяют лишь базовый уровень масла. Образно говоря, это предварительная договоренность между производителями масел и автомобилей. А спецификация – договоренность окончательная. А потому она является лучшей рекомендацией для конечного потребителя – владельца автомобиля.

### **Похожие, но разные**

Изобретатели Отто и Дизель подарили человечеству двигатели, у которых много общего: цилиндр, поршень, коленчатый вал, четырехтактный или двухтактный цикл работы... Однако и различий у них немало. Начнем с того, что смесеобразование в двигателях с воспламенением от сжатия происходит в сотни раз быстрее, чем в моторах с искровым зажиганием. Поэтому в дизелях трудно обеспечить полное сгорание смеси. А неполное сгорание приводит к образованию большого количества сажи – вспомним специфический шлейф, тянущийся за кормой иных грузовиков и автобусов.

Однако не вся сажа вылетает в выхлопную трубу, часть ее попадает в масло. Эта довольно тяжелая субстанция разносится по внутренностям мотора, толстым слоем оседает на деталях и забивает масляные фильтры.

Для борьбы с этими, мягко говоря, нежелательными явлениями в масло для дизелей вводят повышенное количество диспергирующих присадок. Они-то и поддерживают частички сажи во взвешенном состоянии, не позволяя им слипаться и осесть на поверхности металла. Это – первое отличие дизельных моторных масел от бензиновых.

В цилиндрах дизеля сжимается чистый воздух – причем очень интенсивно, чтобы его температура резко поднялась и впрыснутое топливо самовоспламенилось. Рабочая смесь в силу самого принципа образования получается бедной, а значит, она сгорает при избытке кислорода. Поэтому температура горения получается высокой: даже в безнаддувных дизелях на повышенных нагрузках она достигает 500–600°C. В результате масляная пленка на стенках цилиндров и поршнях дизелей окисляется гораздо быстрее, чем в бензиновых моторах.

Кроме того, высокое давление в камерах сгорания способствует прорыву газов в картер, а значит, создает дополнительные условия для окисления масла. Отсюда следует второе отличие дизельных масел: они требуют повышенного содержания антиокислительных присадок – антиоксидантов.

При конструировании дизельных масел приходится оглядываться и на топливо. Так, при использовании некондиционного топлива сера очень сильно способствует разрушению масляных присадок. Судите сами: сгорая, она образует оксиды SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>.

Взаимодействуя с парами воды, эти соединения порождают серную и сернистую кислоты, снижающие щелочное число масла и, следовательно, его нейтрализующую способность. Все сказанное влечет быстрое окисление масла, активизацию сернистой коррозии и коррозионного износа, и, как результат – повышенный износ цилиндропоршневой группы. Кроме того, кислоты снижают моющую способность масла, отнимая металл у моющих присадок – детергентов.

Этим губительным процессам противостоят вводимые в дизельное масло щелочные присадки. Кроме того, в продукте приходится увеличивать содержание тех самых детергентов. Так, наличие в топливе серы диктует еще несколько специфических требований к дизельному маслу.

А теперь обратимся к примерам. Категория ACEA E4-99 сулит нам, в частности, «...стойкие к деструкции масла, обеспечивающие лучшую чистоту поршней, меньший износ и рост вязкости при накоплении сажи...» Такие продукты рекомендуются к применению в высокофорсированных дизелях грузовых автомобилей.

#### Слово эксперту



Александр Перушин, канд. техн. наук

##### Вести с полей российских...

Говорят, что французы ездят преимущественно на французских автомобилях, которые заправлены главным образом французскими маслами. Что французу хорошо, то в России ... Что поделаешь, ну не любим мы себя.

Полки наших магазинов заставлены импортными маслами. И не только продуктами мировых «грандов», но и компаний, о существовании которых еще вчера было неведомо даже узким специалистам. А что же отечественный производитель? Все ли так плохо, как принято считать?

В настоящее время российские производители масел освоили и предлагают как на внутреннем, так и на зарубежных рынках широкий ассортимент современных моторных масел. Это обусловлено тем, что качество минеральных базовых компонентов, производимых в РФ, соответствует мировым требованиям, вследствие чего они охотно и в значительных количествах закупаются западными фирмами. И процесс повышения качества базовых компонентов, подготовки производства более современных продуктов идет непрерывно.

Сложнее с присадками. Основная часть высококачественных российских масел производится как во всем мире – с использованием пакетов присадок мировых производителей. Некоторые частные российские фирмы, дочерние компании российских нефтеперерабатывающих холдингов уже в настоящее время освоили производство необходимого набора современных присадок, что позволило разработать ряд современных моторных масел. Испытания некоторых из них завершены и не только в России, но и в международных испытательных центрах. Некоторые продукты дорабатываются по результатам испытаний. Процесс разработки и производства высокотехнологичных химических продуктов в РФ выходит на новый этап.

Так что не все так плохо, как мы любим поговорить.

## И дизели разные

Влияет ли совершенствование двигателей на требования к моторным маслам? Несомненно. Вот наглядный пример: добиваясь более полного сгорания, конструкторы стремятся поднять верхнее компрессионное кольцо, максимально приблизив его к камере сгорания. Тем самым уменьшается «мертвый» объем над кольцом, где скапливаются несгоревшие капельки топлива.

Понятно, что при таком нововведении моторному маслу приходится работать при более высокой температуре. Значит, необходимо повышать его термоокислительную стабильность, использовать более эффективные антиокислители. А для борьбы с нагарообразованием над первым компрессионным кольцом в масло вводят больше эффективных моющих присадок. Это еще несколько «узелков на память» при создании дизельных масел.

Да и дизель дизелю рознь – в малоразмерных моторах масло работает в иных условиях, нежели в двигателях грузовиков. Вот несколько усредненных цифр: объем легковых дизелей от 1 до 3-х литров, мощность порядка 100 л.с., диаметр поршня – 75–85 мм, объем масляной системы 5–7 литров. У грузовых моторов литраж и мощность в 2–3 раза выше, диаметр поршня – 120–130 мм, а объем масляной системы 25–30 литров.

Из сопоставления видно, что масло в малоразмерных дизелях циркулирует интенсивнее. Больше у них и удельная мощность, отнесенная на единицу периметра цилиндра, – отсюда повышенный, в сравнении с грузовиками, прорыв газов.

Кроме того, среди дизелей малого литража больше двигателей с разделенной камерой сгорания. Воспламенение богатой смеси в предкамере или вихрекамере способствует формированию сажистых частиц большего размера и в большем количестве, чем в дизелях с непосредственным впрыском топлива. Такое вот «внутрисемейное» различие, которое тоже нельзя сбрасывать со счетов.

Кроме того, среда обитания дизельных легковушек, фургонов и пикапов – город, а грузовых машин – шоссе, что тоже сказывается на режиме работы двигателя. И все эти нюансы необходимо учесть.

Для снижения содержания оксидов азота мощные грузовые дизели оборудуют системой рециркуляции отработавших газов. В таких конструкциях очень важна скорость нейтрализации кислот, а значит, и высокий уровень нейтрализующих свойств масла. В противном случае подшипники коленчатого вала будут подвергаться массивной коррозионной атаке.

Интересно, что европейская классификация ACEA не предусматривает моторных испытаний антикоррозионных свойств масла. А вот американцы для дизельных масел такие «экзамены» проводят в обязательном порядке, справедливо полагая, что коррозия шатунных и коренных подшипников коленчатого вала – довольно распространенное явление.

Известно, что хонингование цилиндров способствует удержанию масляной пленки, – той самой, что обеспечивает смазку пары «поршень-цилиндр». При этом глубина канавок после хонингования составляет около 3 мкм.

Если поршень покрыт твердым нагаром, при его перекладке хонинговальные риски стираются. Возникнет эффект «полировки цилиндра». Масляная пленка на стенках цилиндра не держится, она легко снимается поршневыми кольцами. Разуме-



ется, это довольно быстро приводит к необходимости ремонта блока. В силу некоторых конструктивных особенностей явление полировки цилиндра свойственно мощным дизелям, производимым в Европе. Потому европейские спецификации оговаривают (и ограничивают!) степень этой полировки. А борются с ней, увеличивая липкость масел, их стойкость к деформационному сдвигу при высоких температурах, а также усиливая моющие свойства продукта для предотвращения высокотемпературного нагарообразования.

А вот американские дизели полировкой цилиндров не болеют. Поэтому в масла для них вводят меньше зольных детергентов, но увеличивают количество беззольных дисперсантов для дробления уже упоминавшейся сажи. И опять пример для закрепления пройденного. Категория ACEA E3-96 регламентирует, в частности, требования к маслам «... с высокими моющими свойствами препятствующим полировке цилиндров...» Понятно, что масла, аттестованные по ACEA E4, справятся с упомянутыми задачами успешнее – ведь требования ACEA E4 превосходят E3. Однако эти масла и подороже.

### **Паллиатив?**

### **Нет, полноценное решение!**

Выше мы акцентировали внимание на дизельных маслах. Однако потребители, эксплуатирующие смешанную дизельную и бензиновую технику, заинтересованы в универсальных продуктах. В их числе военные, строители, руководители автохозяйств, коммерсанты, занимающиеся развозкой товара. Все они подтвердят: заманчиво заправлять хотя бы часть машин парка из одной цистерны.

Как соотносится сказанное в предыдущих разделах с конструированием универсальных масел? А вот как: их разработчики должны создать продукт, учитывающий особенности дизеля и бензинового мотора. А, кроме того, способный ужиться с малосернистым и высокосернистым дизельным топливом, а также с бензином.

Новые научные разработки и технологические успехи позволили создать масла с действительно универсальными свойствами – как по диапазону вязкости, так и по возможности применения для различных типов двигателей.

Правда, универсальность – это всегда компромисс, но разумный, оправданный. И чем выше категория масла, тем труднее он достигается. Добавим: и тем значимее победа. Сегодня производители моторных масел могут предложить рынку современные универсальные продукты. Например, масло SAE 10W-40, API SL/CF-4, ACEA A3/B3/E3 прекрасно подойдет для смешанного автопарка – грузового и легкового, дизельного и бензинового. И таких полноценных решений на рынке немало.

**Журнал АБС-АВТО №5 2011.**  
**Ю.Буцкий. Масло в моторе. Часть 3, энергосберегающая.**

Вот ведь как бывает: хотели уложиться в три статьи — не получается. Слишком много материала. Поэтому будет у нас с вами четыре, а то и пять публикаций.

В прошлых статьях речь шла о базовых маслах и композиции присадок, классах вязкости SAE, сезонных и всесезонных маслах, классификациях API, ACEA и других, «бензиновых», «дизельных» и универсальных маслах, спецификациях (одобрениях) производителей автомобилей и двигателей. Сегодняшняя тема — энергосберегающие масла.

Автор выражает огромную признательность научному редактору цикла, одному из ведущих специалистов по маслам, канд. техн. Наук В. Д. Резникову.

**Все началось с кризиса**

Да, с кризиса, но далекого, ныне почти забытого нефтяного кризиса 1973 года. Мир тогда изменился: человечество стало учиться беречь энергоресурсы. Тогда-то и появились моторные масла, позволяющие сэкономить некоторое количество топлива. Они получили название энергосберегающих.

Кризисы приходят и уходят, а энергосберегающие масла остаются. Похоже, навсегда. И дело тут не только в ожидании очередных потрясений, влекущих за собой повышение цен на топливо. Не так давно к экономическому фактору добавился еще один — экологический.

А энергосберегающие масла способствуют и снижению выбросов токсичных веществ в атмосферу. Арифметика проста: сжег меньше топлива — получил меньше отработавших газов.

Но позвольте, за счет чего меньше? Чтобы понять, в чем тут дело, посмотрим, где именно происходит потеря мощности двигателя, а, следовательно, и энергии, получаемой в результате сгорания бензина или дизельного топлива.

**Где теряем?**

Досадные потери мощности официально называются «мощностью механических потерь». А ее можно и подсчитать. Вспомним: мощность, развиваемая при расширении газов в цилиндрах двигателя, называется индикаторной. А мощность, отдаваемая коленчатым валом, — эффективной. Разность между индикаторной и эффективной мощностью как раз и составляет мощность механических потерь, существенная часть которых — мощность трения. Однако она определяется не только трением в сочленениях силового агрегата. В понятие «мощность механических потерь» входят и потери на привод агрегатов, то есть затраты энергии на работу масляного насоса и навесного оборудования.

Но и это еще не все. К насосным потерям относят также затраты мощности на всасывание воздуха через фильтр и систему впуска (в двигателях без наддува) или на обеспечение работы турбины (в наддувных ДВС). И в обоих случаях тратится энергия на преодоление сопротивления системы выпуска отработавших газов.

Снижение насосных потерь во всем их многообразии — задача конструкторов ДВС. А вот снижение трения и уменьшение износа при смазывании реального двигателя относится к задачам создателей моторных масел.

Основные потери мощности на преодолении трения наблюдаются в парах «цилиндр–поршень», в коренных и шатунных подшипниках коленчатого вала и в механизме газораспределения. Природа потерь во всех случаях разная.

А значит... правильно, и способы лечения недугов должны быть различные. То есть энергосберегающие свойства масла надлежит «программировать» с учетом режимов его работы в каждой паре.

Начнем с цилиндропоршневой группы. Вблизи верхней и нижней мертвых точек поршень движется с малой скоростью. Масляная пленка здесь не образуется,

присутствуют лишь ее граничные слои. Поэтому и сила трения в этой зоне с вязкостью масла не связана.

Но вот поршень пошел вниз, и граничный режим смазки сменился жидкостным (гидродинамическим), при котором сила трения существенно зависит от вязкости масла. Тот же жидкостный режим наблюдается в парах «вкладыш — шейка коленчатого вала» — здесь потери также зависят от вязкости.

#### Предоставим слово эксперту



Александр Перушин, канд. техн. наук

Мы, россияне, к вопросам экономии относимся своеобразно. «Широкая русская душа» не приемлет 1–3% снижения расхода топлива. В том числе и за счет применения моторных масел. По нашим понятиям — мелочь. Что нам 300–1000 руб. на каждом пробеге между сменами масла (в расчете на автомобиль со средним эксплуатационным расходом ~ 8 л/100км). Нам бы 10–15%, тогда мы подумаем.

А если одновременно с Energy Conserving моторными маслами использовать трансмиссионные, обладающие аналогичными свойствами (SAE 75W-90). Эффект экономии увеличится. А в зимний период, в условиях городской эксплуатации — будет существенно больше. И тем больше, чем ниже температура окружающей среды (очень актуально для майского номера журнала).

Энергосберегающие масла, разработанные профессионалами, не обещают и не дают огромных эффектов, не обладают «чудодейственными» свойствами. Профессионалы вообще чудесами не занимаются, если это не их профессия. Профессионалы обещают не очень большие эффекты, но они реальны и это их неоспоримое преимущество.

Соотечественники! Мечтать, конечно, хорошо. Но все же — давайте иногда и думать.

В газораспределительном механизме, в частности, в парах «кулачок — толкатель», действует смешанный (эластогидродинамический) режим смазки. Контактные давления здесь очень велики, и потери связаны не столько с вязкостью масла, сколько с изменением свойств масляной пленки под «прессом» контактирующих поверхностей.

Если же распределить потери мощности внутри двигателя по отдельным механизмам, то на цилиндропоршневую группу придется порядка 70% утраченной энергии, а на остальные узлы — примерно 30%.

Получается, что сэкономить на мощности трения можно, управляя двумя параметрами.

Во-первых, вязкостными свойствами масла в жидкостном (гидродинамическом) режиме;

во-вторых — его «правильным» поведением в граничном и смешанном (эластогидродинамическом) режимах. Давайте посмотрим, как это делают разработчики масел.

#### Создаем энергосберегающее масло

Начнем с того, что энергосберегающим маслам придают меньшую вязкость, нежели их коллегам, — разумеется, в допустимых пределах. Но и этого, в общем-то, небольшого снижения бывает достаточно, чтобы уменьшить трение в жидкостном режиме смазки — например, в подшипниках и в цилиндрах, когда поршень набирает скорость после прохождения верхней мертвой точки.

Кроме того, делу помогают уже знакомые нам загущающие присадки. Благодаря особым свойствам их макромолекул вязкость масла зависит не только от температуры, но и от так называемого градиента скорости сдвига.

Упрощенно говоря, свойства масла в зазоре становятся управляемыми: при уменьшении скорости движения трущейся поверхности (например, поршня в цилиндре) вязкость возрастает, а при увеличении — падает.

На практике сказанное выглядит так: в середине хода поршня вязкость масла становится меньше, чем при его приближении к ВМТ. А это означает снижение потерь на трение и...правильно, некоторую экономию топлива.

Кстати, сезонные масла (летние и зимние) не могут быть энергосберегающими, поскольку загущающие присадки в них не вводят.

Поэтому «беречь энергию» способны лишь всесезонные масла.

Пока мы говорили лишь о жидкостном режиме смазки. Чтобы сэкономить топливо в граничном режиме, в масло добавляют особые присадки — модификаторы трения. Они адсорбируются на металлических поверхностях, образуя некое подобие эластичного «ворса». Его слой легко деформируется в направлении движения того же поршня, существенно снижая коэффициент трения. Поэтому вблизи ВМТ также создается «режим экономии».

И, наконец, о смешанном режиме смазки. Модификаторы трения помогают несколько снизить потери в парах «кулачок–толкатель». Однако серьезного влияния на энергосбережение это не оказывает.

Создание энергосберегающего масла начинается с выбора основы. Существует правило: базовое масло должно обеспечивать «зимние» характеристики из ряда SAE 0W, SAE 5W или SAE 10W. Летняя характеристика, как правило, ограничивается классом вязкости SAE 30, более вязкие базы встречаются очень редко.

Таким образом, масла SAE 0W-30 или SAE 5W-30 могут быть энергосберегающими, а вот SAE 5W-50 или SAE 15W-40 — нет.

Кстати, если кто-то заявит вам, что «спортивное масло 10W-60 является энергосберегающим», знайте: либо это недобросовестная реклама, либо человек ничего не понимает и понимать не желает. Нельзя вести оптимизацию по двум противоречащим друг другу критериям. Нельзя одновременно иметь высокую вязкость и энергосберегающие свойства — чем-то поневоле приходится поступаться.

Но вернемся к теме. База «бережливого» масла может быть синтетической, полусинтетической или минеральной гидрокрекинговой. Чисто минеральное энергосберегающее масло — скорее исключение, чем правило. Подобрать композицию присадок при создании «бережливого» масла непросто. Вот лишь один пример: мо-

#### Предоставим слово эксперту



Виктор Резников, канд. техн. наук

Почему классификация SAE предусматривает два метода измерения вязкости масел и при двух разных отрицательных температурах для одного и того же класса?

В первой слева колонке таблицы дается результат измерения вязкости на приборе, имитирующем поведение масла в смазываемых узлах при холодном пуске двигателя от стартера.

Во второй слева колонке — на приборе, имитирующем поведение масла в картере и маслоприемнике после длительного охлаждения двигателя.

Эта характеристика прокачиваемости масла по смазочной системе — гарантия того, что при пуске не будет падения давления масла и сухого трения. Именно поэтому характеристику прокачиваемости определяют при более низкой температуре (на 5 °С для каждого класса).

Диапазоны температуры окружающей среды, в которых применены масла тех или иных классов SAE, зависят от конструкции двигателей, устройства и гидравлических характеристик смазочных систем, мощности пусковых агрегатов и других факторов.

Поэтому при выборе моторных масел для конкретных марок автомобилей, работающих в данных климатических условиях, следует руководствоваться рекомендациями изготовителей техники.

Применение излишне вязких масел увеличивает потери на трение, повышает расход топлива, затрудняет холодный пуск двигателя.

Применение недостаточно вязких масел увеличивает износ трущихся деталей и расход масла на угар, затрудняет выполнение норм по токсичности отработавших газов.

модификаторы трения конфликтуют с другими ингредиентами пакета, в частности с дисперсантами и детергентами. Каждый из них стремится к адсорбции на металлической поверхности и жаждет потеснить конкурента.

