

# **ДИЗЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

## **УСТРОЙСТВО, ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ, ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

Руководство по ремонту,  
эксплуатации и техническому обслуживанию  
дизельных двигателей  
легковых и грузовых автомобилей

**Опыт механиков и советы специалистов**

Библиотека  
ВФ МПС

МОСКВА  
«ЛЕНИТ»  
- 2002 -

УДК 385.36.82.33

ББК 56.28

Д87

Д87

**Дизельные двигатели — устройство, обслуживание, ремонт, поиск и устранение неисправностей.** Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию дизельных двигателей легковых и грузовых автомобилей и предназначено для автолюбителей и персонала СТО (сертифицировано для станций технического обслуживания). -М.: Петит, 2002. - 384 с.

ISBN 2-47366-822-1

ISBN 3-49012-911-3

УДК 385.36.82.33

ББК 56.28

**Производственно-практическое издание**  
**Руководство по ремонту,**  
**эксплуатации и техническому обслуживанию**  
**дизельных двигателей легковых и грузовых автомобилей**

Редактор Ф.Г. Ширяев

Обложка К.К. Федоров

Технический редактор К.Ф. Кораблев

Подписано в печать 10.09.2002 г. Формат 60х84 1/8. Бумага офсетная №1.

Усл. печ.л.32. Усл.-изд.л. 33,4 Тираж 1500 экз. Заказ № 224

РИП «Петит». Лицензия ЛР № 054405 от 6.9.1999.  
103416, г. Москва,

Возможное несоответствие некоторых пояснений и рисунков объясняется вносимыми в модели и технологии изменениями и усовершенствованиями.

За возможные механические повреждения автомобиля, двигателя и полученные травмы, связанные с самостоятельным ремонтом автомобиля, издательство ответственности не несет.

Издание находится под охраной авторского права. Ни одна часть данной публикации не разрешается для воспроизведения, переноса на другие носители информации и хранения в любой форме, в том числе электронной, механической, на лентах или фотокопиях.

ISBN 2-47366-822-1

ISBN 3-49012-911-3

© РИП «Петит», 2002



## Введение

|   |    |
|---|----|
| 1. Чем привлекает дизель? . . . . .                     | 5  |
| 2. Хочешь дизель? Не спеши! . . . . .                   | 9  |
| 3. Сразу после покупки дизельного автомобиля... . . . . | 12 |
| 4. Простота дизеля . . . . .                            | 15 |
| 5. Что у него под капотом . . . . .                     | 18 |

## Часть 1. Основы и принцип действия дизелей

|  |    |
|--|----|
| 6. Принцип работы дизеля . . . . .             | 20 |
| 7. Камеры сгорания . . . . .                   | 25 |
| 8. Основные детали устройства дизеля . . . . . | 29 |
| 9. Фильтры . . . . .                           | 35 |
| 10. Маслопроводы и соединения . . . . .        | 41 |
| 11. Уплотнители и прокладки . . . . .          | 47 |
| 12. Разборка двигателя . . . . .               | 51 |

## Часть 2. Детали внутреннего устройства дизеля — ремонт и обслуживание

|   |     |
|---|-----|
| 13. Блок цилиндров . . . . .  | 75  |
| 14. Распредвал . . . . .  | 81  |
| 15. Гильзы цилиндров . . . . .  | 84  |
| 16. Коленвал . . . . .  | 89  |
| 17. Подшипники . . . . .  | 95  |
| 18. Шатуны . . . . .  | 106 |
| 19. Поршни и кольца . . . . .   | 111 |
| 20. Масляные насосы и маслоохладители . . . . .   | 125 |
| 21. Головка цилиндров и клапаны . . . . .   | 134 |
| 22. Газораспределительный механизм . . . . .  | 148 |
| 23. Картер сцепления, маховик и крышка газораспределительного механизма . . . . .             | 154 |
| 24. Устройства торможения и гидравлические замедлители дизелей грузовых автомобилей . . . . . | 160 |

## Часть 3. Системы дизеля

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 25. Система подачи воздуха . . . . . | 176 |
| 26. Выхлопная система . . . . .      | 185 |
| 27. Система охлаждения . . . . .     | 196 |
| 28. Турбодизель . . . . .            | 207 |

## Часть 4. Система впрыска топлива

|  |     |
|--|-----|
| 29. Введение . . . . .                                   | 210 |
| 30. Регуляторы дизеля . . . . .                          | 213 |
| 31. Тюнинг дизеля . . . . .                              | 220 |
| 32. Форсунки . . . . .                                   | 223 |
| 33. Форсунки и корпуса форсунок . . . . .                | 232 |
| 34. Распределительные топливные насосы впрыска . . . . . | 236 |