Что же требуется от химиков? Преодолеть антагонизм присадок? Не только. Их задача — создать такую композицию, чтобы антагонисты превратились в синергистов, когда содружество присадок оказывается эффективнее отдельных ингредиентов. Что и говорить, работа ювелирная. Но результат того стоит. В энергосберегающих маслах композицию присадок составляют так, чтобы моющие, антиокислительные, диспергирующие, вязкостные и прочие присадки и сами не увеличивали потерь, и не мешали работать модификаторам трения.

А конечная цель подбора и введения композиции присадок такова: объединение преимуществ маловязких масел (эти преимущества проявляются в области низких температур) с минимизацией потерь в граничном режиме смазки.

Несколько слов о маркировке продуктов. Если данное энергосберегающее масло сертифицировано по API, после обозначения категории продукта ставятся буквы EC (Energy Conserving) или FE (Fuel Economy).

В европейской классификации ACEA используются обозначения A1 либо A5 для бензиновых двигателей, и B1 либо B5 для дизелей. В чем отличие между «единичкой» и «пятеркой»? Никакого секрета: A1 и B1 имеют высокие энергосберегающие свойства и обычный срок службы, в то время как A5 и B5 наоборот — увеличенный срок службы при относительно меньшем энергосбережении.

По международной классификации ILSAC, разработанной совместно американскими и японскими производителями автомобилей, энергосберегающие масла обозначаются символами GF-1, GF-2 и GF-3.

Но пора подкрепить изложенное конкретными примерами. Так, синтетическое моторное масло SAE 0W-30, ACEA A1/B1 является энергосберегающим. Об этом говорит маркировка ACEA A1/B1. А гидрокрекинговое масло 5W-30 сертифицировано по API SL-EC. О его энергосберегающих свойствах говорит аббревиатура EC - «консервация энергии» Energy Conserving.

### **Ваше слово, товарищ двигатель!**

Кстати, а как происходит оценка энергосберегающих свойств масел? И официальное их подтверждение? Ну конечно, путем испытаний в двигателях по специально разработанным методикам. Расход топлива сравнивается с контрольными цифрами, полученными при работе тех же двигателей на так называемом эталонном масле. Разумеется, эталон энергосберегающими свойствами не обладает.

По европейским меркам экономия топлива для масел категорий ACEA A1, A5, B1 и B5 должна быть не менее 2,5%. Только тогда испытываемое масло официально признается энергосберегающим.

Американцы и японцы пошли дальше европейских специалистов, задавшись вопросом: как изменятся энергосберегающие свойства, если проехать, положим, 5 тыс. миль? И ввели особый метод испытаний: свежее масло сравнивается с эталонным, затем работает определенный срок в тяжелом режиме и снова сравнивается с эталонным. Так выявляется весьма показательная характеристика - сохраняемость энергосберегающих свойств.

Согласитесь, показатель для эксплуатации очень важный, поэтому мы и выделили его жирным шрифтом. Возможно, кто-то заинтересуется: а на каких двигателях проводятся все эти испытания? Можем сообщить и это: европейцы оценивают экономию топлива на 16-клапанном четырехцилиндровом двигателе объемом 2 л. с распределенным впрыском бензина. Американцы - на V-образной «восьмерке» марки Ford объемом 4,6 л также с распределенным впрыском бензина.

Ну ладно, испытания испытаниями, а какую реальную экономию топлива можно получить в условиях повседневной эксплуатации? Вот усредненные цифры, предоставленные редакции авторитетными специалистами: при коротких поездках в городе до 3–5,5%, на маршрутах «город - пригород» до 2,2–2,8, в дальних рейсах по благоустроенным дорогам - до 2,2–2,8%.

Наибольшее энергосбережение получается при езде в городе зимой, когда расход топлива велик; наименьшее - на автострадах летом, когда он относительно мал. Пусть приведенные цифры покажутся кому-то скромными, но зато они реальные. И тут мы снова сделаем отступление в область мифологии. Когда иные рекламные публикации сулят экономию топлива в 20–25%, это либо миф, либо блеф, либо... одно из двух. Даже если свести мощность трения к нулю (что возможно лишь теоретически), можно сберечь не более 8% топлива.

Но вернемся к реальным цифрам. Пять, три, два процента... При нынешней дороговизне топлива и это очень хорошо. Почему же энергосберегающие масла не вытесняют обычные? Может, они получаются слишком дорогими?

Действительно, энергосберегающие масла несколько дороже обычных, но не настолько, чтобы отказаться от заманчивой экономии топлива. Причина в другом: они подходят далеко не всем моторам.

Высокофорсированные двигатели, компактные и легкие, не приемлют малой вязкости, свойственной энергосберегающим маслам. Это особенно проявляется при высоких скоростях и тяжелых нагрузках. Поэтому при выборе масла следует неукоснительно соблюдать рекомендации автопроизводителя. Если он не допускает применения энергосберегающих масел, значит, и затеваться не стоит. В лучшем случае вы потеряете гарантию, в худшем — мотор.

Есть еще один фактор — экономический. Расточительные американцы не слишком заботятся об экономии топлива как таковой. У них масла даже высших категорий API бывают не энергосберегающими.

Другое дело страны, не имеющие собственных запасов нефти: Германия, Франция, Япония и ряд других. Там энергосберегающие масла пользуются большой популярностью. Немалую роль играет и экология, о которой говорилось в начале статьи. Вот и получается, что обычные и энергосберегающие масла — не конкуренты. Они органично дополняют друг друга в ассортименте производителей моторных масел. А уж дело потребителя выбирать масло согласно рекомендациям автопроизводителя, стилю вождения и финансовым возможностям.

**Журнал АБС-АВТО №6 2011. Ю.Буцкий.  
Масло в моторе. Часть 4. Масло и газовое топливо**

Мы говорили о базовых маслах и присадках, сезонных и всесезонных маслах, классификациях и спецификациях (допусках) производителей автомобилей, «бензиновых», «дизельных» и универсальных маслах... Итак, бензиновый двигатель и дизель...

А если в цилиндрах сгорает газовое топливо, как это влияет на свойства моторного масла? Каким оно должно быть, чтобы уживаться с голубым топливом? Попробуем разобраться.

Автор выражает огромную признательность научному редактору «масляного» цикла канд. техн. наук В.Д. Резникову. Без его участия появление наших статей было бы невозможно.

### **Газовые двигатели**

Автомобили, работающие на газе, более экологичны, чем их бензиновые и дизельные собратья. Поэтому использование газового топлива входит во многие экологические программы — отраслевые, муниципальные и даже федеральные.

Время от времени власти спохватываются: а что у нас с экологией? Чем отчитываться будем? И тогда «газовые» программы реанимируются, а городские организации и фирмы-инвесторы строят новые и реконструируют старые газозаправочные станции. Такие возбуждения активности случаются примерно раз в пять лет.

Но одно остается неизменным: автомобили, работающие на газе, в эксплуатации дешевле. И частные владельцы устанавливают газовое оборудование в надежде выиграть финансово. И надо сказать, выигрывают.

Двигатели, работающие на газе, — какими они бывают? Поделим их на четыре группы.

**Группа первая.** К ней отнесем обычные бензиновые моторы, оснащенные газовой аппаратурой: баллоном, редуктором, газовым и бензиновым клапанами, дозатором. Они могут работать как на газе, так и на бензине, и среди «газовых коллег» составляют большинство: моторы «волг», «газелей», «жигулей», переделанные «под газ» — все они относятся к первой группе.

**Группа вторая.** В данную группу входят дизели, переделанные под так называемый газодизельный цикл. В цилиндры этих моторов подается не чистый воздух, а газоздушная смесь.

В конце такта сжатия, как в обычном дизеле, происходит впрыскивание жидкого топлива, которое воспламеняется и поджигает вышеозначенную смесь. Отметим, что дизельного топлива здесь требуется совсем немного — ровно столько, чтобы сыграть роль факела, запала.

**Группа третья.** Это дизели, конвертированные под искровое зажигание. В их цилиндры подается газоздушная смесь, воспламеняемая от свечи. Двигателями второй и третьей групп оснащаются городские автобусы и магистральные грузовики.

**Группа четвертая.** К этой группе относятся двигатели, специально созданные для работы на газовом топливе. Можно сказать — чисто газовые двигатели. В этом

семействе мы встретим как транспортные, так и стационарные моторы, причем последних будет большинство.

### **Газовое топливо**

А теперь несколько слов об автомобильном газовом топливе. Таковым может быть:

- сжатый природный газ;
- сжиженный нефтяной газ;
- сжиженный природный газ;
- газ, получаемый из биомассы.

Наиболее распространены первые два вида газового топлива. О них - чуть подробнее.

**Сжатый природный газ.** Это практически чистый метан, простейший насыщенный углеводород, газ без цвета и запаха. Он легче воздуха, поэтому при утечках улетучивается. Для обнаружения утечек в него добавляют специальные пахучие вещества - одоранты.

Природный газ экологичен, что легко объяснимо. Формула метана проста -  $CH_4$ . Поэтому при его сгорании образуется гораздо меньше вредных веществ, чем при использовании топлива нефтяного происхождения. Для транспортного применения природный газ сжимается на газонаполнительных компрессорных станциях до 200 ат, и под таким давлением закачивается в баллоны автомобиля. По мере расходования газа давление в баллоне падает.

Сжатый метан называют КППГ (компримированный природный газ). За рубежом он именуется CNG (compressed natural gas).

### **Сжиженный нефтяной газ.**

Этот вид газового топлива является побочным продуктом переработки нефти. Представляет собой смесь пропан-бутановых фракций, поэтому в быту именуется «пропан-бутаном».

Смесь эта не имеет цвета и запаха, и для обнаружения утечек в неё также добавляют одоранты. Важно знать, что в отличие от метана пропан-бутан тяжелее воздуха, поэтому при утечках скапливается в низких местах.

Как моторное топливо по экологичности сжиженный нефтяной газ превосходит бензин, но уступает метану. В баллоне хранится в жидком состоянии при давлении, равном давлению его насыщенных паров. А оно, в свою очередь, зависит от температуры. Так при  $45^\circ C$  давление в баллоне достигает 16 ат, а при  $0^\circ C$  - всего лишь 3–7 ат. Давление газа в баллоне практически не зависит от его количества.

Существуют две марки этого топлива: зимняя ПА (пропан автомобильный) и летняя ПБА (пропан-бутан автомобильный). В марке ПА содержится 90 ( $\pm 10$ )% пропана, а в ПБА 50 ( $\pm 10$ )% пропана, остальное - бутан. Допускается некоторое количество метана и этана.

Пропан-бутан называют СНГ (сжиженный нефтяной газ). Зарубежное название - LPG (Liquified Petroleum Gas). Октановое число у газового топлива выше, чем у бензина. Так, у метана оно равно 115 единиц ОЧИ (RON), у пропана - 110, у бутана - 95 единиц. Следовательно, газовый двигатель может иметь более высокую степень сжатия: детонация ему не страшна.



Двигатели первой группы эксплуатируют на пропан-бутане либо на метане (в зависимости от установленной аппаратуры), а двигатели второй, третьей и четвертой групп — только на метане.

### «Газовое» масло

Как же влияет газ на изменение свойств моторного масла? Начнем с хрестоматийного примера: при пуске двигателя масляная пленка со стенок цилиндра не смывается и разжижения масла топливом не происходит.

Есть и другие благоприятные факторы: тепловое воздействие горящего газа на масло существенно ниже. Дело в том, что светимость пламени у жидких топлив больше: сравните мягкое голубое пламя газа, и резкое, желтое — горящего бензина или керосина. Поэтому термическая нагрузка на масляную пленку на стенках цилиндров при работе на газе более щадящая.

По данным исследований, проведенных НАМИ, при эксплуатации на газе срок службы масла для двигателей первой группы может быть увеличен на 80–100%. Но сказанное не значит, что масло можно менять вдвое реже.

Без разрешения завода-производителя автомобиля подобных «новаций» внедрять не следует. Но факт остается фактом: при работе на газе масло утрачивает свои «боевые качества» гораздо медленнее. Кроме того, пусковые качества у газовых топлив лучше, чем у бензина.

Однако полагать, что газовое топливо действует на масло чуть ли не благотворно, было бы неверно. Приведем несколько настораживающих примеров.

Так, газ в сравнении с бензином содержит больше водорода и меньше углерода (снова вспомним формулу метана —  $\text{CH}_4$ ). Поэтому при сгорании газовых топлив в конечных продуктах образуется больше воды. Чем это плохо? Если вентиляция картера недостаточна, или двигатель плохо прогрет, в картере происходит конденсация влаги, а значит — обводнение масла, снижение его рабочих свойств. Отсюда вытекает четкое требование: масла для газовых двигателей должны быть влагостойкими.

Но это еще не все неприятности, которыми грозит влага. Некоторые компоненты синтетических масел (например, эфиры) под воздействием воды начинают разлагаться. То же самое может происходить с некоторыми присадками к маслу. Поэтому если для газового двигателя выбирается синтетическое масло, желательно, чтобы оно в своем составе не имело эфиров.

Пределы воспламеняемости газового топлива несколько шире, чем у бензина. Стоит ли удивляться, что газовые двигатели регулируют на обедненную смесь? Но в стремлении сэкономить на топливе есть свои минусы: сгорание обедненной смеси вызывает повышенное образование оксидов азота, которые, в свою очередь, образуют азотную и азотистую кислоты. А там, где присутствует азотная кислота, возникает нитрование масла, — иными словами, взаимодействие кислоты с углеводородными структурами. В результате вязкость масла начинает расти. Поэтому можно сформулировать еще два правила: во-первых, масло, применяемое в газовых двигателях, должно быть стойким к нитрованию. Во-вторых, для надежной нейтрализации азотной и азотистой кислот щелочное число масла должно быть не менее 6–8 мг КОН на 1 г масла.

Газовые двигатели четвертой группы являются более теплонапряженными, чем газобензиновые моторы из первой группы. Поэтому эксплуатационники сталкива-

ются с проблемой преждевременного воспламенения смеси. Причина кроется в образовании зольных отложений в камере сгорания. Эти тлеющие или сильно нагретые частицы могут сыграть роль своеобразной «искры» и раньше времени поджечь смесь.

Сказанное, в общем-то, справедливо и для конвертированных дизелей. А их собратья, переделанные под искровое зажигание (третья группа), выдвигают дополнительные требования к зольности масла: отложения, образующиеся при сгорании металлоорганических присадок, нередко «выстраивают» мостики на электродах, после чего свеча перестает работать.

Таким образом, масло, применяемое в газовых двигателях и конвертированных дизелях, должно иметь определенную сульфатную зольность. Как правило, ее ограничивают величиной 0,8–1%. И чем она меньше, тем лучше.

Наименее требовательны к маслу двигатели первой группы, коих в газовом «семействе» большинство. Выбирая масло для них, можно пользоваться рекомендациями производителей автомобилей для «бензиновой» эксплуатации. Кончился газ — переключились на бензин. Заправили баллон газом — продолжили путь на голубом топливе. Масло высокого качества не подведет в любом случае.

С остальными двигателями сложнее. Для конвертированных дизелей второй и третьей групп следует выбирать масло с учетом его вязкостных характеристик и, разумеется, сульфатной зольности. К счастью, в ассортименте ведущих производителей масел имеется немало продуктов, зольность которых находится в оговоренных пределах 0,8–1% и менее.

На наш взгляд, в ближайшее время будут активно применяться газовые моторы первых трех групп. Причина проста: оснащать бензиновые двигатели газобаллонной аппаратурой или конвертировать уже существующие дизели под газодизельный цикл (либо под воспламенение от искры) намного дешевле, чем строить специализированные газовые моторы четвертой группы. Их время придет — но позже.

А сегодня очевидно, что солидный масляный бренд способен обеспечить все потребности российского газового автопарка.

В ассортименте ведущих производителей мы найдем масла, стойкие к влаге и нитрованию, с необходимым щелочным числом и малой зольностью. Кроме того, некоторые компании выпускают специальные моторные масла для газовых двигателей. Правда, зачастую они дороже и не всегда являются универсальными. А следовательно, не очень удобны для применения в смешанном «бензино-дизельно-газовом» парке крупного автохозяйства. Но это уже вопрос организации поставок, а значит — тема совсем другой статьи.

**Журнал АБС-АВТО №8 2011.**  
**Ю.Буцкий. Масло в моторе. Часть 5. Масло и грузовик**

Продолжаем тему моторных масел, стартовавшую в марте этого года. Как и обещано в заголовке, сегодня мы поговорим о маслах для грузовых автомобилей.

Автор приносит извинения за некоторые повторы (особенности работы и смазывания дизелей, полировка цилиндров и т.д.). Это необходимо для логики изложения. Согласитесь, лучше повториться, чем отвлекать читателя бесконечными ссылками «см. наш журнал номер такой-то, страница такая-то».

Автор и редакция выражают огромную благодарность консультантам, ведущим специалистам по моторным маслам, канд. техн. наук Виктору Резникову и канд. техн. наук Александру Первушину за помощь в подготовке этого цикла статей.

**Бензиновые, дизельные, универсальные...**

Лет тридцать-сорок назад ассортимент моторных масел был невелик, а критерии выбора просты: бензиновый мотор или дизель, изношен или нет, зима или лето - и вот, пожалуй, и всё. Во главе отечественного масляного парада выступало «жигулевское» (понятно, что не пиво). Для машин-ветеранов искали что-нибудь погуще, а дизелисты использовали масло, прозванное в народе «камазовским».

Потом прилавки захлестнуло импортное изобилие, и автомобилисты растерялись: что покупать? К счастью, на рыночном троне воцарилось Универсальное Все-сезонное Масло разнообразных классов вязкости. Его «тителы» говорили сами за себя - универсальность примирила дизель с бензиновым мотором, это облегчало выбор. Профессионалы автодела научились разбираться в классификациях API, ACEA и спецификациях производителей автомобилей.

Тем временем экологические требования к транспорту ужесточались, двигатели совершенствовались, ассортимент масел ширился. И вдруг оказалось, что универсальное масло уже не является венцом творения. Ведь любая универсальность - это компромисс. И чем совершеннее масло, тем труднее он достигался, слишком противоречивыми стали требования к моторам. Вновь возникла необходимость масляной специализации, но уже на качественно ином уровне.

Ведущие производители масел предложили рынку новую идеологию выбора. Масла «легковые» и «грузовые». Масла чисто «дизельные». И разумеется, традиционные универсальные - рано списывать их со счетов, они еще послужат!

Новые линейки предоставили широчайшие возможности выбора масла под конкретный двигатель. Выбора снайперского, в «десяточку». Правда, для этого необходимо знать особенности этого самого конкретного двигателя.

**Что у вас ребята, подкапотом**

Бензиновые грузовики медленно, но неотвратимо уходят в историю. А потому ответ будет таким: под капотом у нас дизель. Или под кабиной, если компоновка бескапотная. Значит, и моторное масло для грузового автотранспорта надо выбирать соответствующее - дизельное или универсальное (о бензиновых «Газелях» мы тоже замолвим словечко, но ниже, в конце статьи).

Как известно, маркировка дизельных и универсальных масел по европейской классификации ACEA содержит латинскую букву В, либо Е, либо их комбинацию. Согласно американской классификации API дизельные масла обозначают буквой С

(от слова Commercial). Характерно, что API не разделяет дизели на легковые и грузовые - запомним это.

Говоря о дизелях, мы ориентируемся на магистральные грузовые автомобили, небольшие бортовые грузовики, коммерческие пикапы и фургоны. Маленьким приходится тяжелее, в их моторах масло работает в более жестких условиях, чем в двигателях шоссейных грузовиков.

Судите сами: масло в малоразмерных дизелях циркулирует интенсивнее. Больше у них и «удельная мощность», если считать на единицу периметра цилиндра. Отсюда повышенный, в сравнении с большими грузовиками, прорыв газов. Кроме того, среди «малых» дизелей больше двигателей с разделенной камерой сгорания, способствующей повышенному сажеобразованию (подробно об этом - в следующем разделе).

И еще одно важное замечание. Среда обитания дизельных легковушек, фургонов и пикапов - город с его пробками, частыми разгонами и торможениями. В то время как удел большегрузных машин - шоссе со стабильными режимами движения.

Производители автомобилей знают о нелегкой доле малоразмерных дизелей. Поэтому многие концерны предписывают менять масло в легких коммерческих грузовиках в среднем в 2,5 раза чаще, чем в шоссейных «монстрах». А теперь перейдем к специфическим задачам, стоящим перед дизельными и универсальными маслами.