## Часть 5. Особенности конструкции эксплуатации дизелей различных производителей

|  |     |
|--|-----|
| 35. Дизели BMW   | 250 |
| 36. Дизели Ford и Peugeot  | 254 |
| 37. Дизели Mercedes Benz   | 258 |
| 38. Дизели Opel  | 261 |
| 39. Дизели Volkswagen  | 265 |
| 40. Японские дизели  | 269 |
| 41. Дизели внедорожников японского производства                    | 274 |
| 42. Дизели внедорожников европейского производства                 | 279 |
| 43. Конструкция и эксплуатация двигателей внедорожников            | 284 |
| 44. Система пуска дизеля   | 293 |
| 45. Управление работой дизельного двигателя                        | 300 |
| 46. Система заряда батареи   | 317 |
| 47. Регуляторы напряжения  | 320 |
| 48. Контрольные приборы дизеля и основные цепи                     | 323 |
| 49. Особенности эксплуатации дизеля при экстремальных температурах | 325 |
| 50. Запуск двигателя после капитального ремонта                    | 331 |

## Часть 6. Все о поиске и устранении неисправностей

|  |     |
|--|-----|
| 51. Поиск и устранение неисправностей                    | 335 |
| 52. Неисправности дизельных двигателей (советы механика) | 346 |
| 53. Основные неисправности дизелей легковых автомобилей  | 361 |
| 54. Основные неисправности дизелей внедорожников         | 365 |
| 55. Полезные советы для владельцев дизельного автомобиля | 370 |

## Моторсервис

инженерно-технический центр

Диагностика и ремонт дизельных двигателей  
и топливной аппаратуры

Новости и информация о дизельных двигателях

Мы занимаемся диагностикой и ремонтом дизельных двигателей, топливной аппаратуры легковых автомобилей, микроавтобусов, джипов, а также дорожной и строительной техники производства Европы, Америки, Японии, Азии и продажей запасных частей для них. При проведении работ используется специализированное оборудование, приспособления и инструмент, позволяющие качественно выполнить все ремонтные работы и обеспечить надежную эксплуатацию всех отремонтированных узлов и агрегатов. На все работы, произведенные в нашем сервисе, дается гарантия. Кроме этого мы осуществляем расточку блоков цилиндров, шлифовку коленвалов, ремонт шатунов. Все операции осуществляются на швейцарском оборудовании с высоким качеством исполнения. В наличии всегда имеется большой ассортимент необходимых для ремонта деталей.

**Поставляем запчасти для дорожной и строительной техники ведущих производителей  
под заказ и в короткие сроки.**

Локомотивный проезд, дом 19 кор. 2. телефоны: 488-71-90, 481-69-00.

<http://www.mdiesel.ru>

# Введение

## Глава 1

### Чем привлекает дизель?

Если вы подумываете о переходе на дизель, но не знаете, как ухаживать за ним своими руками, то сразу скажем, что поддерживать дизель в хорошем состоянии ничуть не сложнее бензинового двигателя.

Дизельные автомобили славятся своей долговечностью, но это вовсе не означает, что проявлять заботу о них не требуется.

Цены на подержанные дизельные автомобили на Западе падают. Это связано с тем, что долгое время объем продаж новых дизельных машин был очень высоким и поэтому на рынке подержанных машин сейчас их большое количество. Новые дизельные машины намного дороже эквивалентных им по параметрам бензиновых собратьев. Кроме того, прошло то время, когда привычный сегодня для нас дизельный ряд исчерпывался всего лишь одной моделью. Сегодня производители в состоянии поставлять на рынок дизели, отвечающие самым высоким требованиям.

Достойны сожаления страны, если такие имеются, в которых дизельное топливо стоит одинаково с бензином или даже превышает его. Но даже в этом случае вы будете в выигрыше, поскольку у дизельных машин, как правило, более высокий срок службы, но только при условии, что у вас будет большой ежегодный пробег. Никакой экономии не получается только при малых годовых пробегах. Вы экономите на свечах зажигания, хотя понятно, что при использовании свеч зажигания с периодичностью замены 60 тыс. км экономия на них будет неболь-

шой. В то же время вы потеряете на более частой замене масла и фильтра.

Современные дизельные машины привлекательны своей способностью развивать большую силу тяги на малых оборотах, чем особенно хороши для водителей, не любящих слишком часто переключать передачи. Большинство изготовителей предлагают дизели с турбонаддувом, чтобы дать владельцу возможность ощутить самому всю прелесть машины высокого класса.

Если вы подумываете о переходе на дизель, но не знаете, как ухаживать за ним своими руками, то сразу скажем, что поддерживать дизель в хорошем состоянии ничуть не сложнее бензинового двигателя, несмотря на их различия. Предлагаем вам краткое руководство по покупке, эксплуатации и обслуживанию дизеля.