### **Измельчать сажу**

Бензиновый двигатель и дизель работают на топливах с различными физическими и химическими свойствами. Воспламенение в этих моторах различается принципиально. В результате и процессы сгорания протекают по-разному.

В бензиновом моторе фронт пламени движется от свечи зажигания к периферии камеры.

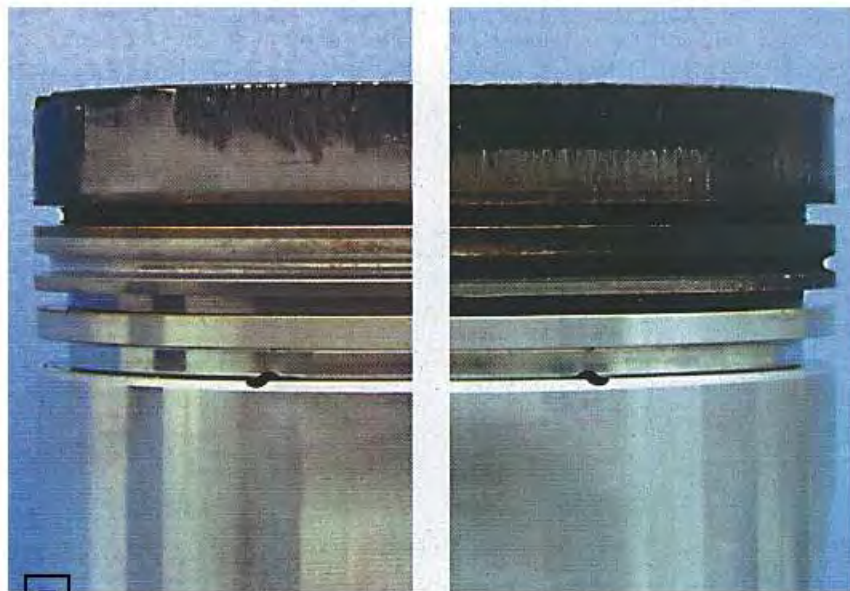
В дизеле самовоспламеняется каждая капля топлива. И сгорает она, образно говоря, «на правах богатой смеси», что приводит к повышенному образованию сажи. Это особенно проявляется в предкамерных и вихрекамерных дизелях, где цикловая подача производится в малый объем с недостатком воздуха. Именно здесь возникают самые крупные хлопья сажи.

При непосредственном впрыске топлива сажевые частицы тоже образуются, но гораздо меньших размеров.

Сажа - это беда для масла. Во-первых, она действует как загуститель. И если ее содержание в масле достигает 3% (что при современных интервалах пробега до очередного ТО вполне реально), вязкость масла выходит за допустимый верхний предел. Последствия очевидны: затрудненный пуск, ухудшение прокачиваемости, грозящее задирами, и увеличение расхода топлива.

Во-вторых, суммарная площадь сажевых частиц во много раз превышает площадь смазываемых поверхностей деталей. Чем это плохо? Да уже тем, что сажа «забирает» у масла противоизносные присадки. Вместо того чтобы химически модифицировать металлические поверхности деталей, присадки адсорбируются на частицах сажи и уносятся из зон трения. В-третьих, сажа, довольно тяжелая субстанция, разносится по внутренностям мотора, забивая каналы и масляные фильтры.

Можно ли бороться с сажей? Да, можно. Для этого необходимо ее тонко диспергировать и постоянно поддерживать во взвешенном состоянии. Измельченная сажа меньше влияет на рост вязкости, в гораздо меньшей степени снижает эффективность противоизносных присадок и не липнет к внутренностям двигателя. Пусть себе циркулирует по масляной системе - не страшно. Для решения этой задачи в универсальные масла вводят эффективные диспергирующие присадки - беззольные дисперсанты, способные в числе прочего дробить сажу.



Грязный поршень, покрытый твердым нагаром (слева), в отличие от чистого быстро отполирует гильзу. Вот почему так важны в масле моющие присадки — зольные детергенты

### **Бороться с окислением**

Чтобы впрыскиваемое топливо самовоспламенилось, температура воздуха в конце такта сжатия должна быть очень высокой. Поэтому степень сжатия у дизелей гораздо выше, чем у бензиновых моторов. Чем это грозит?

Во-первых, утечкой воздуха через лабиринт поршневых колец в такте сжатия. А воздух (уж извините за банальность!) содержит кислород, активно окисляющий масло.

Во-вторых, прорывом более богатых кислородом газов в картер в такте расширения, что тоже сокращает срок службы масла.

В-третьих, благодаря той же повышенной температуре масляная пленка на стенках цилиндров в дизеле окисляется гораздо быстрее, чем в бензиновых моторах.

Кроме того, добиваясь более полного сгорания, конструкторы дизелей стремятся поднять верхнее компрессионное кольцо как можно выше, максимально приблизив его к камере сгорания. Тем самым уменьшается мертвый объем над кольцом, где скапливаются несгоревшие капельки топлива. Но при этом моторное масло работает ближе к камере сгорания, в более горячих условиях! Вот еще одна причина для интенсификации его сгорания.

Еще ряд неприятностей сулит... совершенствование самих дизелей. Для снижения эмиссии оксидов азота мощные грузовые дизели оборудуют системой рециркуляции отработавших газов.

Очень хорошее дело. Но вдумайтесь: при рециркуляции часть продуктов сгорания возвращается! А значит, агрессивные газы и твердые частицы контактируют с масляной пленкой на стенках цилиндров не только в такте расширения и выпуска, но и при впуске и сжатии.

Однако температура возвращенных газов при впуске и сжатии ниже первоначальной. Следовательно, создаются прекрасные условия для конденсации влаги и

образования кислот из оксидов азота и серы, а это способствует коррозионно-механическому износу цилиндропоршневой группы.

Подытожим «кислотные» опасности, подстерегающие масло в дизеле. Окисление кислородом воздуха - раз; старение от прорыва газов - два; воздействие конденсата и кислот от системы рециркуляции - три.

И что же делать конструкторам универсальных и дизельных масел? Они знают решение: композицию присадок необходимо усиливать мощными антиоксидантами. А для борьбы с нагарообразованием над первым компрессионным кольцом в масло вводить больше эффективных моющих присадок - разумеется, в синергетическом содружестве с другими ингредиентами композиции. А результатом будет отменная противокислительная стойкость, подтвержденная «дизельными» категориями API и ACEA. Такие масла не только долго служат, но и предохраняют двигатель от упомянутого коррозионномеханического износа.

### **Охлаждать поршни**

Как уже говорилось, температура в камере сгорания у дизелей существенно выше, чем у бензиновых собратьев. И механические нагрузки на детали больше. Поэтому конструкции поршней у дизелей более изошренные. Казалось бы, при чем тут моторное масло? А вот при чем. В современных дизелях применяют системы принудительного охлаждения поршня - все тем же моторным маслом. Причем схем охлаждения несколько. Масло может подаваться через отверстие в верхней головке шатуна либо впрыскиваться форсункой, установленной в блоке, но его задача не меняется: омывать днище поршня изнутри, снижая температуру в зоне поршневых колец.

Выполнив свою работу, масло свободно стекает в картер. Правда, есть системы, метко прозванные «коктейль шейкер» - когда масло задерживается в специальном кармане под днищем поршня. Там оно взбалтывается, будто в шейкере у бармена, и эффективно охлаждает днище поршня, постепенно стекая в картер.

Масло в карман поступает непрерывно. Итак, налицо мощное тепловое воздействие на масло. Значит, необходимо обеспечивать его высокую термическую стойкость. Она достигается тщательным подбором базового масла, причем наилучшие результаты дает «синтетика». Недаром конструкторы современных масел широко используют синтетическую базу.

### **Снижать зольность**

К сожалению, некоторое количество масла сгорает в двигателе - ведь масляная пленка на стенках цилиндров присутствует всегда. А современные автомобили оснащают сажевыми фильтрами, которым категорически противопоказана сульфатная зольность. Значит, ее необходимо снижать - что и делается производителями моторных масел. Но как же быть с зольными детергентами - присадками, поддерживающими внутренности двигателя в чистоте? Химики нашли ответ и на этот вопрос: они заменили зольные детергенты беззольными моющими присадками.

Откроем документацию современного моторного масла. Читаем: «синтетическое моторное масло последнего поколения, изготовленное по технологии low SAPS». Расшифруем этот ребус: low - низкий; SA - сульфатная зольность (от sulphate и ash - зола); P - фосфор (phosphorus), S - сера (sulphur). Итак, это масло характеризуется низкой сульфатной зольностью и малым содержанием серы и фосфо-

ра. Так обеспечивается сохранность не только сажевых фильтров, но и каталитических нейтрализаторов отработавших газов.

Вернемся к документу: «...предназначено для использования в бензиновых двигателях и дизелях, отвечающих нормам EURO IV, как снабженных фильтром твердых частиц (DPF) и трехкомпонентным катализатором отработанных газов (TWC), так и без них». Как говорится, комментарии излишни.

### **Препятствовать полировке цилиндров**

Всем известно, что хонингование цилиндров способствует удержанию масляной пленки, - той самой, что обеспечивает смазку пары «поршень-цилиндр». При этом глубина канавок после хонингования составляет около 3 мкм.

Если головка поршня покрыта твердым нагаром, при перекладке хонинговальные риски стираются. Возникнет известный эффект полировки цилиндра. Масляная пленка на стенках цилиндра уже не держится. В зазор между кольцом и цилиндром увеличивается прорыв газов в картер, поршень перегревается, возникает задир. Разумеется, это приводит к необходимости ремонта блока.

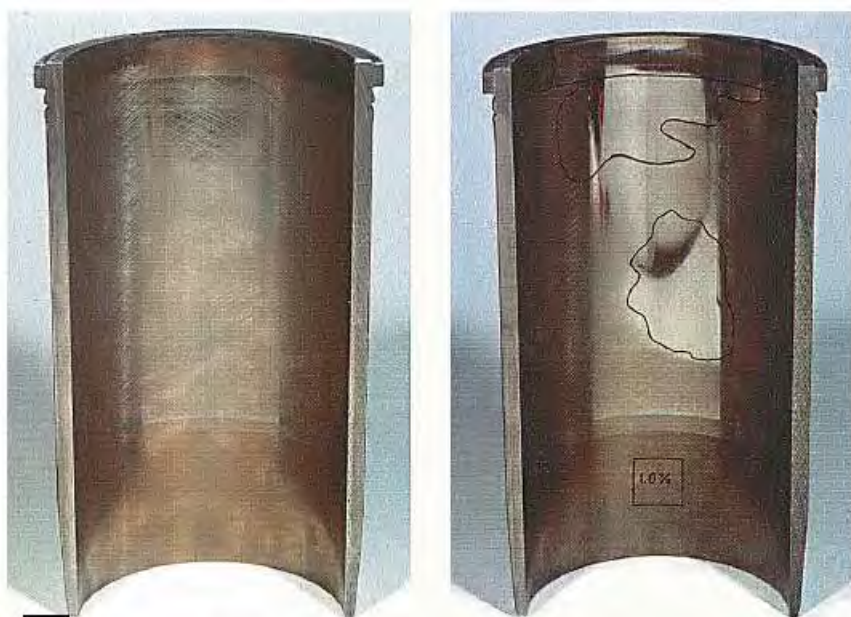
В силу некоторых конструктивных особенностей полировка цилиндра свойственна мощным дизелям, производимым в Европе. Потому европейская классификация оговаривает и ограничивает степень полировки. Борются с ней, усиливая моющие свойства масел для предотвращения высокотемпературного нагарообразования.

А вот американские дизели полировкой цилиндров не страдают. Поэтому в масла для них вводят меньше зольных детергентов, но увеличивают количество беззольных дисперсантов для дробления уже упоминавшейся сажи.

Посмотрим на характеристики тех или иных масел. Если они аттестованы по дизельным категориям ACEA, то способны эффективно противостоять эффекту полировки цилиндров - композиция присадок гарантирует.

### **Масло и топливо**

В разговоре о дизельном масле не обойтись без дизельного топлива. В России оно издавна «славилось» повышенным содержанием серы, поскольку вырабатывалось из сернистых нефтей. Сера оказывает колоссальное влияние на «срабатывание» масляных присадок. Всё просто: сгорая, сера образует оксиды SO<sub>2</sub> и SO<sub>3</sub>. Соединяясь с парами воды, они образуют сернистую и серную кислоты, снижающие щелочное число масла и, следовательно, его нейтрализующую способность. Все это влечет повышенный коррозионный



При полировке цилиндра (справа) хонинговальные риски на зеркале уничтожаются. Масляная пленка на стенке гильзы не держится, и двигатель выходит из строя

износ цилиндропоршневой группы. Кроме того, снижается эффективность моющих присадок (детергентов) - образно говоря, кислоты отнимают у них металл.

Этим губительным процессам противостоят вводимые в дизельное масло щелочные присадки. Кроме того, в продукте увеличивают содержание моющих и диспергирующих присадок.

Сегодня благодаря экологическим требованиям содержание серы в европейском дизельном топливе снижено на порядки. Однако это палка о двух концах. Ведь сера играет роль природной присадки, предотвращающей износ топливной аппаратуры. Поэтому в малосернистое топливо вводят специальные противоизносные присадки. Многие современные масла уживаются как с малосернистым, так и с высоксернистым дизельным топливом - просто в последнем случае менять масло придется чаще.

### Немного о спецификациях

Многие автопроизводители имеют собственные спецификации на дизельные масла - в том числе и для грузовиков. Достаточно назвать такие имена, как Daimler, Cummins, MAN, Scania, Volvo и др. Без спецификаций никуда: ведь каждый двигатель индивидуален, а масло - полноправный и весьма специфический элемент его конструкции.

Допуск по спецификации производителя автомобиля. Ему предшествуют долгие часы испытаний в лаборатории, на стенде, трассе, и рассказывать об этом можно бесконечно. Полагаем, читателю будет интересно ознакомиться с таблицей, предоставленной редакцией ведущими российскими специалистами по моторным маслам. В ней отражены сведения о требованиях «грандов» к моторным маслам для своей техники: наименование собственной спецификации и базовые уровни ACEA и API; рекомендуемые классы вязкости по SAE и особые условия — например, ограничения по сульфатной зольности.

Вот, например, двигатели Cummins. Спецификации Cummins Engineering Standart (CES) 20071 и API CH-4 регламентируют требования к маслам для дизелей,

Автопроизводитель	Спецификация, базовый уровень	Рекомендуемые классы вязкости SAE J 300	Особые требования
Cummins	CES 20071, API CH-4	10W-30, 15W-40	Сульфатная зольность ≤1,5%
	CES 20072, ACEA E3	10W-30, 10W-40, 15W-40	Сульфатная зольность ≤1,85%
	CES 20076, API CF-4	Нет ограничений	Сульфатная зольность ≤1,85%
	CES 20076	XW-30, XW-40	Те же
	CES 20077, ACEA E55	10W-30, 10W-40, 15W-40	Те же
	CES 20078, API CI-4	10W-30, 15W-40	Те же
Daimler	MB 227.0/1, ACEA B2/E1	Сезонные и всесезонные	Сульфатная зольность ≤1,8%
	MB 228.0/1, ACEA B2/E2	Те же	Сульфатная зольность ≤2,0%
	MB 228.2/3, ACEA B2/E3	Те же	Те же
	MB 228.5, ACEA E4	Только всесезонные	Те же
DAF	HP 1, ACEA E4/E5	XW-30, маловязкие масла	—
	HP 2, ACEA E4/E5	XW-30, XW-40	Долгорботающие масла
MAN	MAN 270, ACEA E2	10W, 20W-20, 30, 40	Содержание Zn 0,08% минимум
	MAN 271, ACEA E2	10W-40, 15W-40, 20W-50	Те же
	MAN 3275, ACEA E3/E5	5W-X, 10W-X, 15W-X	Зольность ≤2,8%, содержание Zn 0,08% мин
	MAN 3277, ACEA E4	5W-X, 10W-X, 15W-X	Те же
MACK	EO-L, API CG-4	10W-30, 15W-40	—
	EO-M, API CH-4	5W-30/40, 15W-40, 10W-30/40	—
	EO-M+, API CH-4	Те же	—
	EO-N Premium+, API CI-4	10W-40	Вязкость смеси базовых компонентов при 100 °C не менее 6,8 мм <sup>2</sup> /с
Renault V. I.	RD, ACEA E3	15W	—
	RLD, ACEA E4	10W-40, 15W-40	—
	RXD, ACEA E4	10W-40, 15W-40	—
Scania	LDF, ACEA E4/E5 Global DHD-1	XW-40	—
Volvo	VDS-2, ACEA E3	5W-30/40, 15W-40, 10W-30/40	На рынке США соответствие CG-4
	VDS-3, ACEA E5 Global DHD 1	Те же	На рынке США — API CH4/CI-4



поставляемых на американский рынок. А СЕС 20072 и АСЕА Е3 соответственно — на европейский. И что же? Сульфатная зольность масла для «американцев» ниже, чем для «европейцев», что вполне согласуется с наличием зольных детергентов и эффектом полировки цилиндра, о чем говорилось в предыдущих разделах.

Возьмем широко распространенные в нашей стране грузовые автомобили Mercedes. В третьей строке Daimler находим базовые требования: спецификация MB 228.2/3, категория АСЕА В2/Е3. А теперь посмотрим в следующую, четвертую строку, где значатся требования для более современных грузовых автомобилей Mercedes. Спецификация MB 228.5 — «сезонность» уже не допускается, только всесезонное масло. Это продиктовано требованиями к энергосберегающим свойствам масла.

А вот очень любопытный пример. Спецификация MAN 3277 требует, чтобы сера в масле присутствовала только в составе присадок. Значит, базовое масло должно быть вообще свободно от серы. Такое возможно лишь в двух случаях: во-первых, при полностью синтетической базе; во-вторых, при гидрокрекинговой базе. Может ли полусинтетическое масло соответствовать этой спецификации? Не спешите говорить «нет». Может, если минеральная составляющая базы получена гидрокрекингом. И такие примеры есть. Вот какие интересные факты можно выяснить, если поработать со спецификациями производителя автомобилей.

### **О российской специфике**

Российский грузовой парк насчитывает ни много ни мало — 4 млн 700 тыс. автомобилей. Это КамАЗы, МАЗы, КрАЗы, ЗИЛы и прочие «свои, любимые» с дизелями в основном ярославского производства. А еще — Mercedes, Scania, Volvo и другие иноземцы. Встречаются и дети от смешанных браков — «бычки» с двигателем Caterpillar или «уралы» с Iveco.

Чем отличаются российские условия эксплуатации от западных? Думаем, не откроем большого секрета, если отметим худшее качество дизельного топлива;



Наш консультант Александр Перушин, канд. техн. наук



Наш консультант Виктор Резников, канд. техн. наук

опять же худшее состояние автомобильных дорог; и не столь благоприятные климатические условия.

О топливе, в частности о содержании в нем серы, мы уже говорили. Состояние автодорог снижает скорость движения, — следовательно, время работы масла в пересчете на километр пробега увеличивается. Масло стареет быстрее, а частые холодные пуски и необходимость длительного прогрева в холода тоже не прибавляют ему жизни. В итоге для эксплуатируемых в России импортных двигателей пробеги между заменами моторного масла рекомендуется сократить — примерно в 2 раза в сравнении с установленными в Европе.

И еще о нашем, о российском. Дизелизация грузового транспорта — дело хорошее, но давайте будем реалистами. По дорогам страны все еще колесят ЗИЛ-130, ГАЗ-52, ГАЗ-53 и подобные им грузовики с моторами под «семьдесят шестой» бензин. Оставить их без рекомендаций было бы несправедливо. А мы и не оставим: в ассортименте производителей масел всегда найдется бюджетный продукт, рекомендованный для старых российских автомобилей. Что касается популярных грузовичков «Газель», то ориентиры могут быть такими. Для двигателя ЗМЗ-402, откатавшего два-три десятка тыс. км, подойдет недорогая «минералка», а для ЗМЗ-4063.10 — любое полусинтетическое или гидрокрекингное масло. Класс вязкости по SAE подбирается стандартным образом: с учетом сезона и степени изношенности двигателя.

#### Эпилог

Даже этот беглый обзор показывает, что разработчики современных «грузовых» масел постарались учесть все нюансы дизеля. Что касается конкретных советов, они известны. При выборе масла следует ориентироваться на категории API и ACEA и допуски производителей автомобилей. Для импортных дизелей, эксплуатируемых в России, пробеги между заменами моторного масла рекомендуется сократить, о чем только что говорилось.

Впрочем, растущее качество нашего дизельного топлива и худобедно развивающееся дорожное строительство вселяют надежду, что эта рекомендация — временная.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Н

(статьи о турбокомпрессорах)

Журнал АБС-АВТО №10 2011.

С.Самохин, И.Ермоленко. Вал – пополам, турбина вдребезги. Часть 1.

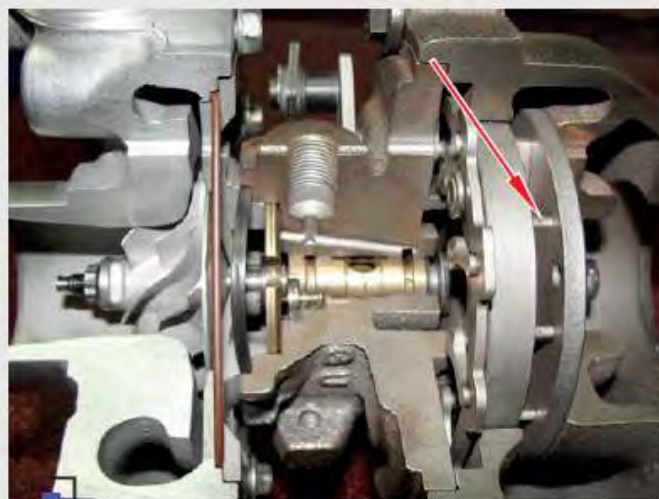
*Производители турбокомпрессоров клятвенно заявляют, что ресурс их изделий сравним с ресурсом двигателя, а вероятность отгрузки с их предприятий продукции, имеющей скрытые дефекты, равна нулю со многими нулями после запятой. Им трудно не поверить: современные оригинальные турбины изготавливаются на высокотехнологичных автоматизированных линиях и проходят строжайший многоступенчатый контроль качества. Возникает вопрос: почему за время эксплуатации автомобиля турбокомпрессор приходится менять, и иногда не один раз? Почему после установки турбины, приобретенной на вторичном рынке, значительная часть покупателей возвращается к продавцам с претензиями: «турбина течет..., не дует..., развалилась...»? Производители кривят душой, поставщики шельмуют или за время пути от завода до прилавка у «железа» истекает срок годности?*

Технологии турбонаддува эволюционируют стремительными темпами. Конструкция турбокомпрессоров усложняется, на смену относительно простым, нерегулируемым турбинам повсеместно приходят регулируемые, работающие во взаимосвязи с системой управления двигателем (СУД). Становятся нормой еще недавно диковинные турбокомпрессоры с регулируемым сопловым аппаратом (РСА), в которых применяются патентованные зарубежные технологии VNT, VTG, VGT. Совершенствуются исполнительные механизмы и алгоритмы управления турбиной. Процесс идет настолько быстро, что не только рядовые пользователи автомобилей, но и те, кто профессионально занимаются их ремонтом и послепродажным обслуживанием, оказываются неподготовленными к «общению» с принципиально новой техникой.

К сожалению, специалистов, глубоко разбирающихся в технологиях турбонаддува, у нас «не сыскать днем с огнем». Конечно, на то есть и объективные причины. Российские производители турбокомпрессоров не пережили перестройку и ускорение, отраслевые институты давно «дышат на ладан», вузовская наука и в прежние времена была далека от реальной жизни, а уж теперь и подавно — отстала безнадежно. Эта ситуация особенно очевидна с позиции эксперта, который ежемесячно исследует 40–50 самых разных турбин (оригинальных, неоригинальных и контра-



Эксперту несколько раз за день приходится отвечать на вопрос о причинах преждевременной кончины турбокомпрессора



Так устроена современная турбина с РСА (стрелкой показаны направляющие лопатки соплового аппарата)

фактных, для легковой, грузовой и специальной автотехники, отечественной и зарубежной), вызвавших претензии по качеству. Имеющий дело не только с железом, но и с клиентом (автовладельцем, представителем продавца или автосервиса) эксперт как никто другой может составить объективное мнение о производителях, их продукции и ее потребителях. Мнение и опыт эксперта послужили основой для следующего повествования, не претендующего на исчерпывающий характер и системность, свойственные серьезной научно-технической литературе.

### **Преждевременная кончина в классической интерпретации**

Ответ на первый из поставленных вопросов (почему реальный срок службы турбины оказывается меньше, чем рассчитывает ее производитель) можно сформулировать в краткой и развернутой формах. Кратко можно сказать так: ресурс турбины сравним с ресурсом двигателя при условии полной исправности всех систем двигателя, его безупречной эксплуатации и обслуживания. Развернутый ответ может стать темой не только журнальной публикации, но научного труда. Постараемся «развернуть в меру». Турбокомпрессор — единственный навесной агрегат двигателя, который работает в тесной взаимосвязи практически со всеми системами двигателя: впуска и выпуска отработавших газов, смазки и охлаждения, топливоподдачи и вентиляции картера, а в последнее время — и с системой управления двигателем. Турбина — это еще и наиболее высоконагруженный агрегат, действующий в условиях колоссального перепада температур и огромных динамических нагрузок. Они определяются фантастической частотой вращения ротора, которая может достигать величины  $5000 \text{ с}^{-1}$ .

Вследствие этого номинальный режим работы турбокомпрессора зачастую оказывается близким к предельному. Поэтому даже незначительные отклонения в работе смежных систем двигателя, не говоря уже об их неисправности, губительно влияют на работоспособность турбокомпрессора, сокращают его ресурс и могут привести к отказу. С этой точки зрения турбину можно рассматривать как своего рода индикатор состояния двигателя: если с мотором не порядок, турбина отреагирует первой. Если двигатель не прошел и сотни тысяч километров, а турбину пора менять — делайте выводы.

Возможных причин отказа турбокомпрессора великое множество. Производители турбин объединяют наиболее распространенные из них в несколько групп: попадание в турбокомпрессор посторонних предметов, дефицит смазки, загрязнение масла и превышение допустимой частоты вращения ротора. Они неплохо описаны в общедоступных источниках, поэтому ограничимся краткими комментариями с учетом наших российских реалий.

Из-за невероятно большой скорости вращения ротора турбокомпрессора попадание любого инородного предмета в корпус компрессора или турбины приводит к повреждению крыльчаток. Даже если повреждение незначительное, гибель турбины — всего лишь дело времени. Любое искажение формы лопаток — это дисбаланс ротора, он, в конце концов, и добывает агрегат.

В корпус компрессора часто попадает мусор через поврежденный воздушный фильтр, оставленные в воздуховоде нерадивыми автослесарями куски бумаги, тряпки, мелкий крепеж. В корпус турбины всякая всячина залетает из мотора, что подтверждается повреждением входной кромки турбинного колеса. Это могут быть ча-

сти свечей накаливания, клапанные седла, тарелки, направляющие втулки, куски прокладки коллектора или поршней. На шероховатостях коллектора накапливаются окалина и нагар, которые время от времени отрываются. У некоторых бензиновых моторов стенки выпускного коллектора делают двухслойными.

В то время как внешняя выглядит вполне прилично, внутренняя может разваливаться от перегрева и бомбардировать крыльчатку турбины обломками. Продолжительно вращаться с огромной частотой ротор может только при отсутствии прямого контакта вала и подшипников скольжения, радиальных и упорного. Их обязательно должна разделять прочная масляная пленка (масляный клин). Это условие выполняется, когда давление и расход масла через турбину соответствуют норме, установленной заводом.

В турбокомпрессорах с неохлаждаемым корпусом подшипников смазка выполняет еще одну важную функцию — отводит тепло от вала, подшипников и центрального корпуса (прежде всего, со стороны турбины). Понятно, что дефицит смазки приводит к ослаблению масляного клина и нарушению теплового режима турбины. Высокие динамические нагрузки разрушают масляную пленку, и наступает губительное «сухое» трение с последующим сильным износом трущихся поверхностей со следами перегрева в виде интенсивных цветов побежалости.

Причиной дефицита масла может быть любая неисправность системы смазки двигателя, например износ масляного насоса, отказ редукционного клапана или засорение масляного фильтра. Нередко турбина испытывает масляное голодание из-за снижения пропускной способности маслоподающей трубки — она может быть повреждена механически или засорена коксовыми отложениями. Особо следует упомянуть о качестве моторного масла, от которого во многом зависит его склонность к коксованию. Не секрет, что в двигателях с турбонаддувом применяются специальные сорта масел. Их рецептура и характеристики отличаются от обычных с учетом более напряженных условий работы по температуре и нагрузкам.

Использование качественного, но не предназначенного для таких целей масла сокращает срок службы турбины. К примеру, в турбосервис часто попадают машины VW/Audi 1.8T, только что сошедшие с гарантии и проходившие регулярное обслуживание на дилерских станциях. При обследовании их моторов приходится наблюдать такую картину: закоксовано все, что только можно: маслоподающая



До того как во впуске забыли металлический предмет, это была крыльчатка компрессора



Судя по тому, что повреждены входные кромки турбинного колеса, нечто прилетело из мотора

трубка, картер, система вентиляции и, конечно, турбина. Причиной может быть или качество смазки, или необоснованно большой интервал сервисного обслуживания.

Каким бы качественным ни было масло, при длительной эксплуатации в городе присадки срабатываются, масло утрачивает свои свойства, и начинается его интенсивный угар. То есть происходит образование отложений и коксование в деталях двигателя. Как это ни странно, в регламентных работах по этим моторам такие операции, как проверка давления картерных газов или очистка системы вентиляции картера вообще не предусмотрены.

Бывает, что в масляном голоде турбины оказываются виноватыми неграмотность или небрежность сервисных работников. Установленная со смещением или густо смазанная герметиком прокладка в месте крепления маслоподающей трубки частично или полностью перекрывает отверстие для прохода смазки. Еще раз стоит напомнить, что при подсоединении к турбине внешних магистралей использовать герметики строгой-ше запрещено. Распространенная причина выхода из строя турбокомпрессора — присутствие в масле частиц грязи. Это могут быть продукты естественного износа деталей двигателя, коксования масла и деятельности небрежных мотористов. Попадая в зазоры между трущимися деталями турбины, они вызывают их механический износ. Мелкие частицы аккуратно полируют и поверхности трения и заливают острые кромки, крупные оставляют на них глубокие риски и задиры. В любом случае действие абразивных частиц приводит к увеличению зазоров, резкому снижению прочности масляной пленки и ее разрушению. Иногда частицы грязи, поступающие в турбину со смазкой, действуют еще коварнее: перекрывают сечение маленьких каналов для подачи масла к узлам трения.



Одна из металлических частичек попала точно в тонкий канал, лишив смазки упорный подшипник

Распространено заблуждение, что масляный фильтр системы смазки двигателя является панацеей от такого рода неприятностей. Напомним: когда в результате засорения фильтра его сопротивление возрастает до критического значения, приоткрывается предохранительный клапан и часть масла начинает поступать в систему нефилтрованным. Примерно то же самое происходит в момент холодного пуска двигателя с вполне рабочим фильтром. Пока масло не прогреется и его прокачиваемость не придет в норму, предохранительный клапан может оставаться открытым. Одним словом, все, что взвешено в масле, наверняка рано или поздно окажется в турбине.

Список классических причин отказа турбо компрессоров завершается неисправностями, приводящими к превышению предельной частоты вращения ротора, иными словами, к «перекручиванию» турбины. Перекручивание сопровождается неконтролируемым ростом давления и «перенаддувом» двигателя. Оно особенно

опасно, если турбина нерегулируемая или недостаточно активно контролируется системой управления двигателем. В этом случае мотор может просто разрушиться. При перекручивании турбины, как правило, появляется дисбаланс ротора. Вначале повреждаются его самые слабые места, например, периферийные части лопаток турбины или компрессора. Их выкрашивание под действием запредельных центробежных сил и высокой температуры усиливает дисбаланс. Как упоминалось ранее, ротор смазывается гидродинамическим способом — «плавает» на масляном клине. Дисбаланс сопровождается резким увеличением радиальных нагрузок между валом и подшипниками. Под их действием масляный клин, разделяющий поверхности скольжения, разрушается и начинается «сухое» трение. А дальше — как повезет.

Если везения нет, вал «прихватывает» и он, как правило, ломается по опасному сечению. Не удивительно, что в «перекрученной» турбине можно обнаружить признаки, указывающие на масляное голодание, — это результат нарушения несущей способности масляного клина. Самая распространенная причина перекручивания — резкое повышение температуры отработавших газов вследствие неисправности системы топливоподачи. Перенаддув также может быть следствием неисправности системы регулирования турбокомпрессора или некомпетентного вмешательства в ее работу.

#### **В дополнение к классике**

Перефразируя небезызвестного классика, допустимо сказать, что причины отказа турбокомпрессоров — не догма, а творческое, развивающееся учение. С распространением турбин с внешним регулированием к простейшим, классическим причинам преждевременной кончины добавились сложные неисправности элементов их регулирования, компонентов СУД и сбои программного обеспечения. Они достойны того, чтобы выделить их в отдельную группу. Вот распространенный случай. Машина вдруг перестает ехать. Владелец и механики обычно сразу грешат на турбину: «не дует». Кстати, чтобы проверить, развивает турбокомпрессор давление или нет, необязательно выполнять точные измерения. Достаточно просто как следует «газануть» и пощупать напорный патрубок на выходе из компрессора.

Если, действительно, турбина «не дует», причин может быть много, но все они, как правило, кроются вне турбины.

У турбокомпрессоров с байпасным регулированием встроенные клапаны бывают двух видов — нормально закрытые и нормально открытые. К примеру, у турбины, что стоит на моторах VW/Audi 1.8T, клапан нормально закрытый, а у турбины двигателя Mercedes-Benz Vito 2.2 Cdi — нормально открытый. Клапаны приводятся в действие пневматической камерой управления. Обычно в камеру нормально закрытых клапанов поступает давление, а нормально открытые управляются разрежением.

Двигатель запустился — в камере создалось разрежение — клапан закрылся. Если по какой то причине разрежение не поступило в камеру управления, клапан остается полностью открытым и все газы «улетают в трубу», минуя колесо турбины. Турбина «не дует». К счастью, такие случаи не очень часты.

Гораздо чаще они происходят с турбокомпрессорами с РСА. Этот механизм оказывает очень глубокое воздействие на турбину — меняет ее проходное сечение в

широком диапазоне. Поэтому любая неисправность в его управлении (трех-ходовой электромагнитный клапан,

вакуумный насос, электрические контакты и т.п.) оборачивается серьезным повреждением турбокомпрессора.

Взять, к примеру, относительно новые корейские турбодизели Hyundai/KIA (Starex, Sorento и т.п.), которые оснащаются турбинами с РСА и пневматической камерой управления. Такие агрегаты регулярно приносят в ремонт со сломанным пополам валом. Дело в том, что на этих моторах часто выходит из строя электромагнитный клапан, регулирующий разрежение в камере управления РСА. Сопловой аппарат не регулируется и все время остается в исходном состоянии: лопатки занимают положение, соответствующее минимальному проходному сечению проточного канала турбины. Делается это для того, чтобы максимально повысить кинетику слабенького потока отработавших газов, характерного для малых частот вращения и нагрузок двигателя. С ростом оборотов двигателя лопатки РСА должны поворачиваться так, чтобы проходное сечение канала турбины увеличивалось вслед за увеличением расхода отработавших газов. Если система регулирования бездействует, «газование» приводит к тому, что турбокомпрессор «перекручивается» и происходит перенаддув двигателя. Лучший вариант развязки — срыв впускных патрубков высокого давления, которые могут сработать как предохранительный клапан. В худшем — смотри заголовок. Понятно, что установив вместо разбитой турбины новую и не проверив исправность системы управления, владелец вскоре возвращается к продавцу с еще одной кучей железа и претензией: плохая турбина! Похожая проблема сплошь и рядом встречается и на других моторах с аналогичными системами наддува. Она особенно коварна тем, что отказ регулирующего клапана, как правило, напрямую не фиксируется системой самодиагностики СУД. Если ошибка и сохраняется в памяти блока управления, ее расшифровка человеку несведущему ничем не поможет. Получается, надо «ведать». Часто жизнь турбокомпрессора укорачивают причины, которые можно объединить в категорию под названием «городская эксплуатация автомобиля». Уже упоминалось о том, что длительная эксплуатация машины в мегаполисе приводит к деградации свойств моторного масла. Она также вызывает повышенное нагарообразование в двигателе и турбине, что особенно опасно для современных агрегатов с РСА. «Пробочный» режим движения, усугубленный плохим топливом, изношенной поршневой, нерегулярной профилактикой систем впуска, выпуска, вентиляции картера и т.д. делают свое черное дело, и в механизме РСА накапливаются отложения. Это «дело» длится, как правило, всю рабочую неделю. При этом направляющие лопатки РСА работают в узком диапазоне углов регулирования, понемногу расчищая здесь нагар своими кромками. Но вот наступает уик-энд, автовладелец выбирается из забитого машинами города на свободу и от души нажимает на газ. По идее, при этом лопатки должны так же от души открыться, но не тут-то было! Они упираются в накопившийся за неделю, нетронутый слой нагара и клинят. А пиво в машине греется... И хочется уже скорее присесть к столу и расслабиться...

В общем, если вовремя не заметить неладное и не прекратить попытки «топить», неизбежен все тот же финал: вал пополам...



Нагарообразование опасно не только для турбин с РСА. Известны случаи, когда обычные турбины с байпасным регулированием зарастали нагаром так, что ротор переставал вращаться — вставал намертво! При городской езде это может оставаться незамеченным, но когда приходит время нажать на газ, машина не едет! На го-



Выкрошенные периферийные кромки лопаток турбинного колеса — верный признак перекручивания

родской машине турбина с подклинивающим ротором — частое явление.

Нагар также опасен тем, что блокирует систему вентиляции картера. Засоренная система вентиляции если и пропускает картерные газы, то с частицами нагара и отложений. Вся эта грязь летит в компрессор, и компрессорное колесо покрывается черным налетом. Это верный признак того, что надо принимать срочные меры по профилактике системы. Далее мы расскажем подробно, чем неисправность системы вентиляции грозит

турбированному двигателю и самой турбине. Пока упомянем еще об одном неиссякаемом источнике проблем турбокомпрессора. Имя ему — «тюнинХ».

В конструкции камеры управления турбокомпрессора предусмотрена регулировка — конец штока, соединяющийся с байпасным клапаном или механизмом РСА, выполнен резьбовым. Она служит для заводской настройки характеристик системы и ее согласования с СУД. Психология нашего человека такова, что если есть возможность «покрутить», ею обязательно воспользуются. И ведь крутят, имея смутные представления о тонкостях работы системы наддува. И накручивают так, что «мало не покажется». Прибегают и к корректировке ПО блока управления. Находится немало желающих за полтысячи баксов прикупить дополнительно 10–20 «лошадей» к своему штатному «табуну». Для этого программно повышают давление наддува и хорошо, если соответственно корректируют топливоподачу.

Повышение давления наддува «зашитого» мотора, естественно, достигается увеличением частоты вращения турбины. Значит, она будет работать в нерасчетном режиме. Кто даст гарантию, что она не развалится преждевременно?