Механизмы бензинового и дизельного двигателя мало чем отличаются. В основу работы обоих двигателей положен четырехтактный цикл сжигания топлива, но происходит это у них совершенно разными способами.

В то время как у бензиновых двигателей топливовоздушная смесь воспламеняется свечами зажигания, дизельное топливо воспламеняется в результате очень сильного сжатия.

Когда бензиновый двигатель всасывает воздух и бензин на первом такте, дизель засасывает только воздух, который сжимается до такой степени, что его температура поднимается до 800°C. Раскаленный воздух поджигает дизельное топливо, которое впрыскивается в камеру сгорания цилиндра незадолго перед тем, как поршень достигает ВМТ на такте сжатия.

Поскольку степень сжатия у дизелей вдвое выше, чем у бензиновых двигателей, впрыск топлива должен происходить под очень высоким давлением, чтобы он влетал в камеру сгорания, и струя топлива сохраняла приданную ей форму. Вследствие повышенных требования к впрыску, топливный насос высокого давления дизеля является особо высокоточно изготавливаемым узлом.

На старых моделях дизелей обычно использовались рядные многоплунжерные топливные насосы высокого давления. Теперь на большинстве современных дизелей применяют более сложные роторные насосы с постоянной подачей топлива, так как они лучше работают при высоких оборотах двигателя. В современных дизелях используются электронные системы управления дозированием подачи топлива для достижения протекания процесса сгорания близкого к идеальному. Многие дизели даже оснащаются нейтрализаторами для очистки выхлопных газов.

Существует два типа дизелей, и различие между ними состоит в том, как в них происходит сгорание топлива. В одних используется непосредственный впрыск топлива. Само название указывает на прямое направление топлива в полость камеры сгорания. Хотя данный метод впрыска очень эффективен, его отрицательными сторонами являются сильный шум и неравномерность. По этой причине непосредственный впрыск сохранился лишь на дизелях, используемых на грузовых автомобилях. Однако на дизелях усовершенствованных конструкций эти недостатки в значительной мере устранены, и большинство производителей автомобилей предлагают высокоэффективные дизели с непосредственным впрыском.

В других дизелях, не использующих непосредственный впрыск топлива, перед камерой сгорания создают небольшую дополнительную камеру, в которую и происходит впрыск топлива. Располагают эту камеру на противоположной стороне от места установки форсунки и направления движения впрыскиваемого ею топлива. Данный конструктивный прием позволяет поднять обороты двигателя, но расплачивается за это приходится некоторой потерей мощности.

Да, одно из главных достоинств дизелей – это их экономичность. Для двигателя объемом около 1,6 л расход топлива по трассе порядка 4-4,5 л/100 км не является чем-то необычным.

Даже не думая о деньгах, это истинное удовольствие – заправить бак один раз и проехать весь долгий путь, не поглядывая тревожно на стрелку уровня топлива. Кроме того, дизель – это действительно такая вещь, которая работает даже тогда, когда по всем признакам работать уже не должен. Но не обольщайтесь! Такой распространенный подход, когда в "дизель", мол, можно лить все, что угодно, – и солярку из-под трактора, и подсолнечное масло – очень быстро приведет к ровно противоположному результату: двигатель сломается и не станет работать даже после многочисленных попыток "воскрешений". Дизельный двигатель прослужит верой и правдой долгие годы только в случае соблюдения минимальных требований по его обслуживанию (впрочем, как и любая машина). Это своевременная замена масла нужного типа, по возможности – хорошее, отфильтрованное или отсепарированное топливо, своевременная проверка и замена патрубков системы охлаждения, распылителей и т.д.

## **Экономичность дизеля не означает возможность экономить на обслуживании автомобиля!**

## **Поговорим о недостатках**

### **Вот некоторые "народные мнения", бытующие о дизелях.**

**Мнение первое: "Дизель? Ни за что! Да при наших -20°C зимой его не заведешь!"**

Нельзя отрицать, что такая точка зрения основана на реальных фактах. У многих дизелей возникают проблемы с заводкой в холодное время. Но тут нельзя забывать о том, что в холодные дни проблемы с заводкой возникают у очень многих машин. И можно поспорить о процентном соотношении "дизелей" и "недизелей" среди них. В основном автомобили не заводятся потому, что находятся в запущенном и неухоженном состоянии, и их хозяева забыли до наступления холодов провести необходимый сервис. Помните аксиому. У дизеля в технически исправном состоянии и прошедшего нормальную подготовку к зиме шансы не завестись в холодное время минимальны и стремятся к нулю. Они намного меньше, чем у карбюраторного автомобиля. Под "подготовкой к зиме" подразумеваются стандартные операции, прои-