**С.Самохин, И.Ермоленко. Вал – пополам, турбина вдребезги. Часть 2.**

*Допустим, по какой-то из многочисленных причин, упомянутых в предыдущей части повествования, штатная турбина вышла из строя. Казалось бы, какие проблемы? Купил новую, поставил и – гоняй, не грусти! Не тут-то было – покупают, ставят и ... вскоре опять возвращают ее продавцу: турбина бракованная!*

Начинать принято с главного. Не будем нарушать общепринятый порядок и начнем с категоричного заявления. Оригинальные турбины, поступающие на афтер-маркет, ничем не отличаются от тех, что устанавливаются на конвейере. И те, и другие — полностью готовые к работе агрегаты, прошедшие балансировку, настройку и приработку. Сомнения в их качестве беспочвенны. Это также справедливо для турбин, восстановленных с соблюдением заводских технологий. Сказанное требует пояснения. Одна из особенностей турбокомпрессора состоит в том, что он не проработает долго, если в диапазоне рабочих частот вращения дисбаланс ротора превышает допустимый уровень. Чем это грозит, мы уже знаем. Допуск по дисбалансу устанавливает производитель турбокомпрессоров. Для каждой модели турбины он индивидуален и зависит от ее типоразмера и конструкции. Как правило, чем меньше турбокомпрессор и, соответственно, выше частота вращения ротора, тем допуск жестче. Допуск настолько строгий, что его принципиально невозможно обеспечить, если просто взять качественные комплектующие и безошибочно собрать их в единый агрегат. Поэтому технологический процесс производства турбокомпрессора предусматривает обязательную многоступенчатую балансировку. Балансируются отдельные детали (валы и колеса) и сборочные единицы (роторы). Подавляющее большинство моделей турбин (за исключением грузовых «тихоходов») проходит этап финишной балансировки. Ротор испытывается в составе картриджа, будучи установлен в корпус подшипников. Методика финишной балансировки такова, что одновременно проверяется правильность сборки картриджа, работоспособность газодинамических уплотнений ротора и происходит приработка пар трения. Так контролируется



И при производстве, и при восстановительном ремонте детали и сборочные узлы турбин многократно балансируются

каждая сходящая с конвейера турбина. В этом принципиальное отличие турбокомпрессоров от других автомобильных агрегатов, проходящих выборочный выходной контроль.

Это и дает основание утверждать, что вероятность получить бракованную турбину — «ноль целых, ноль десятых». Почему же прошедшие балансировку, настройку и приработку агрегаты отказываются ра-

ботать как положено? Опыт работы эксперта подсказывает, что виновны в этом безжалостные враги турбины: прижимистость, небрежность, неграмотность, некомпетентность, надежда «на авось» и т.д., и т.п.

## На грош пятаков

Экономность — в общем, похвальное качество, особенно если экономить с умом. Экономия «во что бы то ни стало», «любой ценой» — напротив, неразумна. Она и подводит многих автолюбителей, выбирающих на замену отказавшей турбине самый дешевый вариант. Цена на оригинальные изделия у разных продавцов может отличаться, но незначительно — обычно в пределах 10%. Такая экономия не устраивает прижимистого покупателя — он ищет более «выгодные» варианты. Как можно «выгадать» больше? Во-первых, можно купить неоригинальную турбину.

Прямых подделок турбокомпрессоров мировых брендов, например, Garrett или KKK, попадает немного. А вот копии оригинальных турбин, изготовленные «сами знаете где», встречаются нередко. То есть покупателя не обманывают — вместо дорогой фирменной турбины, рекомендованной производителем мотора, ему продают «безымянную» турбину, которая стоит ощутимо дешевле. И покупатель добровольно соглашается на такую замену.

А раз так, то и за последствия должен отвечать сам. Среди копий изделия более-менее приемлемого качества — редкое исключение. Как правило, турбины, сработанные неизвестно где и неизвестно кем, представляют собой комплекты деталей «сделай сам». При их монтаже может обнаружиться нестыковка узлов крепления: что-то придется отпилить, подварить, просверлить или нарезать резьбу. Но это полбеды. Практически все турбины, попадающие к нам «сами знаете откуда», плохо отбалансированы, а иногда в них вовсе отсутствуют кое-какие детали. Стоит ли объяснять, чего можно ожидать от их эксплуатации?

И при производстве, и при восстановительном ремонте детали и сборочные узлы турбин многократно балансируются

Еще один распространенный вариант радикальной экономии — покупка «кота в мешке», а именно, б/у турбины. Надо сказать, что на столичных разборках турбокомпрессор легкового автомобиля в среднем стоит 8–10 тысяч непросто доставшихся рублей. Гарантий — никаких.

Турбина — это не рулевая тяга: не разобрав, оценить ее состояние практически невозможно. Разобрал — можешь смело выкинуть: сборка без последующей балан-



Отличие безымянной турбины (слева) от фирменного «гарретта» (справа) в буквальном смысле кроется в деталях

сировки — напрасный труд. По-хорошему, и «самоделку», и «кота» следует сразу после покупки отнести к грамотным ремонтникам, чтобы привести их в божеский вид. Но это дополнительные расходы, которые сводят достигнутую экономию на нет. Уж если на то пошло, более выгодный и одновременно надежный вариант — покупка восстановленного турбокомпрессора. Если восстановительные работы выполнены по заводским технологиям, особенно методом замены картриджа на оригинальный, работоспособность отремонтированной турбины будет не хуже, чем новой.

Это подтверждается долгосрочной гарантией на восстановленные турбоагрегаты, которую предоставляют ответственные ремонтники. Но этот путь не для насто-



Сэкономил на маслоподающей трубке — загубил турбину



Цвета побежалости на корпусе турбины — признак перегрева. Хорошо виден «удароопасный» алюминиевый опорный диск улитки компрессора

ящего «экономиста». Сэкономив на покупке турбины, он затем экономит на ее установке. Будет монтировать сам (и не такое вытворял со своими «жигулями») и даже не подумает потратиться на новые масло и фильтры. Предсказуемо, вскоре он займется поиском следующей турбины. Будет обзванивать разборки, выбирая, где подешевле. С экстремальными экономистами все понятно. Сложнее понять авто владельцев, которые покупают дорогую оригинальную турбину, а потом экономят «на спичках», т.е. на скрупулезном выполнении правил ее монтажа, с которыми мы познакомимся далее. А пока, допустим, вы купили турбину...

### Как с яйцом

Турбокомпрессор — здоровенная «железяка» весом 6–8 кг (это про легковые модели), на две трети сделанная из чугунины. Многих внешний вид турбины вводит в заблуждение, и они упускают из вида, что внутри нее скрыт прецизионный механизм. Зачастую «железяку» небрежно кидают в багажник (а если несколько «железяк», то и в кузов), и поскакали по ухабам. А через какое-то время покупатель возвращает турбину продавцу: не крутится! Кто виноват? На самом деле турбина — штука нежная, и обращаться с ней нужно бережно, как с яйцом! Малейшая деформация любой корпусной детали грозит заклиниванием ротора. К примеру, у некоторых турбин опорный диск, к которому крепится корпус компрессора, изготавливается из алюминия и довольно легко деформируется. В случае удара по корпусу компрессора, произошедшего при транспортировке или монтаже, диск слегка перекашивается. Поскольку зазор между компрессорным колесом и корпусом мизерный,

крыльчатка тут же заклинивает. Думаете, такие случаи редкость? Отнюдь, ежемесячно на экспертизу попадают 3–4 «тюкнутые» турбины! Заклинивание ротора — не единственно возможное следствие небрежного обращения. Если «удачно» прило-



Эксперт проверяет исправность пневматической камеры управления байпасным клапаном



Диагностика электронных турбин возможна только с помощью специализированного тестера

жить турбину, можно и корпус расколоть, и камеру управления байпасным клапаном свернуть или просто деформировать шток привода клапана. В любом случае, «как положено» турбина работать не будет.

### **Черным по белому**

Если покупка сделана у легального продавца, покупатель вместе с оригинальной турбиной получает пакет документов. В него входят гарантийные обязательства производителя турбокомпрессора и инструкция по монтажу, в которой подробно расписано, что и как нужно делать, и чего нельзя делать ни в коем случае. Инструкция по монтажу турбокомпрессора разработана на основании рекомендаций турбопроизводителей и опыта их российских дистрибьюторов. Ее цель — предотвратить наиболее характерные критические ошибки, допускающиеся установщиками. Образно говоря, за каждым пунктом инструкции безмолвно «стоит» (или лежит?) не одна сотня убитых турбин и море потерянных покупателями денег и нервов. В частности, инструкция подсказывает, как гарантированно исключить опасность «сухого пуска» турбины и обеспечить расчетные режимы по температуре и смазке, а также нормальный баланс давлений внутри турбины и извне.

Таким образом, все, от производителя до продавца, рассчитывают, что покупатель умеет читать и ознакомится с документацией. Если так, то уже при покупке он как минимум должен иметь представление о следующих нюансах:

- турбокомпрессор относится к технически сложным товарам, и его возврат или обмен возможен лишь в случае обнаружения в нем серьезных недостатков, влияющих на работоспособность;
- гарантия на турбокомпрессор действует только при выполнении покупателем ряда условий, прежде всего правил монтажа;
- порядок рассмотрения претензий предусматривает обязательную техническую экспертизу турбины для выяснения причин ее неудовлетворительной работы.

Внимательнее ознакомившись с бумагами на досуге, покупатель, по идее, должен проникнуться мыслью, что замена турбины — не самое простое дело. Его успех

зависит от многих факторов, в частности от профессионализма людей, которым оно будет доверено.

К сожалению, эксперт постоянно убеждается в том, что документы не читают. При необходимости предъявить бумаги покупатель в лучшем случае «откапывает» их в глубине бардачка, а чаще не находит вовсе — видимо, выбросил вместе с упа-



Механизм РСА — в корпусе турбины, а его привод закреплен на улитке компрессора. Изменение разворота корпусов нарушит настройки механизма регулирования



Горячие корпуса бензиновых турбин чаще страдают от трещин

ковкой. Не мудрено, что ни он, ни самонадеянные сервисмены, которые «крутили гайки», так и не уяснили следующий важный момент.

Прежде чем монтировать новый турбокомпрессор, нужно обязательно выяснить причину отказа прежнего и устранить ее. Тупая замена неисправной турбины на новую — «деньги на ветер». Вновь установленная турбина долго не протянет. Не стоит на этот счет питать юношеских иллюзий и полагаться «на авось». Если оказалось, что в преждевременной «кончине» турбокомпрессора виновно масляное голодание, жизненно необходимо добиться, чтобы давление в системе смазки двигателя и пропускная способность трубки, по которой масло поступает к турбине, соответствовали заводским спецификациям. Если причина в повреждении пар трения абразивными частицами, нужно предпринять все меры для удаления из системы смазки посторонних частиц, вплоть до снятия поддона и очистки внутренних и масляных каналов двигателя.

Кстати, некоторые автомастера контролируют состояние системы смазки турбокомпрессора так. До присоединения маслоподающей трубки к турбине опускают ее конец в прозрачную емкость и, проворачивая мотор стартером, наблюдают, как бодро из нее течет, а затем внимательно изучают, что натекло. Если струя крепка и чиста, как советская власть, можно смело двигаться дальше. Хотя диагноз ставится «на глазок», способ вполне приемлемый и проверенный на практике. Найти причину отказа турбокомпрессора без соответствующего опыта и знаний может оказаться непросто. В таком случае настоятельно советуем отвезти турбину на экспертизу. Важно понять, что она придумана не для того, чтобы «найти стрелочника». Цель экспертизы как раз состоит в том, чтобы помочь клиенту понять, что случилось, и сэкономить его деньги, исключив очередное «попадалово».

Раз уж речь зашла об экспертизе, самое время познакомиться с работой эксперта. Вначале — бумажка Работа эксперта начинается вовсе не с разборки турбины, а

с «разборки бумаги» — изучения документов на турбокомпрессор: где приобретен, каковы гарантийные обязательства и условия их предоставления, как эти условия выполнялись покупателем и установщиками турбины. На бумажном этапе от клиента также требуется письменное заявление с описанием характера неисправности (акт рекламации). Затем эксперт приступает к внешнему осмотру турбины. Внешний вид турбокомпрессора внимательному наблюдателю может рассказать о многом. Следы ударов, приведших к механическим повреждениям корпусных деталей, поведают о небрежном обращении с агрегатом. Остатки герметика на внешних соединениях — о грубом нарушении правил монтажа. Цвета побежалости на горячей части турбины — о ее перегреве из-за неисправности системы питания или применения некондиционного топлива.

При внешнем осмотре нельзя не заметить серьезные повреждения компрессорного и турбинного колес посторонними предметами или сломанный пополам вал ротора. Часто оказывается, что открутилась гайка, которой крепится компрессорное колесо. Клиент гневается: гайку плохо закрутили! И напрасно — в турбинах нормального вращения (ротор крутится по часовой стрелке) гайка имеет левую резьбу и работает на затягивание. Ее отворачивание — следствие внезапной остановки ротора из-за его заклинивания посторонним предметом или «прихвата» при масляном голодании.

Следующий этап — оценка состояния механизма регулирования турбины и контроль его параметров. В турбинах с пневматической камерой управления эксперт проверяет исправность камеры и соответствие положения регулировочных элементов заводским установкам. Измеряются параметры, регламентируемые производителем: давление «страгивания» штока (начало открытия байпасного клапана или РСА) и его ход в контрольных точках. При этом нередко обнаруживаются результаты некомпетентного вмешательства: нарушения заводских регулировок штока, изменение характеристик пружины и даже разрыв диафрагмы камеры. Такие повреждения наносят те, кто ищут пропавшее давление наддува не там, где надо, или хотят получить от турбины больше, чем она может дать. «Настройщикам» невдомек, что в турбинах с внешним регулированием (а таких сегодня большинство) изменением длины штока можно воздействовать только на давление начала открытия байпасного клапана. Шток можно «накрутить» так, что или порвется диафрагма, или клапан не откроется вовсе и турбина перекрутится. Проверка механизма регулирования современных турбокомпрессоров с РСА и электронным блоком управления — особая история.

Например, проверить электронику турбин Garrett VNT можно только с помощью специализированного тестера. Прибор подключается к разъему электронного блока, и автоматически выполняется несколько тестов. Проверяются работоспособность шагового двигателя, начальные установки и адекватность реакций РСА. В ходе так называемого фрикционного теста оценивается усилие перемещения направляющих лопаток РСА. После испытания тестер выдает отдельные заключения об исправности привода и механизма VNT. Электронную диагностику турбокомпрессора можно выполнить прямо на автомобиле.

Работу механизмов регулирования турбокомпрессора, и пневматического, и электронного, часто нарушают опять-таки из-за несоблюдения правил монтажа.

Сказано: нельзя самостоятельно изменять разворот корпусов турбины и компрессора. Меняют! Иногда по пустякам — например, неудобно присоединять воздуховод к улитке компрессора. Ослабляют болты, поворачивают улитку, накидывают патрубков, возвращают улитку на место и ...ошибаются на миллиметр. Казалось бы — ерунда, а настройка механизма необратимо сбивается. «Разворачивальщики» не придали значения тому, что устройство управления (камера или электронный блок) закреплено на корпусе компрессора, а исполнительное устройство (клапан или РСА) — на турбине. Миллиметровой ошибки в их взаимной ориентации оказывается достаточно, чтобы грубо нарушить начальные установки механизма. Завершив внешнее обследование, эксперт углубляется внутрь турбокомпрессора. Демонтируются улитки компрессора и турбины и осматриваются на предмет скрытых доселе повреждений. Обнаруженные следы касания корпусов крыльчатками укажут на чрезмерный износ пар трения, нарушивший центровку ротора. А следы масла позволят предположить причины его повышенной утечки. Наиболее термонагруженные детали, корпуса турбин и байпасные клапаны (особенно бензиновых турбокомпрессоров) тщательно проверяются на отсутствие трещин.

После этого наступает черед наиболее тонкого и ответственного мероприятия — определения люфтов ротора.



**Журнал АБС-АВТО №2 2012. С.Самохин, И.Ермоленко (эксперт фирмы «Турбо Инжиниринг»). Вал – пополам, турбина вдрезбегу. Окончание.**

*Продолжая знакомиться с работой эксперта, мы попутно разберемся с некоторыми вопросами, чаще всего озадачивающими покупателей турбокомпрессоров — авто-владельцев и сервисеров.*

В прошлый раз мы остановились на этапе определения люфтов ротора. Надо сказать, что люфты — это особая история, которая вызывает недоумение и сомнения у каждого второго покупателя турбокомпрессора: «А что это вал так болтается?» Этот вопрос придется прояснить.

### **Без этого турбине — крышка**

Аксиома такова: **без люфтов ротора (радиального и осевого) турбина работать не может — они должны быть.** Припомним, что вращающийся вал ротора удерживается в центральном корпусе подшипниками скольжения: двумя радиальными (иногда они изготавливаются в виде единой детали — «патрона») и одним упорным. Все пары трения смазываются гидродинамическим способом. Масло поступает в зазоры между вращающимися деталями под давлением. В зазоре образуется прочная пленка, так называемый масляный клин. Пленка разделяет смазываемые детали, исключая контакт металлических поверхностей, и одновременно центрирует вал в подшипниках. Образно говоря, вращающийся вал «плавает» в масляной ванне. Нет зазоров — нет пленки. Нет пленки — «кирдык» турбине.

Зазор, необходимый и достаточный для формирования масляного клина, составляет несколько сотых долей миллиметра. Каково это на ощупь, можно почувствовать, если пальцами сместить ротор в осевом направлении, где его люфт определяется единственным зазором между валом и упорным подшипником. Можно убедиться в том, что люфт в несколько «соток» едва ощутим. Если же ротор покачать за кончик вала в радиальном направлении, смещение будет хорошо заметно и на ощупь, и визуально. Почему?

Во-первых, потому, что радиальные подшипники — плавающие. Они устанавливаются с зазором относительно и вала ротора, и центрального корпуса турбины. Так что сам подшипник вращается в корпусе с частотой, примерно вдвое меньшей частоты вращения ротора. Значит, в радиальном направлении ротор имеет «слабину» относительно корпуса в четыре зазора (по два на сторону). А это уже несколько «десяток».

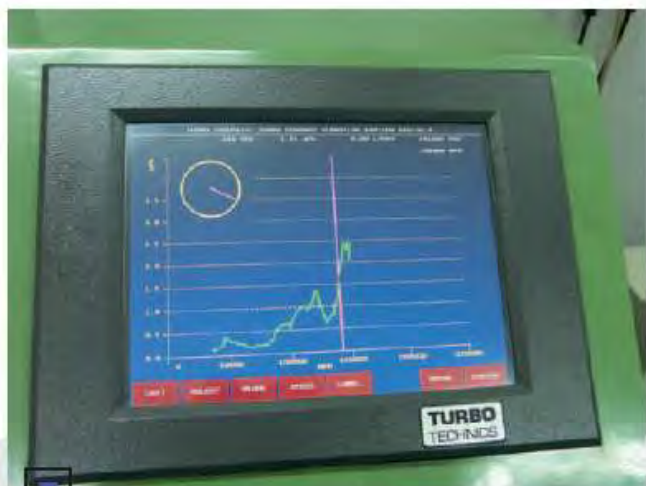


Вал ротора удерживается в центральном корпусе подшипниками скольжения: двумя радиальными (1) и одним упорным (2)



При испытании на стенде Turbotecnics полностью имитируются условия, в которых работает турбина

Во-вторых, качая ротор из стороны в сторону за кончик, мы ощущаем не радиальный люфт, а так называемую перекладку ротора. Геометрия двухопорной конструкции такова, что перекладка ротора всегда заметно больше его радиального люфта. Перекладка определяется не только величиной зазоров, но и расстоянием между опорами вала и вылетом вала относительно опоры. Характерная величина



Тестирование на пониженных оборотах показало бы, что дисбаланс в норме



Бывает, лопатки не выдерживают балансировки на рабочих частотах вращения

перекладки у легковых турбин — десятые доли миллиметра.

Итак, если наличие зазоров строго определенной величины — залог работоспособности конструкции, то очередной вопрос, который должна прояснить экспертиза: являются ли люфты ротора допустимыми или они вышли из допуска. Данные по зазорам производителями турбокомпрессоров не афишируются — их приходится по крохам собирать из разных источников. Для каждой модели турбины они устанавливаются индивидуально. Более того, каждый турбопроизводитель диктует свою методику проверки люфтов ротора. Один — опосредованно, через перекладку, другой — непосредственным измерением смещения вала через отверстие для слива масла.

Если измерения показали, что люфты в допуске, разбирать и ремонтировать картридж нет смысла. Разборка картриджа — это неизбежное нарушение положения колес, а значит, и балансировки ротора. Поэтому без веской причины (а именно — увеличенных люфтов ротора, свидетельствующих об износе пар трения) делать этого не стоит. Разумнее сразу приступить к проверке дисбаланса ротора и герметичности его уплотнений в составе сборочного узла. Не просто балансировка. Увеличение дисбаланса может быть следствием всевозможных деформаций вала ротора, лопаток крыльчаток или отложений, возникших при эксплуатации. Даже если дисбаланс не фатальный и до сих пор не привел к отказу турбокомпрессора, он существенно сокращает ресурс. Допустимое значение дисбаланса в определенном диапазоне частот вращения устанавливает завод-изготовитель. Например, в заводской спецификации может быть указано, что в диапазоне оборотов от 90 000 до 120 000 мин<sup>-1</sup> дисбаланс ротора турбины не должен превышать 2 г.

Проверка дисбаланса ротора в составе картриджа выполняется на специализированном балансировочном стенде для финишной балансировки. В идеале его основные технические характеристики (максимальная частота вращения и точность измерения) должны соответствовать требованиям турбопроизводителя. Такие стен-



Характерный признак неисправной системы вентиляции картера — черная сажа на крыльчатке компрессора



Похоже, фильтр системы вентиляции не менялся с момента его установки на конвейере

ды очень дороги, а потому применяются далеко не всеми ремонтными предприятиями. Чаще используется более дешевое оборудование, позволяющее испытывать центральную сборку турбокомпрессора на пониженных оборотах. Насколько корректны такие испытания — вопрос неоднозначный. Не будем тратить время на его обсуждение. Напомним лишь, что дисбаланс имеет резонансную природу, а потому отсутствие пиков виброускорения в диапазоне частот от «А» до «Б» не гарантирует, что они не проявятся при дальнейшем увеличении скорости вращения ротора. Поэтому полное доверие к результатам балансировки может быть, только когда она выполнена в диапазоне рабочих оборотов турбины.

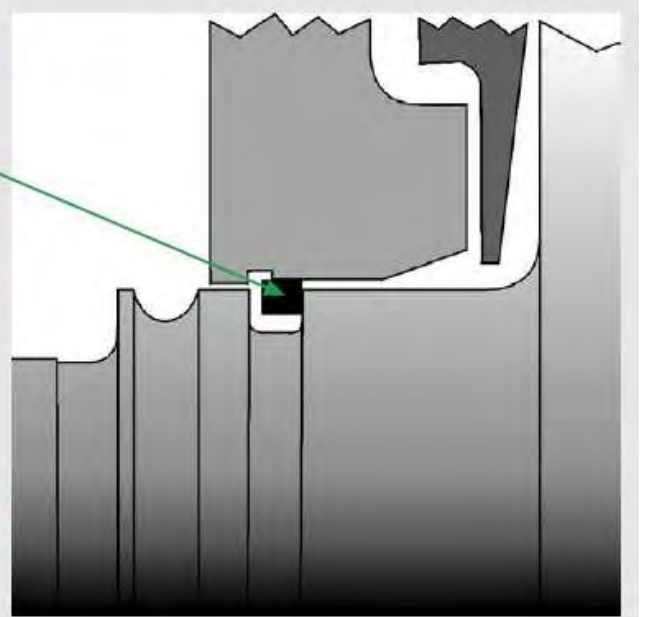
Требования к качественному балансировочному стенду этим не исчерпываются. Ранее упоминалось, что испытание на стенде — нечто большее, чем проверка дисбаланса. Это комплексный тест, который позволяет проверить уплотнения ротора на герметичность, выявить скрытые дефекты деталей и даже погрешности сборки



Разрезное кольцо лабиринтного уплотнения

Маслоотражающие шайбы и буртики

Со стороны компрессора динамическому уплотнению помогают маслоотражающие элементы



картриджа. Для этого в процессе испытания имитируются прочие условия, в которых работает турбина. К примеру, стенд Turbotechonics, который используется в ремонтном подразделении фирмы «Турбо Инжиниринг», позволяет выполнять балансировку с частотой вращения до  $250\ 000\ \text{мин}^{-1}$ . Внутри центрального корпуса под-

шипников под давлением до 7 бар подается моторное масло, разогретое до 80–90° С. Компрессорное колесо закрывается герметичной крышкой. При испытании на нем создается разрежение, т.е. имитируются условия, наиболее опасные для утечки масла.

Практика эксплуатации стенда подтверждает, что он позволяет выявить такие неисправности, которые невозможно обнаружить при балансировке на пониженных оборотах. Стоит лишь допустить небольшой огрех при сборке (например, неправильно установить уплотнительное кольцо), как ни старайся — отбалансировать ротор не удастся. Бывает, при испытании на рабочих режимах под действием центробежных сил разрушаются лопатки крыльчаток. Если бы эти скрытые дефекты проявились при эксплуатации — можно представить возможные последствия для мотора.

Экспертиза турбокомпрессора, с которой мы ознакомились довольно-таки поверхностно, как начинается, так и заканчивается — бумагой. По результатам работы эксперт оформляет акт, в котором излагается вывод о техническом состоянии турбины. Если обнаружена неисправность, указываются вероятные причины ее возникновения и рекомендации по их устранению. Это особенно ценно: не выяснив и не устранив причину отказа, можно менять одну турбину за другой с одним и тем же финалом, грешить на продавца, производителя и собственную «невезуху».

Кстати, чаще всего клиенты эксперта жалуются: «Купил новую турбину, поставил, а она течет! Брак!» В этом стоит разобраться.

**Все течет...** Так утверждал древнегреческий философ-материалист Гераклит. Уместно дополнить его глубокую мысль: «...текут и турбины». Вопрос — почему? Для «знатоков» турботехники это не вопрос: «Износились сальники...» (вариации: «некачественные сальники», «китайские сальники» и т.п.). Ответ неверный хотя бы потому, что сальников в конструкции турбины нет. Центральный корпус подшипников с обеих сторон (со стороны турбины и компрессора) герметизируется, но не сальниками, а бесконтактными динамическими уплотнениями лабиринтного типа. Лабиринт — зазор сложной формы, который образуется между поверхностями канавки, выполненной на валу ротора, и входящего в нее кольца прямоугольного сечения (аналогичного поршневому). Разрезное кольцо за счет упругости фиксируется



Применение герметика необычайно ускоряет «круговорот турбин в природе»



Еще бы она не потекла — «монтажники» присоединили трубку для слива масла, забыв удалить пластиковую технологическую заглушку!

в корпусе подшипников. Когда вал с канавкой вращается относительно неподвижного кольца, в «лабиринте» между ними создаются локальные зоны повышенного давления. Этим достигается не абсолютная, но приемлемая непроницаемость уплотнения для газов и вязких жидкостей. Зачем нужно герметизировать центральный корпус турбокомпрессора? Уплотнение со стороны турбины изолирует его полость от отработавших газов, вращающих турбинное колесо. Если двигатель исправен, давление внутри центрального корпуса подшипников практически атмосферное — он соединен с вентилируемым картером мотора трубкой для слива масла. В корпусе турбины давление всегда избыточное. Не будь уплотнения, горячие отработавшие газы прорывались бы в центральный корпус, а через него и в картер двигателя, что имело бы многочисленные негативные последствия. Собственно, так и происходит, когда эффективность уплотнения с турбинной стороны снижается. Обычно работоспособность уплотнения нарушается в результате механического износа его элементов (кольца и канавки), который, в свою очередь, является следствием увеличения подвижности ротора (осевой и радиальной) из-за выработки подшипников.

С противоположной, компрессорной стороны наблюдается другая картина. Пока давление наддува не достигло заметной величины (в режиме холостого хода и пониженных оборотов двигателя), под крыльчаткой компрессора создается разрежение. В этом случае уплотнение препятствует истечению картерных газов с парами масла из центрального корпуса во впускную систему. По мере увеличения давления наддува функция уплотнения меняется — оно предотвращает прорыв наддувочного воздуха в картер двигателя. Поскольку вынос масла наиболее вероятен именно через компрессорную сторону, здесь применяют дополнительные меры защиты: маслоотражающие экраны, шайбы или буртики на валу ротора, а иногда и двойные «лабиринты». Почему иногда все это оказывается тщетным? Прежде всего нужно смириться с такой крамольной мыслью: уплотнения вала герметичны не «на все сто». При нормальных рабочих условиях их все же преодолевают и отработавшие газы, и картерные газы с масляным туманом, но, подчеркнем: в мизерных, допустимых количествах. Поэтому любая исправная турбина расходует какое-то количество масла.

В любом турбодвигателе напорные патрубки (после компрессора) будут замаслены. У разных моторов — в разной степени, зависящей от их конструктивных особенностей и технического состояния. Допустимый расход масла оговаривается производителем мотора, а контролируется не иначе как по убыли уровня масла в картере. Проницаемость лабиринтных уплотнений не неизменна — она возрастает с увеличением перепада давления между «внутри» и «извне». Так, вынос паров масла через компрессорную сторону повышается в режиме холостого хода, когда давления наддува нет и разрежение под компрессорным колесом наибольшее. Именно поэтому производители турбокомпрессоров советуют избегать продолжительной (более 20–30 мин.) работы турбодвигателя на холостом ходу. За это время значительное количество масла в виде масляного тумана попадает во впускную систему и далее в камеру сгорания. «Потарахтел» на холостых, «газанул», и из выхлопной трубы — сизый дым! Сильно засоренный воздушный фильтр усугубляет ситуацию. С таким даже на номинальных оборотах мотора за колесом компрессора может создаваться ощутимое разрежение, провоцирующее повышенный вынос масляного тумана.



Катализатор «спекся»,  
противодавление  
в системе выпуска  
отработавших газов  
возросло. Турбине  
плохо, но она не  
виновна

Эти явления, которые едва ли можно характеризовать как течь турбины, происходят при нормальной циркуляции масла в корпусе подшипников. Норма — это когда масло, про-

давленное сквозь зазоры в парах трения, а затем взбитое и разбрызганное бешено вращающимся валом, «самотеком» стекает по внутренним стенкам корпуса и беспрепятственно возвращается в картер по сливной трубке. Вот если циркуляция масла нарушена (обычно из-за снижения пропускной способности слива), полость корпуса подшипников переполняется маслом, и тут уж никакие уплотнения не помогут — турбина «потечет» в прямом смысле слова.

Слив масла может быть затруднен по двум причинам: уменьшено сечение сливной магистрали или велико противодавление картерных газов. Трубка может быть пережата или закупорена изнутри, может быть смещена прокладка, посажена на герметик, выдавившийся вовнутрь и частично перекрывший отверстие, и т.д. Повышенное давление картерных газов может быть следствием износа ЦПГ и увеличения прорыва продуктов сгорания или неисправности системы вентиляции картера (засорения фильтра, маслоотделителя, отказа клапана).

Иногда противодавление настолько велико, что слив масла полностью прекращается, и оно выдавливается «из всех щелей». В общем, неспроста в гарантийных документах на турбину прописаны такие требования к двигателю, как допустимое сопротивление воздушного фильтра и давление картерных газов в режиме холостого хода.

Из сказанного следует непреложная истина: турбина с неизношенными до критического уровня уплотнениями (тем более, турбина новая) сама по себе не потечет. Если она все же течет, на то есть внешняя причина, которую надо установить и устранить.

### **Виноватые без вины**

Многолетний опыт экспертной работы показывает, что причины прочих претензий к работоспособности турбокомпрессоров хорошо стыкуются с изложенной ранее «теорией отказов». Чаще всего турбины выходят из строя из-за повреждения крыльчаток посторонними предметами, всевозможных проблем со смазкой, нарушения регламента монтажа и пуска турбины, небрежной эксплуатации и несвоевре-

менного обслуживания двигателя. В общем, не будем повторяться. Стоит упомянуть другой любопытный факт: немало турбин, «приговоренных» покупателями, оказываются абсолютно исправными!

От клиентов нередко приходится слышать такое: «Заменял турбину, а она как дымила, так и дымит!» или: «Поставил, а она не дует!» Хорошо, если клиент вменяемый и ему можно растолковать, что помимо турбины есть масса других причин попадания масла в камеру сгорания. Что отсутствие давления наддува может быть следствием банальной «дырки» в напорной части впуска или неисправности системы внешнего регулирования. Что, принимая решение о замене турбины, желательно иметь в виду следующую здравую «турбомысль».

Никакая новая турбина не излечивает застарелые болячки двигателя. В противном случае велика вероятность получить неприятный результат: вал — пополам, турбина — вдребезги.

## ПРИЛОЖЕНИЕ П (статья о масляном фильтре КОЛАН)

Журнал АБС-АВТО №7 2012.

В. Волков, Ю.Буцкий. Двигатель, масло, фильтрация

Начнем с бесспорного тезиса: чистота масла — одно из условий надежности и долговечности двигателя. А чистота масла зависит в первую очередь от работы масляного фильтра. Давайте вспомним, как происходит очистка в обычном фильтре spin-on с перепускным клапаном. Пока клапан закрыт, всё вроде хорошо: масло проходит через фильтрующую штору, загрязнения задерживаются, очищенное масло продолжает свой путь в двигатель, к парам трения. Но вот штора забивается и теряет

пропускную способность. Или происходит холодный пуск двигателя, что при активной эксплуатации дело обычное. Или водитель резко «газует» при старте или обгоне, что тоже не редкость.

Итог во всех случаях один: давление в системе смазки резко возрастает, перепускной клапан открывается, и в двигатель поступает неочищенное масло, смывая со шторы изрядную часть старых загрязнений. Вот и получается, что обычный фильтр чистит масло периодически... Как в том анекдоте про «мигалку»: работает — не работает, работает — не работает... А такое непостоянство означает одно: обычный фильтр

очищает масло неэффективно. Есть ли выход из этой Оказывается, есть. Его более 20 лет назад нашел талантливый изобретатель и подвижник из Полтавы А.Н. Колтунов (1938–2002). Смотря далеко вперед, Анатолий Николаевич создал масляный фильтр с защитой перепускного клапана. Это изделие (кстати, названное «КОЛАН» по имени изобретателя), имеет два фильтрующих элемента: основную гофрированную штору и дополнительный элемент из нетканого материала, установленный перед перепускным клапаном. И когда клапан открывается... правильно, работает дополнительный элемент, благодаря чему очистка масла успешно продолжается. Но это еще не всё... Однако, чтобы продолжить, нам придется сделать небольшое отступление.

При сборке двигателей за рубежом блоки цилиндров тщательно моют с помощью специального оборудования под высоким давлением. Это операция сложная, энергоемкая и стоящая баснословных денег, поэтому наши моторные заводы внед-





рять ее, скажем так, не спешат. А для СТОА, выполняющих капитальный ремонт, ее освоение вообще невозможно. Поэтому беда наших моторов, как новых, так и отремонтированных — технологическая грязь и продукты приработки трущихся пар. В частности — стружка. Все это означает, что в масло попадают металлические и прочие абразивные частицы с «габаритами» в несколько миллиметров. Это не опечатка: не микрон, а именно миллиметров!

И вот представьте: гигантские (с точки зрения зазоров) куски металла подхватываются маслом. А дальше — либо направляются в фильтр, либо стремятся проникнуть в зазоры прецизионных пар. И сталкиваясь с движущимися деталями, перемалываются, будто кофе в кофемолке. Что получается, если на двигателе установ-



После разрезания фильтра...



...в его внутренностях обнаруживается «захороненная» стружка

лен обычный масляный фильтр с одним фильтрующим элементом и двумя клапанами — перепускным и антидренажным? Штора задерживает металлические загрязнения и кварцевую пыль, пропущенную воздушным фильтром, и это хорошо. Но вот открывается перепускной клапан, и стружка с абразивной пылью вновь идет в двигатель, и это уже плохо. Часть стружки опять попадает в фильтр, часть перемалывается в более мелкую, попадая и в фильтр, и в пары трения. А поскольку перепускной клапан открывается часто и надолго, мелких частиц образуется все больше, и они вредят всем: и двигателю, и масляному фильтру, и моторному маслу.

Сначала о двигателе. Перемолотая стружка рано или поздно проникает в прецизионные пары трения и резко ускоряет их износ, оставляя глубокие борозды на трущихся поверхностях, в частности — на подшипниках скольжения. Вы разбирали моторы? Значит, наверняка видели борозды на вкладышах 0,5–1,5 мм глубиной — они-то и приблизили ремонт агрегата.

Теперь о моторном масле. Перемалываясь в «жерновах» двигателя при 3–5 тыс. об/мин и пытаясь внедриться в трущиеся детали, крупные частицы начинают «гореть» на входе в зазоры прецизионных пар, т.е. окисляться при высоких температурах. А это способствует быстрому срабатыванию антиокислительных присадок масла и, следовательно, его старению. Кроме того, из-за атак абразивных загрязнений на пары трения расходуются противоизносные присадки, а благодаря большому количеству перемолотой «пыли» снижается ресурс моющих и диспергирующих присадок. Так сбалансированная композиция присадок стремительно «теряет силы». И наконец, о фильтре без защиты перепускного клапана. Те же мелко перемолотые частицы, попав на штору, забивают поры фильтровального материала, сокращая ре-

курс фильтроэлемента. И вместо положенных 10–15 тыс. км пробега фильтр может обработать лишь 3–4 тыс., а то и меньше. Но водитель об этом не догадается! Ведь при забитой шторе перепускной клапан открывается, и неочищенное масло идет напрямую, давление держится, контрольная лампочка не загорается. Но подчеркнем еще раз: всё описанное происходит, если на двигателе установлен обычный масляный фильтр.

С фильтром «КОЛАН» картина иная. Крупная стружка, попав однажды в фильтр, остается в нем навсегда. Она не циркулирует по системе, не возвращается в двигатель через открытый клапан, поскольку тот надежно защищен дополнительным фильтрующим элементом. А фильтрации задержанная стружка не вредит — ведь относительно крупная частица всегда имеет сложную асимметричную форму и прилегает к фильтрующей шторке с зазором. Итак, стружка не возвращается. Следовательно, в двигателе ничего не перемалывается. Отсюда следуют три оптимистичных вывода:

- во-первых, прецизионные пары двигателя не страдают от внедрений постороннего металла;
- во-вторых, поры фильтровального материала не забиваются интенсивно абразивной «пылью» — ведь благодаря полтавским фильтрам перемалывания не происходит;
- в-третьих, стружка не «горит», «гореть» тут нечему, поэтому и масло окисляется не так быстро, да и вся композиция присадок срабатывается гораздо медленнее.

Иными словами, масло в течение длительного времени сохраняет свой ресурс.

Кстати, полтавские специалисты основательно изучили поведение масла при фильтрации. Основываясь на эксплуатации нескольких десятков автомобилей, они собрали любопытную статистику. При использовании обычного фильтра моторное масло чернеет через 3–4 тыс. км пробега.

А с фильтрами «КОЛАН» через 8–9 тыс. км оно лишь незначительно темнеет, приобретая оливковый цвет. Это не потому, что моющие присадки (детергенты) работают плохо. Просто с фильтрами «КОЛАН»

они работают по назначению, а не устраняют последствия горения стружки. Подводим итоги. Мы стали свидетелями рождения новой философии фильтрации «КОЛАН».

У потребителя появился фильтр, позволяющий:

- очищать масло непрерывно на все 100%, а не периодически, в зависимости от положения клапана;
- хоронить в своем корпусе стружку и прочие загрязнения, не пропуская их назад в двигатель;
- продлевать ресурс двигателя, резко уменьшая атаки загрязнений на прецизионные пары;



- продлевать жизнь моторному маслу за счет уменьшения расхода (срабатываемости) композиции присадок;
- продлевать ресурс самого фильтра за счет отсутствия мелких «помолотых» загрязнений, забивающих поры фильтрующих элементов;
- упростить техпроцесс изготовления или капитального ремонта двигателя, значительно снизить затраты по промывке блока, а также упразднить обкатку — фильтр «КОЛАН» сам соберет всю технологическую грязь и продукты приработки деталей;
- контролировать водителю степень загрязненности масляного фильтра в салоне автомобиля по наличию или отсутствию давления в системе смазки двигателя.

Список этот можно продолжить — например, вспомнить о диагностических возможностях фильтров «КОЛАН» и рециклинге этих изделий.

Но сейчас важнее другое — осознать, что стандартный масляный фильтр spin-on, принципиально не менявшийся более полувека, наконец-то получил мощный, по-настоящему качественный скачок в развитии. И многие потребители уже оценили это по достоинству.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Р (статья о прокладках ГБЦ)

Журнал АБС-АВТО №7 2012.