зводимые владельцами всех автомобилей: замена масла, фильтров, проверка системы охлаждения, плотности электролита и т.д. Кроме того, у дизеля гораздо меньше "критических точек", из-за которых он может не завестись. В принципе, все они сводятся к трем пунктам: хорошая компрессия, хорошее масло, хорошая солярка. Все это сегодня вполне реально обеспечить. Специфические "дизельные" проблемы зимой могут возникнуть из-за низкой компрессии, несоответствующего масла, плохой солярки или забивания парафином топливного фильтра, что тоже сводится к вопросу регулярного обслуживания автомобиля.

**Мнение второе: "Дизель? Да ни за что! Он же тихходный и не приемистый, как трактор!"**

С меньшей приемистостью дизеля, по сравнению с бензиновыми машинами, нельзя не согласиться. Дизель одинакового объема с бензиновым двигателем будет иметь и меньшую номинальную мощность. Это обуславливается более низкими рабочими оборотами дизельных двигателей. Любителям жечь резину при старте со светофора лучше не думать о дизеле. Хотя тут тоже есть несколько нюансов: на дизельной машине нельзя ездить с привычками или повадками езды на бензиновой машине. Впервые сев за руль, сразу ощутите это. Дизель любит газ. Кроме того, надо чувствовать, когда и на какую передачу переключиться – дизельный двигатель гораздо более "эластичен" в плане нужной передачи: при одинаковом газе он будет "тянуть" и на 2-й, и на 3-й, и на 4-й. Вопрос в том, на какой он будет лучше тянуть! Это может прийти только с опытом. Научитесь понимать его, – и на самом простом среднем дизельке будете "уделявать" на светофоре Ламборджини и Порше! Кроме того, турбированные дизеля в городских условиях могут поспорить по приемистости с любой бензиновой машиной, не говоря уже о дизелях последнего поколения со сложными электронными системами подачи топлива.

Зато неимоверное удовольствие доставит низкая оборотистость "дизеля" при езде по гололеду и раскисшему снегу, где его с места "увести в занос" будет гораздо труднее, чем высокооборотистые бензиновые, по бездорожью и грязи. "Дизелек", аккуратно проворачивая колеса на минимальном газу, вылезет отовсюду. При медленной езде в "тянучке" или по двору, когда можно спокойно включить 1-ю или даже

2-ю, убрать уставшие ноги с педалей и представить, что обладаете коробкой-автоматом, – дизель будет ехать и на холостых оборотах. Он, как рабочая лошадка, послушно потянет чудовищно тяжелый прицеп, который только выдержит крепление фаркопа. Дизель идеально подходит для человека, предпочитающего нормальную, не эксцентричную, спокойную езду. В наших условиях городских пробок, плохих дорог, раскисших черноземов и необрунного снега дизель наверняка оправдает ожидания.

**Мнение третье: "Дизель? Да ни за что! Только на запчасти разориться – они же в N раз дороже, чем для бензиновых машин!"**

Скорее всего, это мнение возникло потому, что почти все подержанные "дизели", бегающие по нашим дорогам, – импортного производства. И еще потому, что исторически с сервисом дизелей у нас было туго. Конечно, человек, переживший с "Жигулей" на иномарку и столкнувшийся с необходимостью ее ремонта, ужаснется сначала разнице цен на запчасти (пусть, правда, тут же вспомнит, сколько раз он менял одну и ту же дешевую запчасть в своих "Жигулях" и во сколько времени, нервов и денег это вылилось). Сейчас ощутимой разницы в ценах на запчасти или сервис автомобилей одной модели, но с разными двигателями практически не существует. В "дизелях" есть некоторые детали, требующие высоких технологий и качества материалов и производства. Да, они стоят дорого. Но, как правило, и срок службы у них большой и при правильной эксплуатации они редко полностью выходят из строя. Тем более что чаще всего, купив машину, сталкиваясь в первую очередь, с общими для всех автомобилей проблемами, не зависящими от того, какой на них двигатель: подвеска, рулевое, коррозия – наследие "тяжелых условий эксплуатации". Двигатель, как правило, реже попадает в список "первоочередных" ремонтов после покупки. Кроме того, сегодня у нас ситуация с сервисом дизелей намного лучше, чем несколько лет назад. Практически любая уважающая себя СТО имеет в штате "дизелиста" и аппаратуру для диагностики/ремонта дизельных автомобилей.