Ю.Буцкий. В ответе за герметичность

*Надо ли напоминать, что разгерметизация двигателя недопустима? И самым важным является соединение «блок-головка». Оно уплотняется деталью, официально именуемой «прокладка под головку блока цилиндров». В обиходе ее называют короче — прокладка ГБЦ. Специалисты говорят про нее: это не деталь, а целая система.*

### Экстремалка

Обладая прокладкой ГБЦ даром речи, она постоянно жаловалась бы на жизнь. Действительно, условия, в которых ей приходится работать, иначе, как экстремальными, не назовешь. К тому же эти условия неодинаковы для различных участков сопрягаемых поверхностей. Не утомляя читателей цифрами, обрисуем лишь качественную картину. По периметру цилиндра на прокладку действуют газы в довольно широком диапазоне давлений и температур — от морозного воздуха на зимней стоянке до агрессивного фронта пламени при сгорании топливно-воздушной смеси. Кроме того, прокладка контактирует с маслом, охлаждающей жидкостью, топливом и продуктами сгорания рабочей смеси — и все это в условиях высоких температур и давлений.

А теперь о механике. Представьте: при рабочем ходе поршня головка блока стремится прогнуться и переместиться вверх, вытягивая шпильки или болты. Естественно, процесс этот циклический. Поэтому прокладка подвергается пульсирующему сжатию, а шпильки — пульсирующему растяжению.

Но и это еще не все. В стыке ГБЦ при работе двигателя возникают локальные тепловые нагрузки. Поэтому монтажные усилия должны обеспечивать в прокладке такие напряжения сжатия, которые компенсируют и давление газов, и температурные напряжения. Эти требования обуславливают величину момента затяжки шпилек или болтов, прописанного в инструкции по эксплуатации автомобиля.

### Ты нам должна...

Из условий работы прокладки вытекают и требования к материалу для ее изготовления.

Прокладочный материал обязан:

- хорошо заполнять микро- и макронеровности стыкуемых поверхностей;
- сохранять упругость за счет низкой динамической усадки в условиях циклических нагрузок;
- не релаксировать, длительно сохраняя приложенное контактное давление;
- быть достаточно теплопроводным;
- противостоять вымыванию из собственного «тела» каких-либо наполнителей и ингредиентов;
- не набухать и не разрушаться при контактах с охлаждающей жидкостью, маслом и различными видами топлива, а также с отработавшими газами.

Если вы дочитали этот «молот ведьм» до конца, значит, у вас крепкие нервы. А если подойти формально? Формальные требования выставляет заказчик — моторный завод. Сочиняя их, он испишет целую «простыню». Перечислит необходимые

физикомеханические свойства прокладки в процентах: сжимаемость, восстанавливаемость и усадку материала при заданных давлениях и температурах. Потребуется строго определенного увеличения толщины и массы прокладочного материала в масле, антифризе и топливе.

А конечный потребитель — водитель или моторист выразит свои чаяния короче: прокладка должна надежно герметизировать стык, не «пробиваться» в процессе эксплуатации и не требовать частой подтяжки, а в идеале вообще обходиться без нее. Он, потребитель, желает просто-напросто затянуть головку требуемым моментом, и вперед.

Кроме того, мастера нередко сталкиваются с прилипанием прокладки к привалочным поверхностям. Это влечет за собой трудоемкое соскабливание «останков» прокладки при ее замене, сопровождаемое характерными комментариями, которые автор статьи решил здесь не приводить.

### Шутки в сторону

Однако, если вдуматься, и заказчик, и конечный потребитель скажут об одном и том же.

Возьмем, например, сжимаемость прокладки. Чем она ниже, тем строже будут требования к качеству уплотняемых поверхностей. И наоборот — высокая сжимаемость «простит» некоторые огрехи этих поверхностей. Иными словами, сжимаемость определяет ту самую герметичность стыка, без которой уплотнение — не уплотнение, и ремонт — не ремонт.

А оптимальное сочетание сжимаемости и восстанавливаемости позволит обойтись без дополнительных подтяжек головки блока и регулировок зазоров клапанов.

Давайте ознакомимся с основными тенденциями двигателестроения в части, касающейся производства прокладочных материалов.

По мнению ряда зарубежных производителей уплотнений, тенденции таковы:

- компактный дизайн двигателя, малая площадь уплотняемой поверхности, «мягкие» отливки блока и его головки;
- рост числа малогабаритных дизелей для легковых автомобилей;
- увеличение рабочих температур и пиков давления при сгорании смеси;
- полный отказ от дополнительных «подтяжек» прокладки;
- международная унификация технологий, появление единых стандартов для автомобильных прокладок и других запчастей;
- популярность «философии отсутствия утечек», и, как следствие — предполагаемое увеличение срока гарантии на герметичность любого соединения.

Таким образом, моторостроение не стоит на месте, конструкторы двигателей непрерывно совершенствуют свои детища. В их арсенале — применение турбонад-

### А кстати!..

#### При чем тут «Фуджи»?

Предположим, надо запустить в серию новую прокладку ГБЦ. Как определить зоны недостаточного сжатия прокладки при ее монтаже? Для этого в лаборатории проводят эксперимент. Прокладку зажимают в стыке вместе со специальным индикатором — бумагой «Фуджи», которая меняет цвет в зависимости от давления. Потом разбирают соединение — и вот они, зоны, проступили на бумаге! После этого на серийные прокладки в нужных местах наносят специальный герметик в виде полосок белого или другого цвета. Таким образом обеспечивается надежная герметизация.



Одна и та же прокладка от разных производителей. Герметик проложен по-разному

дува, повышение частоты вращения коленчатого вала и степени сжатия, а также применение новейших конструкционных материалов. Значит, производители прокладок должны не отставать от моторостроителей? А вот и не угадали, — они должны идти впереди. Иными словами, им нужно быть постоянно готовыми к заказу на «прокладку завтрашнего дня».

## Виды уплотнений ГБЦ

Говоря о герметизации соединений «блокголовка», не будем рассматривать двигатели с бесподкладочными стыками, — это тема отдельного разговора. В остальных случаях специалисты разделяют уплотнения на три группы:

- мягкие прокладки ГБЦ;
- металлические прокладки ГБЦ;
- комбинированные уплотнения.

Правда, в отношении металлических и мягких прокладок необходима оговорка. И те, и другие делаются из нескольких материалов, — например, мягкие прокладки содержат перфорированную жель. Но один из материалов (металл или полимерная композиция) является преобладающим — он-то и определяет принадлежность прокладки к той или иной группе.



■ Металлические прокладки. Мы специально «распушили» угол, чтобы показать многослойную конструкцию



## Слово эксперту



**Сергей Афинеевский**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник ФГУП «НАМИ»

### Об испытаниях прокладок

В основе испытаний прокладок ГБЦ лежит ГОСТ 12856-96 «Листы асбестовые и прокладки из них». В настоящее время этот документ входит в состав Технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств», утвержденного постановлением Правительства РФ № 720 от 10 сентября 2009 года.

Испытания прокладки начинаются с визуальной проверки: нет ли разрывов, трещин, складок, раковин и оголений каркаса, соответствуют ли контуры изделия и его геометрия чертежу, каково состояние окантовок цилиндров, правильно ли нанесен трафарет на прокладки из уплотняющего герметика и т.д.

Если все хорошо, проводятся лабораторные тесты на сжимаемость и восстанавливаемость прокладки соответственно при определенной нагрузке и после ее снятия.

Затем из прокладки вырезают прямоугольные образцы и смотрят, насколько они увеличивают толщину и массу прокладки под воздействием различных жидкостей: охлаждающей — ТОСОЛ А 50% и вода 50%; топливной смеси — 70% изоктана и 30% толуола; моторного масла; дистиллированной воды; бензина; дизельного топлива. Увеличение толщины и массы образцов оцениваются в процентах.

Таким образом, становится известна реакция конструкции прокладки на эксплуатационные среды, с которыми она встретится в реальном двигателе.

Если все в порядке — милости просим на моторный стенд. Здесь проверяются: отсутствие подтеков антифриза и моторного масла, а также мощностные, экологические, экономические характеристики и другие показатели. Важнейшим является испытание на безотказность. Прокладка должна проработать по ГОСТ 14846-81 (входит в состав Технического регламента) определенное число часов в зависимости от литража и типа двигателя. Приведу пример: для бензинового мотора рабочим объемом от 1 до 2,5 л это 300 часов. В процессе тестирования проверяется пропуск газов, расход масла на угар и т.д. Если все «экзамены» сданы успешно, прокладка рекомендуется к серийному производству (в некоторых случаях возможны и эксплуатационные испытания с опытной прокладкой двигателя на автомобиле).

Несколько слов о наборных металлических прокладках. Испытывают их в основном на геометрические параметры в соответствии с требованиями чертежей и далее проводят моторные испытания. Подчеркну, что качество уплотнения здесь во многом зависит от точности обработки привалочных поверхностей блока и головки, а также от качества стального листа, из которого изготавливается прокладка. Допуск на его толщину не более 10 мкм. Нарушили допуск — оставьте мечты о надежном уплотнении. Наборные металлические прокладки изготавливаются из стали типа 05КП или 12Х18Н9Т.

Например, на дизелях челябинского тракторного завода для военных гусеничных машин и танков применялась прокладка, состоящая из двух медных листов. Между ними закладывался лист из асбестовой бумаги толщиной 1 мм. Нижний металлический лист имел отбортовку не только на отверстия камер сгорания, но и на масляные каналы. Существуют графитовые прокладки, выполненные из графитных ли-

стов (не путать с графитовым покрытием асбестовых прокладок и графитным наполнителем безасбестовых материалов). Однако ведущие зарубежные производители признают их малоперспективными. К металлическим и комбинированным уплотнениям мы еще вернемся, а сейчас поговорим о мягких прокладках ГБЦ. Их преимущества определяются простотой: благодаря своей «мягкости» они компенсируют неровности и деформацию сопрягаемых поверхностей, обеспечивая тем самым герметизацию стыка. Отсюда и относительная дешевизна этих изделий. А к недостаткам

относится меньшая, в сравнении с металлическими «сестричками», надежность уплотнения (особенно при высоких давлениях), необходимость дополнительной подтяжки в процессе эксплуатации и, как правило, одноразовое использование.

### Сделай ее!

Прокладки ГБЦ вырубают из многослойного полотна. В его основе — каркас из перфорированной жести, покрытый с обеих сторон полимерной композицией. Иными словами, современная мягкая прокладка ГБЦ является собой многослойную конструкцию, этакий «сэндвич», в котором каждый слой решает строго определенную задачу.

Чтобы в дальнейшем свободно оперировать терминами, давайте в общих чертах вспомним технологию изготовления прокладок ГБЦ. Ее основные этапы таковы:

- изготовление специальной бумаги на полимерной основе;
- перфорация жести;
- сборка прокладочного полотна (жесть обкладывается бумагой и пропускается через обжимные валки каландра);
- обмазка, пропитка и вулканизация полученного материала;
- вырубка прокладок в специальных штампах.
- окантовка отверстий камер сгорания и жидкостных каналов прокладки и калибровка.

Справедливости ради отметим, что применение полимерной бумаги — не единственный способ получения полотна. В свое время фирма Elring предложила такую технологию: жесть обкладывается специально приготовленной массой и потом пропускается через каландр.

А вот, например, фирма Frenzelit покрывает жесть бумагой — правда, для этого необходима специальная бумагоделательная машина. Зато этот способ обеспечивает более равномерную плотность полотна.

### А кстати!..

#### При чем тут лазер?

Вырубочный штамп является очень дорогим инструментом, который окупается лишь при крупносерийном производстве. А что делать, если партия прокладок невелика?

Тогда применяют классическое для малых серий решение, которое в машиностроении называют «замена позиционной обработки последовательной». Например, используют вместо вырубки вырезку по контуру.

В качестве оборудования можно применять любое двухкоординатное устройство с ЧПУ, а в качестве инструмента — твердотельный лазер типа ЛТН. Последний, в отличие от газовых лазеров, имеет небольшие габариты.

Управляющая программа для станка готовится на основе чертежа нового изделия. Естественно, что сначала вырезаются все внутренние отверстия прокладки, а потом луч обходит внешний контур. Для открытия и закрытия заслонки (прерывания луча) задействуется одна из технологических команд ЧПУ.

Конечно, производительность такого способа невелика, но все же... Прокладки ГБЦ — товар ходовой, а контурная вырезка позволит освить очень широкий ассортимент изделий, в том числе и для иномарок. Вырубочные штампы для всего автомобильного парка иметь заведомо невозможно, а управляющие программы — почему бы и нет?



## Это — жесть!

А теперь несколько интересных подробностей. Поверхность жести после перфорации более всего напоминает, пожалуй, двустороннюю терку. Зубчики с обеих сторон стальной ленты готовы к контакту с полимерным покрытием — но все ли производители делают их правильно? Нет, конечно. В настоящее время известны два типа перфорации, применяемой в производстве прокладок ГБЦ: круглая и прямоугольная. «Продвинутые» заводы применяют круглую, и вот почему.

Во-первых, при круглой перфорации прочность жести в продольном и поперечном направлениях практически одинакова. В то время как прямоугольная перфорация делает прокладку анизотропной. Кроме того, «прямоугольная» технология не обеспечивает воспроизводимости свойств изделия: две одинаковые прокладки могут существенно отличаться по прочности на разрыв.

Во-вторых, круглая перфорация позволяет получить плоскую поверхность между выступами (зубчиками). И наконец, в-третьих, она дает возможность оптимизировать распределение зубчиков по площади изделия, обеспечивая надежное сцепление жести с полимерным «покрывалом».

## И в результате...

Итак, прокладочное полотно собирают, пропуская перфорированную жость и бумагу через валки каландра.

### Слово производителю



**Тимур Имнашвили,**  
директор Federal Mogul по маркетингу в России, Украине, СНГ

#### Эффективность под давлением

В 2009 году компания Federal-Mogul разделила многочисленные линейки продукции для двигателей на четыре «экспертных бренда» — AE® для верхних узлов двигателя (клапаны, ремни, распределительные валы), Gluco® для подшипников, Goetze® для поршневых колец и гильз и Nugal® для поршней и поршень-комплектов — каждый из них ведет родословную от производства оригинального оборудования и имеет широкий ассортимент технологий мирового класса. В 2010 году марка Rayen стала пятым «экспертным брендом» компании Federal Mogul, обеспечивая всю категорию уплотнений и практически все области применения в регионе Европы, Ближнего Востока и Африки.

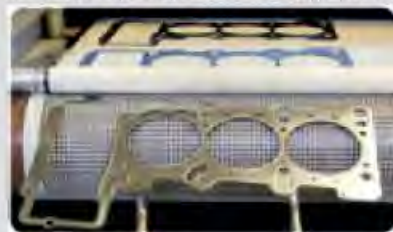
Для двигателя требуются самые разные уплотнители. Чтобы обеспечить долговечность и эффективность уплотнения, для каждого из них нужны собственная технология, дизайн и материал. Правильная прокладка Rayen гарантирует точную посадку в любое время. А точная посадка означает целостность уплотнителя, продление срока службы двигателя и удовлетворение клиентов.

Rayen предлагает один из самых широких ассортиментов технологий уплотнения, имеющихся сегодня на рынке — как для устаревших двигателей, так и для новейших легковых автомобилей и тяжелых грузовиков. Наша продукция соответствует требованиям специалистов к уплотнителям по всему миру, и даже превосходит их. Это означает, что детали отлично работают в самых разных диапазонах температур и давлений, а также соответствуют любым требованиям к поверхности.



#### Прокладки ГБЦ из стального эластомера (S/E)

В некоторых прокладках, особенно предназначенных для мощных дизельных двигателей, используются эластомерные материалы, отлитые на стальном держателе. Преимуществом системы такого типа является то, что эластомеру для создания уплотнения требуется небольшая нагрузка, а твердый стальной держатель выступает в качестве ограничителя давления, обеспечивая устойчивое соединение. В более сложных прокладках используются разнообразные эластомеры, чтобы обеспечить наиболее подходящий материал для конкретной области уплотнения. Это означает минимальную деформацию конструкции и превосходную устойчивость к релаксации напряжений.



#### Прокладки ГБЦ из многослойной стали (MLS)

Компания Federal Mogul является неоспоримым лидером в сфере технологий изготовления прокладок ГБЦ из многослойной стали (MLS) уже почти 20 лет. Компания выпустила на предприятии в Хердорфе более 43 млн прокладок MLS для головок блоков цилиндров, при этом завод является также ведущим поставщиком для рынка запасных частей. Среди прокладок ГБЦ, произведенных в Хердорфе, имеется деталь Rayen с каталожным номером AC5300 для двигателя M47 — прокладка точно такой конструкции поставляется производителям оригинального оборудования. Технология MLS жизненно необходима для эффективной работы современных мощных, высокотемпературных двигателей. По мере уменьшения веса и прижимной силы литых деталей двигателя прокладки MLS становятся важнейшим элементом для обеспечения прочного, надежного уплотнения с учетом подвижности головки и блока цилиндров относительно друг друга. К другим преимуществам относятся уменьшение деформации отверстия и ползучести, более эффективное распределение прижимного усилия и более точный контроль толщины в сжатом состоянии. Кроме того, технология MLS позволяет уменьшить мертвое воздушное пространство между головкой и блоком цилиндров в камере сгорания, помогает снизить выбросы вредных веществ.





Рациональная перфорация жестяной основы и фирменные «ноу-хау» для полимерных композитов позволяют прокладке адаптироваться к вертикальной нагрузке — причем к любой, даже очень большой. Опасные пики при этом «расползаются» без нарушения уплотнения — разработчики называют этот процесс «горизонтальным выравниванием». И еще: при использовании новых прокладок усилия распределяются по краям гильз равномерно, уберегая цилиндры от деформации и, следовательно, от повышенного расхода масла, ускоренного износа и прорыва газов в картер.

А если в цифрах: какие механические и температурные нагрузки выдерживают эти изделия? Пожалуйста: по данным производителей, прокладки для бензиновых двигателей сохраняют работоспособность до 35 МПа (350 бар) и 350° С, а для дизельных — до 100 МПа (1000 бар) и 400° С. То есть «запас прочности» изделия получается изрядный...

Оптимально подобранные показатели восстанавливаемости и сжимаемости допускают длительную эксплуатацию прокладки без дополнительной регулировки клапанного механизма — словом, все для потребителя! А специальное антипригарное покрытие позволяет легко, а главное, безболезненно для двигателя демонтировать прокладку при ремонте.

А теперь несколько слов об окантовке газовых отверстий. Этот элемент выполняет несколько функций: во-первых, упрочняет и защищает кромки отверстий; во-вторых, увеличивает изгибную прочность прокладки, что важно при ее транспортировке и монтаже; в-третьих, выполняет роль теплового моста между массой блока и головки.

При покупке прокладки ГБЦ на окантовку надо обращать особое внимание. Не допускаются «гармошки» металла, а также чрезмерно большие выступы

Слово эксперту

## Герметичность нарушена



**АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,**  
канд. техн. наук, директор  
фирмы «АБ-Инжиниринг»

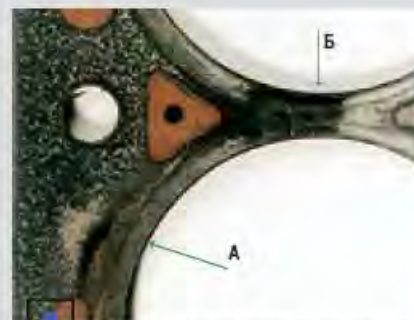
**П**рокладка ГБЦ может потерять герметичность по многим причинам. Но главными все-таки остаются нарушения правил эксплуатации, технологии обслуживания и ремонта автомобиля. В любом случае негерметичность прокладки, оставленная без внимания, будет прогрессировать, вредно влияя на работу других деталей и узлов двигателя и в конечном счете приведет к выходу его из строя.

### Перегрев двигателя

Перегрев — одна из основных причин повреждения прокладок. Да и не только их: при перегреве часто деформируется плоскость головки, а иногда и блока цилиндров.

Но в первую очередь страдает, конечно, головка блока. Помимо локального перегрева отдельных участков камер сгорания, вызывающего появление трещин, общий нагрев головки ведет к увеличению усилия обжатия прокладки, поскольку алюминиевый сплав головки расширяется больше, чем сталь болтов. После охлаждения сдавленная прокладка может уже не обеспечить герметичность там, где удельное давление (усилие, отнесенное к площади поверхности) оказалось слишком низким. Фактически при перегреве происходит своего рода «отвердевание» поверхностных слоев прокладки, вследствие чего она теряет эластичность и уже не может обеспечить уплотнение соединения головки с блоком цилиндров по всей плоскости.