## Безопасность

Пожалуй, это важнее, чем экономичность. Сэкономить деньги на топливе – хорошо. Но не быть поджаренным, как цыпленок табака, куда

лучше. В дизеле вид лопнувшего топливного патрубка и солярки, ручьем заливающей горячий двигатель и провода, не вызовет никаких сильных эмоций, кроме угрызений совести, что вовремя не позаботились о замене. Не надо паниковать – спокойно заглушите двигатель, протрите тряпочкой, замените патрубок и езжайте дальше: ничто не возгорится и взорвется с угрозой для жизни. В качестве иллюстрации – случай (или, может, байка), довольно известный среди знатоков. Когда во времена второй мировой на демонстрации прототипа новой модели танка на дизельном топливе высокие генеральские чины не хотели его принимать именно потому, что он был дизельным, – кто-то из группы

разработчиков "убедил" их посредством тушения факела в ведре с соляркой

Дизель никогда не отравит СО, если решите поспать в салоне с включенным двигателем. Конечно, может не нравиться запах его выхлопа, но, во всяком случае, он не смертельно опасен. Кроме того (правда, это уже ближе к экономичности), – забудьте про страшные сны о соответствии выхлопа нормам на содержание СО и связанных с этим расходах. Пока еще не существует аналогичного достаточно удобного способа выкачивания денег у дизелистов (приборы и процедура проверки норм по СН и дымности дизельного двигателя гораздо сложнее и редко могут послужить основой для злоупотреблений).

## Глава 2

# Хочешь дизель? Не спеши!

Прежде чем купить машину с дизельным двигателем, следует хорошо изучить его запросы, чтобы затем они не стали для вас неожиданностью

Расходы на топливо – характеристика, которая по нынешним временам при выборе автомобиля часто стоит во главе угла. Дизтопливо сегодня дешевле 92-го бензина, и несмотря на это очень скоро после покупки машины с дизельным двигателем ко многим автовладельцам приходит разочарование. Причина в том, что большинство водителей не приучены к дизелям, они предпочитают бензиновые машины. В то же время в некоторых европейских странах, например, Франции, Испании, автомобили с дизельными двигателями очень даже популярны, что подтверждают объемы продаж – иногда дизельных модификаций покупают больше, чем бензиновых. У нас же существует целый ряд факторов, объясняющих "прохладное" отношение к этому типу моторов. И все же тем, кто решил приобрести дизель, следует знать о некоторых тонкостях его покупки, эксплуатации и обслуживания.

## Дело вкуса и опыта

Экономичность – общеизвестное достоинство дизелей, которое является главной "приманкой" для покупателей. Но есть у них и "минусы", которые многим, в особенности почитателям комфорта и спортивного стиля вождения, вскоре оказываются не по вкусу.

Первое, что очень быстро надоедает – характерный повышенный "тракторный" звук работающего двигателя. Хотя шумоизоляция салона у иномарок лучше, чем у наших "Жигулей" и "Москвичей", полностью оградить сидящих в салоне от дизельной "музыки" автопроизводителям пока не удавалось. Затем, хотя и не во всех машинах, начинают раздражать повышенные вибрации. А любителям "поганяться" явно не понравится слабая динамика разгона, осо-

бенно при необходимости ускорения на высоких скоростях.

Интересно, что со всеми этими недостатками покупатели успевают ознакомиться еще при осмотре предлагаемого для покупки автомобиля. Но "запрограммированные" на экономичность, многие на эти "нюансы" не обращают внимания. Только по прошествии некоторого времени новоиспеченные автовладельцы начинают пополнять ряды недовольных дизельными машинами.

Дополняет картину тот факт, что дизель – специфический тип мотора с индивидуальным характером, обуславливающим особенности его работы и требующим соблюдения определенных правил эксплуатации и управления. Обычно их не знают, а если знают, то не соблюдают. В результате дизельный двигатель вместо положенных 500-600 тыс. км пробега до капитального ремонта выхаживает в два, а то и в три раза меньше. Так что прежде чем покупать дизель, убедитесь, что он соответствует вашему темпераменту и стилю вождения и что вы сможете "удовлетворить" его потребности при эксплуатации и обслуживании.

## Информация для покупателя

Хотя дизельных иномарок украинский авторынок предлагает гораздо меньше, чем бензиновых, при большом желании найти нужный вариант все-таки можно. Контрольный осмотр дизельных машин по многим пунктам не отличается от бензиновых – проверка кузова, ходовой, трансмиссии, исправности электрооборудования и т.д. Разница заключается в тестировании двигателя. Здесь важны два момента – проверка при "холодном старте" и характер работы "на горячую". Следует, правда, заметить, что лето – не лучшее время для приобретения дизеля. Поэтому если после этой статьи у кого-то возникнет желание стать обладателем дизель-

ной машины, лучше подождать наступления более прохладного сезона.