Обнаружить причину, т.е. установить, что прокладка «потекла» из-за перегрева двигателя, можно при ее осмотре. Обычно в подобных случаях поверхность прокладки становится твердой, а в отдельных местах вблизи камер сгорания обугленной. Часто удается рассмотреть поверхностные трещины, а также изменение цвета прокладки в перегретых зонах.



После перегрева двигателя прокладка потеряла герметичность. Видны темные участки окантовки, где происходила утечка газов в охлаждающую жидкость (А), а также нагар в месте перетекания газов между цилиндрами (Б)

над плоскостью прокладки — иначе при затяжке головки может возникнуть упомянутая выше деформация гильз.

Суммарная (на обе стороны) высота буртиков окантовки не должна превышать 0,3 мм, и опытные мастера «ловят» ее, проводя по детали ногтем. Впрочем, для современных прокладок эти навыки не понадобятся: высота означенных буртиков у современных прокладок исчисляется не десятыми, а сотыми долями миллиметра.

### **Немного о «металле»**

Как уже говорилось, металлические прокладки изготавливаются из нескольких слоев стальных, медных или латунных листов либо их комбинаций.

Хрестоматийный (и уже отошедший в историю) пример таких уплотнений — прокладки ГБЦ двигателя ЯАЗ-206 для первого поколения тяжелых грузовиков КрАЗ. Кстати, прототипами этих 6-цилиндровых двухтактных дизелей были американские моторы GMC — следовательно, и способ их уплотнений прибыл к нам из-за океана. Впрочем, американцы могут не надуть щеки, ибо родина металлических прокладок — Япония.

Но вернемся к ЯАЗ-206. Эти двухтактные дизели имели степень сжатия 17 и момент затяжки шпилек 24 кгм (~240 нм). Прокладки для них собирались из шести стальных листов 08КП толщиной 0,26 и 0,4 мм. Один лист имел специальную отбортовку в отверстиях под камеры сгорания. Шпильки располагались равномерно вокруг цилиндра, что давало надежное уплотнение.

Из современных автомобильных двигателей со стальной прокладкой можно назвать японские четырехтактные дизели «Комацу», легковые дизели «Даймлер» и ряд других именитых моторов.

К преимуществам металлических прокладок относят высочайшую надежность в работе и возможность многократного использования. К недостаткам — значительные усилия затяжки шпилек, требующих высокой жесткости блока, немалый собственный вес прокладки и изрядную стоимость. Кроме того, металлические прокладки требуют особой точности и чистоты изготовления сопрягаемых деталей. Впрочем, для того же «Даймлера» это является повседневной нормой, а за качество не грех и заплатить.

### **Великие комбинаторы**

В комбинированных соединениях камера сгорания уплотняется металлическим кольцом, а жидкостные каналы — мягкими прокладками. Чем хороши такие конструкции? А вот чем: они позволяют создать высокие контактные давления на небольших участках — буртиках гильз. Тем самым обеспечивается надежная герметизация при небольших, в сравнении с описанными выше металлическими прокладками, монтажных усилиях. Каждый цилиндр закрывается отдельной алюминиевой го-



Современные металлические прокладки позволяют эффективно решать многие задачи уплотнения двигателей (фото предоставлено ОАО «Фритекс»)

ловкой. Камера сгорания уплотняется стальной кольцом, контактирующим с «коллегой», запрессованным в головку. А герметизация жидкостных каналов осуществляется фторкаучуковой прокладкой. Подобные решения применяются на дизелях «Камминс», которые, кстати, встречаются и на камских грузовиках. Безусловное преимущество описанных комбинированных уплотнений — это возможность вскрытия одного цилиндра без нарушения герметизации остальных. В целом же применение отдельных головок на каждый цилиндр и отдельных элементов уплотнений камер сгорания и каналов рабочих жидкостей применяется в дизелестроении очень широко. Но это «отдельная песня». Ибо, как говорил Козьма Прутков, «нельзя объять необъятное». Подразумевая — в одной журнальной статье. Ремонт в данном случае редко ограничивается только заменой прокладки. Помимо обработки плоскости головки будет совсем не лишним найти причину перегрева в системе охлаждения — возможно, имеется неисправность термостата, вентилятора или просто течь шлангов.

Но, допустим, двигатель был сильно перегрет, а прокладка вроде бы устояла. В подобных ситуациях два выхода: либо испытывать судьбу, ожидая, когда появится течь (а так оно, скорее всего, и будет), или все-таки сразу заменить прокладку. Второе решение будет более удачным: ведь, как ни крути, а запланированный ремонт лучше неожиданной поломки в дороге. Слабое обжатие прокладки. Если прокладка не обжата как следует, то она точно «потечет». Обычно такое бывает, когда болты головки не затянуты должным образом. Но такие ошибки сегодня — скорее



исключение, чем правило: необходимая информация есть теперь на любой СТО. Другое дело, когда все затянуто правильно, а прокладка не обжалась. В чем дело?

**Таблица 1**  
Основные неисправности, связанные с негерметичностью прокладки ГБЦ

Вид утечки	Признаки	Влияние на двигатель
Утечка охлаждающей жидкости	Общие: уменьшение уровня охлаждающей жидкости	Общее: Перегрев двигателя
Внешняя	«Мокрый» двигатель, двигатель «парит», охлаждающая жидкость на деталях кузова	Слишком горячий двигатель, детонация, посторонние стуки и шумы
В масло	Белая пена на крышке масляной горловины, увеличение уровня масла	Быстрый износ подшипников, приводящий к стукам
В цилиндр	«Парит» из пробки расширительного бачка, густой белый дым из выхлопной трубы	Падение мощности двигателя
Утечка выхлопных газов	Общие: повышение расхода топлива	Общее: плохой запуск, падение мощности
Внешняя (встречается редко)	Прогар прокладки, нагар около места утечки	Дымность выхлопа, свистящий шум
В охлаждающую жидкость	«Парит» из пробки расширительного бачка	Перегрев двигателя, повышение давления в системе охлаждения, выброс жидкости из расширительного бачка
В масло	Следы подтекания или «отпотевания» масла на стыках деталей	Шум в клапанном механизме, повышение давления в картере
В соседний цилиндр	Густая сажа в выхлопной трубе, дымный выхлоп	Перегрев двигателя, хлопки в глушителе и на впуске, запах несгоревшего топлива, черный дым выхлопа, свистящий шум
Утечка масла	Общие: уменьшение уровня масла	Общее: большой расход масла
Внешняя	Течь масла, следы «отпотевания» масла на двигателе	Стук двигателя при падении уровня масла ниже допустимого
В охлаждающую жидкость	Белая эмульсия в радиаторе	Перегрев двигателя из-за ухудшения эффективности охлаждения
В цилиндр	Загрязнение свечей и форсунок	Плохой запуск, падение мощности, синий дым выхлопа

Причины обычно кроются в нарушениях элементарных ремонтных технологий. Например, в руководствах по ремонту пишут, что резьбовую часть болтов перед затяжкой надо смазать маслом. А если не смазать? Тогда момент затяжки почти весь уйдет на преодоление сил трения в резьбе, а вовсе не на прижатие головки к блоку. Может, это одна из причин, по которой на многих современных двигателях резьбовая часть болтов имеет покрытие? Такие болты смазывать не надо. А если серьезно, то «твердая» смазка гораздо более эффективна и значительно улучшает работу болтов (напомним, что у обычных болтов только 20–25% момента непосредственно преобразуется в усилие затяжки).

Еще хуже, когда болты слишком обильно облиты маслом. В данном случае известное правило «кашу маслом не испортишь» не работает: масло несжимаемо, заполнив резьбовое отверстие, оно просто не пустит болт дальше. И хорошо еще, если блок не треснет по резьбовым отверстиям.



Недостаточное обжатие прокладки почти не изменяет ее внешнего вида по сравнению с новой прокладкой

На современных двигателях часто применяют болты, работающие на пределе текучести. После однократного использования их полагается менять на новые, поскольку они могут недопустимо вытягиваться. Попытки использования таких болтов повторно, особенно на дизелях, где необходимы большие усилия обжатия про-

кладки, часто кончаются неудачей.

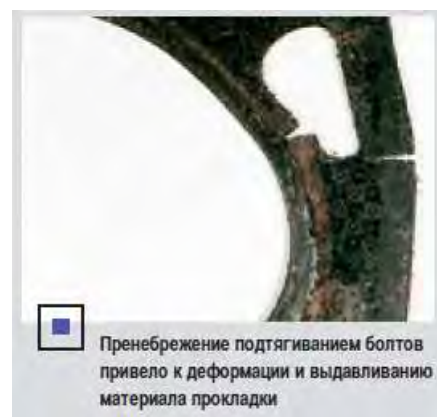
То, что прокладка не была обжата должным образом, легко обнаружить при ее осмотре. Часто на ней вообще практически нет следов обжатия, а толщина осталась такой же, как у новой прокладки. В подобных случаях течь появляется в первые же часы работы двигателя, что и указывает на истинную причину неисправности.

Профилактика здесь проста: надо точно выполнять все рекомендации производителей по моменту, порядку затяжки и замене болтов, а также их смазке перед сборкой. И никаких неприятностей не случится.

### **Пренебрежение повторной затяжкой**

Известно, что в зависимости от материала и конструкции некоторые прокладки «слабнут» под действием температуры и вибраций. И если после некоторого времени работы двигателя не провести повторной затяжки болтов, удельное давление в стыке головки с блоком может недопустимо снизиться, после чего прокладка «потечет». Повторной затяжки требуют не все двигатели и не все прокладки. Но когда такие рекомендации дает производитель двигателя, выполнять их надо неукоснительно. Если этого не сделать, течь появится через несколько тысяч километров пробега автомобиля, что прямо укажет на причину такой неисправности.

При этом на снятой прокладке иногда удается увидеть характерное смещение материала и повреждение отверстий, обусловленные снижением удельного давления.



Пренебрежение подтягиванием болтов привело к деформации и выдавливанию материала прокладки

## Ненормальное горение

К нарушениям процесса горения в двигателе относят детонацию и калильное зажигание. Не вдаваясь в их природу (это тема отдельного разговора), укажем, что данные явления вызывают значительный рост температуры на отдельных участках камеры сгорания. Чрезмерное давление в цилиндре, возникающее из-за преждевременного воспламенения топливной смеси, резко увеличивает нагрузки на головку блока, «растягивая» болты и уменьшая тем самым усилие сжатия прокладки. А ударные волны детонации «стучат» не только по ушам водителя, но и по окантовке прокладки ГБЦ. Результат простой: она начинает разрушаться и прогорает.

То, что именно нарушение процесса сгорания явилось причиной повреждения прокладки, часто удается установить по ее виду.

В подобных случаях она нередко прогорает между цилиндрами. Прогар по окантовке часто сопровождается эрозией поверхности головки блока и самой окантовки вблизи повреждения.

Изменение цвета материала прокладки возле окантовки также может свидетельствовать о высокой температуре в камере сгорания.

В любом случае место прорыва газов через окантовку будет видно невооруженным глазом. Устранить причины, вызвавшие повреждение прокладки, нетрудно. Достаточно установить правильный угол опережения зажигания, поставить требуемые для данного двигателя свечи и залить в бак бензин с соответствующим октановым числом. Правда, в некоторых случаях этого может оказаться недостаточно. Например, если при ремонте головки с ее плоскости снято слишком много металла, и степень сжатия стала заметно больше. Или когда поршни установлены от другой модификации двигателя.

### Механические проблемы

Как известно, прокладка ГБЦ — весьма деликатная деталь, легко повреждаемая при неаккуратном обращении. Если она имеет явные дефекты, то ставить ее либо опасно, либо просто бессмысленно — все равно рано или поздно «потечет».

То же самое относится и к попыткам повторно использовать старую прокладку. Ее материал уже обжат и никогда не обеспечит надежного уплотнения. Может быть, на несколько тысяч километров ее и хватит, но это можно рассматривать только как временный выход из положения, чтобы доехать до дома.

Иногда прогар прокладки происходит из-за попадания между ней и уплотняемой поверхностью инородных материалов. Такое вполне может случиться, если не очистить плоскости головки и блока от остатков старой прокладки перед установкой новой.

Кстати, то же самое получится, если плоскости окажутся деформированными — в местах «провалов» удельное давление будет недопустимо низким, и в конце концов уплотнение нарушится. Поэтому перед установкой прокладки проверка плоскостей головки и блока обязательна. Практика показывает, что наибольший

Таблица 2  
Шероховатость поверхности (МКМ), рекомендуемая для различных материалов уплотняемых деталей и прокладок

Материал уплотняемой детали	Тип прокладки				
	Профилированная стальная	Много-слойная стальная	Медная	Асбестовая	Безасбестовая с мягким покрытием
Алюминиевый сплав	0,8–1,6*	0,8–1,6*	0,8–1,6*	2,5–3,2	2,5–3,2
Чугун	2,5–3,2	2,5–3,2	3,2–4,0	4,0–4,5	3,2–4,0

\*Достигается шлифованием. В остальных случаях лучше применять фрезерование.

«провал» плоскости наблюдается в средней части головки блока между цилиндрами. У блоков же, помимо «провалов», наблюдаются и «выступы», например, в зоне отверстий под головочные болты. Но в любом случае отклонения от плоскости не должны превышать 0,05–0,07 мм, иначе прокладка прогорит.

Понятно, что деформированную плоскость, очевидно, надо обработать, т.е. выровнять. В одних мастерских головки фрезеруют, в других шлифуют, а в третьих — притирают на плите с абразивной пастой. А какой способ лучше? Давайте разберем-ся вместе.

Если поверхность слишком грубая, то не исключено просачивание рабочих жидкостей и газов. Напротив, если поверхность чрезмерно гладкая, то возможно скольжение прокладки между уплотняемыми де-



талями и в конечном счете потеря герметичности. Поэтому при обработке поверхностей головки и блока не все средства хороши. Желательно обеспечить определенную оптимальную шероховатость, которая в основном зависит от материалов уплотняемых деталей (см. табл. 2). Конечно, это общие рекомендации. Но ими вполне можно пользоваться, когда другие данные, например, от производителя двигателя, отсутствуют.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы управления дизельными двигателями. Пер. с нем. 1-е русское изд. [Текст]. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004.-480 с.
2. Автомобили UAZ Patriot, UAZ Pickup, UAZ Cargo экологический класс 4 руководство по эксплуатации РЭ 05808600-2011. [Электронный ресурс]. – режим доступа к статье <http://www.uaz.ru/owner/instruction/> .
3. Оборудование для диагностики двигателя и электроники ф. «BOSCH» [Электронный ресурс]. – режим доступа к статье <http://diagnostic.bosch.ru/language1/catalogue/diagnostics-engine/scanner/index.html>.
4. Интернет магазин деталей автомобилей УАЗ. [Электронный ресурс]. – режим доступа к статье <http://www.3160.ru/index.php?productID=6336>
5. Классификация моторных масел. [Электронный ресурс]. – режим доступа к статье <http://www.lukoil-masla.ru/info/classification/> .
6. Архив журнала АБС-Авто. [Электронный ресурс]. – режим доступа к статье <http://www.abs.msk.ru/2012.htm> .

## ОБ АВТОРАХ



**Епифанов Дмитрий Владимирович**, ведущий инженер – конструктор, руководитель группы дизельных двигателей УГК ОАО «ЗМЗ». Дипломированный инженер-механик по специальности ДВС (ВлГУ, 2000). Кандидат технических наук по специальности тепловые двигатели (НГТУ, 2010), ассистент каф. «Энергетические установки и тепловые двигатели» НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Читает курсы «Основы теории и конструкции автомобиля» и «Конструирование ДВС». Свою трудовую биографию после окончания университета начал на ЗАО «Новороссийский завод «Красный двигатель»» в 3-м литейно-механическом цехе в 2000 году, где за год прошел трудовой путь от токаря 3-го разряда до инженера-конструктора. В то время при его активном участии в цеху осваивался в производстве поршень для дизелей воздушного охлаждения автомобилей ТАТРА. В качестве инженера-конструктора занимался разработкой и модернизацией технологической оснастки для механической обработки деталей цилиндрико-поршневой группы выпускаемой заводом.

В 2001 году продолжил трудовую деятельность инженера-конструктора в ОАО «ЗМЗ» в КБ «Турбокомпрессоров и систем воздухообеспечения». За период работы в качестве инженера конструктора принял участие в разработке проектов быстроходных автомобильных дизельных двигателей ЗМЗ-5145.10, 5148.10, 51431.10 и 51432.10. С 2010 года возглавляет дизельную тематику ОАО «ЗМЗ». Свои разработки защитил как автор и в соавторстве 9 патентами.

Своим опытом и знаниями охотно делится с молодыми специалистами. С 2011 года по настоящее время читает лекции для специалистов завода, станций сервисного обслуживания, готовит материалы в рамках программы продвижения дизельных двигателей ЗМЗ на рынок.



**Шишкин Николай Константинович**, ведущий инженер – конструктор УГК ОАО «ЗМЗ». Дипломированный инженер-механик по специальности ДВС (НГТУ, 1981). Свою трудовую биографию начал на Заволжском моторном заводе в экспериментальном цехе в марте 1972 года, где прошел трудовой путь от токаря к инженеру-технологу и до начальника механического участка. В то время при его активном участии в экспериментальном цехе осваивались новые технологические процессы для станков с ЧПУ, изготавливались опытные образцы новых бензиновых 4-х, 6-ти и 8-ми цилиндровых и дизельных 4-х цилиндровых двигателей (4022.10, 401.10, 402.10, 4024.10, 406.10, 504.10, 523.10 и др.).

В 1994 году Н.К.Шишкин назначен на должность начальника конструкторского бюро дизельных малолитражных двигателей. За период работы в качестве начальника конструкторского бюро под его руководством были разработаны проекты быстроходных автомобильных дизельных двигателей ЗМЗ-Д2, ЗМЗ-406Д и ЗМЗ-514, последний в 2002 году в модификациях для автомобилей ГАЗ и УАЗ был внедрен в производство. При непосредственном участии в 2003-2010 годах разработаны проекты дизельных двигателей ЗМЗ-5145.10, 5148.10, 51431.10 и 51432.10, последний принят к серийному производству.

В настоящее время Н.К.Шишкин ведет работы по сопровождению в производстве целого семейства дизельных двигателей, работы по оптимизации конструктивных решений, направленные на повышение технико-экономических показателей двигателей, их надежности и технологичности. Является автором 20-ти изобретений.

Своим опытом и знаниями Н.К.Шишкин охотно делится с молодыми специалистами. С 2001 года по настоящее время читает лекции для специалистов завода, станций сервисного обслуживания, готовит материалы в рамках программы продвижения дизельных двигателей ЗМЗ на рынок.



**Цой Анатолий Иосифович**, ведущий инженер – конструктор, руководитель группы УГК ОАО «УАЗ». Дипломированный инженер-электромеханик по специальности авиационное и автотракторное электрооборудование (ТПИ, 1981). С 1981 года работает на Ульяновском автомобильном заводе в Управление главного конструктора. Свою трудовую деятельность начал в качестве инженера конструктора. В 1987 г. был назначен на должность начальника конструкторского бюро. За период работы в УГК под его руководством были разработаны и внедрены на автомобилях УАЗ-Патриот, Пикап, Карго, Хантер системы электроснабжения, сервисного оборудования и управления дизельными двигателями (F1A «Ивеко» и ЗМЗ-51432.10). Работы по системам управления дизельными двигателями проводились совместно с фирмами «FPT» и «Bosch».

Одновременно, А.И. Цой ведет работу по техническому сопровождению действующего производства, по сертификации автомобилей и оказывает техническое содействие гарантийным и сервисным службам ОАО «УАЗ».

С 1979 по 1981 год А.И. Цой работал в Республике Куба в качестве представителя Ульяновского автомобильного завода по вопросам гарантийного и технического обслуживания автомобилей УАЗ.

Свой опыт и знания А.И. Цой передает студентам Ульяновского технического университета во время их стажировки на автозаводе и молодым специалистам.