Идеальный период для теста дизеля – зима, когда на улице мороз градусов 10-20. При таких условиях "болезни" этого типа двигателя выявить намного проще. Основным показателем, характеризующим исправность дизеля, является "холодный старт". Проводится он в такой последовательности: для увеличения подачи топлива вытягивается клавиша ручного "газа" (если не установлен термододсос); поворотом ключа "зажигания" включаются свечи накаливания, о чем информирует загорающийся на щитке приборов индикатор работы свечей – желтая лампа с символом спирали; когда свечи прогрелись (на это требуется около 20-30 секунд), лампа гаснет – это сигнал, разрешающий запуск двигателя. Если после проделывания этих операций двигатель заводится с первой попытки и без длительного вращения стартером, значит все в норме.

Не запускается дизель на морозе в основном по нескольким причинам: "сел" аккумулятор, неисправны свечи накаливания, в топливной системе используется летнее топливо, в цилиндрах невысокая компрессия. Процедура замены аккумулятора, свечей накаливания не требует особенных затрат. А вот что касается малой компрессии в цилиндрах, то здесь возникает необходимость дорогостоящего капитального ремонта двигателя. Застывшее до гелеобразного состояния топливо не способно пройти через фильтр, а значит удалить его из системы питания можно только в процессе отогрева в теплом гараже с последующей заменой на зимнюю солянку или добавкой антигелевых присадок.

Пока дизель холодный, его работа обычно сопровождается повышенной шумностью и черным выхлопом. Для этого типа двигателя это – обычное явление, так как топливо в холодных цилиндрах плохо испаряется, соответственно не полностью сгорает. По мере прогрева исправного дизеля шумность снижается, а черный выхлоп исчезает. Если же характер работы не изменяется и из трубы продолжает "валить" дым, значит что-то неисправно. Сизый дым – признак износа деталей цилиндро-поршневой группы (поршневых колец, гильз, поршней), что требует капитального ремонта двигателя. Когда выхлоп черный, значит топливо в цилиндрах сгорает не полностью. Это происходит в случаях: некачественного распыления топлива не-

исправными форсунками или их распылителями; подачи избыточного количества топлива разрегулированным топливным насосом; недостатка в цилиндрах воздуха при засоренном воздушном фильтре.

Как показывает практика, ресурс легковых дизелей в наших условиях эксплуатации составляет от 200 до 600 тыс. км. Такой существенный разброс обусловлен большой зависимостью ресурса дизеля от условий эксплуатации, систематичности и качества технического обслуживания.

## Эксплуатация

Умение эксплуатировать дизель – это, пожалуй, главный фактор, который в наибольшей степени влияет на его ресурс. Этот тип двигателей не прощает ошибок водителя, который, например, привык раскручивать до максимума оборотистые бензиновые моторы и в таком же режиме заставляет работать и дизель. Владельцам таких машин следует помнить одно важное правило – дизель не любит больших оборотов, так как при этом значительно увеличиваются нагрузки на детали цилиндро-поршневой группы, топливную аппаратуру, да и сам процесс смесеобразования и сгорания проходит не по требуемому "сценарию". Поэтому ездить нужно при средних оборотах или ниже средних, а переключаться на повышенные передачи следует намного раньше, чем в случае с бензиновым мотором. Это уже давно проверено на практике. Недаром на многих автотранспортных предприятиях, прежде чем "посадить" водителя на дизель, он проходит стажировку. Если этого не сделать, ресурс двигателей, оказавшихся в руках необученных водителей, сокращается в 3-5 раз, а иногда и больше. В этом автору пришлось убедиться лично.

Чтобы снизить воздействие механических примесей и воды, содержащихся в нашей солянке, на очень чувствительную топливную аппаратуру дизелей, систему питания желательно оборудовать фильтром-сепаратором, лучше с подогревом. Этим вы продлите срок службы дорогостоящих топливных насосов и форсунок и оградите себя от зимних проблем, вызванных повышенной вязкостью топлива. Если установить дополнительные фильтры нет возможности, топливу лучше сначала дать отстояться в какой-нибудь емкости-отстойнике. Заливать



его в бак, кстати, не перемешивая в отстойнике, можно только через два-три дня.

Следует также знать, что запускать дизель с толкача или на буксире нежелательно, так как из-за большой компрессии в цилиндрах высокая вероятность обрыва зубчатого ремня привода ГРМ (если привод ременной). О том, к каким последствиям это может привести, мы уже писали (см. Автоцентр N 22).

## Обслуживание

Немаловажным аспектом, который влияет на ресурс дизеля, является своевременность технического обслуживания и качество используемых при этом материалов и запасных частей. Ни в коем случае нельзя заливать в импортные дизели первое попавшееся масло, в том числе и популярное в советские времена "камазовское" M10/G2K. Лить нужно только то, что рекомендует производитель или же лучшее по качеству, например, вместо масла категории качества CC и даже CE по API масло класса CD, которое предназначено для высокофорсированных дизелей с наддувом высокого давления, работающих в тяжелых условиях на высокосернистом топливе.

Особенно требовательны к качеству масла турбодизели. В условиях высоких температур и скорости вращения вала турбокомпрессора сохранять смазывающие свойства способны только качественные специальные масла для турбодизельных двигателей. Игнорирование этого требования ведет к тому, что в таких жестких условиях масляная пленка на трущихся поверхностях, полученная при использовании низкосортного масла, очень быстро разрушается. Это вызывает сухое трение и соответственно повышенный износ вала, подшипников турбины и скорую поломку турбины в целом.

По этим же причинам обслуживание дизельного двигателя должно проводиться в положенные сроки. Хотя при использовании нашего дизельного топлива с повышенным содержанием серы, которая способствует ускоренному окислению моторного масла, интервал его замены лучше все-таки уменьшить на 20-30%. Например, если согласно руководству по эксплуатации конкретного автомобиля периодичность замены составляет 10 тыс. км, делать это нужно через 7-8 тыс. км.

Немаловажным фактором для "здоровья" дизеля являются масляные фильтры. Фильтрую-

щий элемент дизельных фильтров имеет очень мелкие ячейки, задерживающие частицы, которые фильтр бензинового двигателя без проблем пропускает в систему смазки. Поэтому масляные фильтры для дизелей нужно покупать только качественные – оригинальные или известных фирм (Bosch, Champion, Delphi т.д.). В подделках и продукции неизвестного происхождения может использоваться фильтровальная бумага от бензинового фильтра.

Если в двигатель заливается "минералка" или "полусинтетика", промывать систему смазки желательно через каждые 20 – 40 тыс. км (в зависимости от качества масла – отечественное или зарубежное). В случае с "синтетикой" с ее превосходными моющими свойствами промывать систему смазки можно реже.

Если вы хотите продлить срок службы топливной аппаратуры, необходимо через каждые 20-30 тыс. км промывать и топливную систему. Первым моют топливный бак. Для этого его нужно снять. Накопившиеся в баке отложения и мусор удаляют путем индивидуальной мойки с помощью специальных препаратов или мойкой высокого давления, а если есть возможность – подвергают механической чистке. Остальную часть топливной системы промывают после установки чистого бака и его заполнения топливом с добавками специальных моющих присадок. После промывки в обязательном порядке необходимо сменить топливный фильтр. В обычных ситуациях, вследствие повышенного загрязнения нашей солянки, фильтр желательно менять чаще, например, не через 30 тыс. км, а через 20. Перед установкой нового фильтра его нужно заполнить соляной. После замены топливную систему необходимо прокачать насосом ручной подкачки (иногда при этом следует ослабить штуцер крепления топливопровода обратного слива).

Расходы на техническое обслуживание дизельных машин меньше, чем на бензиновые. Экономия достигается за счет отсутствия свечей зажигания, которые меняются чаще, чем свечи накалывания, кроме того, нет сложной электроники, контролирующей работу системы питания (речь идет о дизелях, выпущенных до середины 90-х годов). Вот такие они, дизели. Так что думайте.

## Глава 3

# Сразу после покупки дизельного автомобиля

Главное правило: "Не мешай двигателю работать". Не начинайте лезть в двигатель, пока не поймете, что и как работает в автомобиле.

Меняйте сразу же после покупки ГР ремень, что бы ни говорил продавец. Ремень берите фирменный, дешевый не покупайте. Если порвется – клапанам конец. Меняйте ремень у специалистов – очень важно не сбить метки установки.

После покупки наблюдайте за уровнем масла. Если повышается, неисправен распылитель. Если уровень уменьшается без видимых течей масла – это явный признак изношенных маслосъемных колец.

Поменяйте масляный и топливный фильтр вне зависимости, когда, по словам продавца, он их менял. Особенно, если купили машину перед зимой. Вообще, возьмите зимой за правило: один фильтр установлен на машине, второй, новый, – в багажнике. При нашем топливе неприятность в виде парафина в фильтре может подстергать где угодно.

Естественно, при совершении вышеперечисленных действий желательно поменять и масло. Кстати, масло лучше всего брать с API CF или CE. CF самое лучшее. CC и CD рассчитано на дизельный двигатель, работающие на средних нагрузках, что для нашего топлива не очень подходит. За рубежом для старых дизелей оно в самый раз, но у нас условия надо считать неблагоприятными и масло выбирать, соответственно, для самых тяжелых условий эксплуатации.

Кроме того, посмотрите на цифры на аккумуляторе, который достался вместе с машиной. Дизелю, особенно если у него не очень хорошая компрессия, для заводки нужен хороший аккумулятор (ток отдачи – чем больше, тем лучше).

Также после покупки советуем провести диагностику на станции, которая может многое сказать. Хотя станции тоже бывают разные. Поз-

тому лучше всего спросить мнение нескольких специалистов (они, как правило, бывают весьма разноречивыми).

## 3. Прошло некоторое время после покупки

### Что делать, чтобы избежать неприятностей

Тут трудно советовать на все случаи жизни, но несколько общих советов можно дать:

Правило основное. Не забывайте: как Вы относитесь к своему автомобилю, вне зависимости, дизельный он или бензиновый, – так и он будет относиться к Вам.

Специфика для дизеля состоит в следующих советах:

1. Заправляйтесь всегда на нормальных заправках. Если цвет солярки смутил – лучше поищите другую заправку. Всегда имейте под рукой лейку с сеточкой (лучше с двойной) во избежание попадания грязи в бак.

2. Избегайте вариантов "по дешевке" неизвестно откуда (тракторная, корабельная, тепловая солярка). Здесь очень тяжело угадать.

3. Меняйте топливный фильтр чаще, чем положено по сервисной книжке. При качестве нашего топлива – это решающий фактор для нормальной работы машины, особенно в холодное время года. Можете поставить дополнительный фильтр очистки топлива.

4. Не жалейте денег на масло, особенно для зимы. Для наших зим лучше всего идет синтетика 5W40, полусинтетика 10W40, минералка – не ниже 10W30, другие маркировки по SAE – смотрите по каталогу на температурные границы.

## 5. Присадки в топливо и масло.

Не рекомендуем увлекаться добавлением присадок, особенно чистящих и неизвестного

производства в зимний период. Чистящая присадка имеет свойство вымывать всю грязь из бака и трубопроводов и все это гнать в топливный насос. Фильтр не все может задержать. В результате – большие расходы на ремонт насоса и/или двигателя. На зиму можно запастись антигелем. Его добавляйте в топливо согласно инструкции и до момента загустения солярки, а после – уже не подействует. Хотя солярка с новых, приличных заправок при более-менее низкой температуре (порядка  $-10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ ) не должна сильно загеливаться. Лучше всего поинтересоваться у знакомых дизелистов, где они заправляются, и не заливать полный бак на “непроверенных” заправках (оптимум 10-15 л – этого хватит на 200-400 км!) – чтобы в случае проблем было легче выкатать плохую солярку.

Рекомендуем молибденовую присадку в масло фирмы REDEX. Во-первых, соединения молибдена, содержащиеся в ней, входят в молекулярное взаимодействие с трущимися поверхностями в двигателе и создают тонкий защитный слой, уменьшающий износ и трение. Во-вторых, эти соединения затягивают микротрещины и небольшие повреждения поверхности. Хватает ее надолго, т.е. защитный слой не смывается при замене масла. На практике это выражается в резком уменьшении шумов при работе двигателя и экономии горючего.

Можно также профилактически добавлять немного т.н. кондиционеров, т.е. присадок, призванных улучшать показатели топлива. Производители приписывают им магическое действие по связыванию воды, повышению цетанового числа, уменьшению расхода, и т.д.

Старайтесь покупать все присадки в топливо одной фирмы. Они вроде и совместимы, но лучше не рисковать со смешиванием присадок разных фирм. Не экспериментируйте с присадками для повышения компрессии: когда нужна замена колец – “покойника” припарками не оживишь”, а навредить они могут очень сильно.

## **6. Часто в холодное время года наблюдается такое явление как загеливание летней (или плохой “зимней”) солярки.**

Дело в том, что у дизельного топлива есть две температурные точки. Это относится к основополагающим знаниям дизелиста о солярке. Называем их в обратной последовательности:

Температура загеливания – это когда солярка стала как желе, и прокатать ее сквозь топливopроводы, не говоря уже о топливном фильтре, нет никакой возможности. Такое может произойти только по причине крайнего разгильдяйства или нежелания тратить свою маленькую государственную зарплату для обеспечения не своих нужд. Это может также произойти просто потому, что вы заправились вроде на нормальной заправке, как будто нормальной соляркой и за приличные деньги, но вот ударило неожиданно  $-10^{\circ}\text{C}$ , – и вы обнаруживаете у себя в канистре (хорошо, если не в баке) густое желе.

Вылечить это можно следующим способом. Налить удвоенную или утроенную дозу антигелевой присадки, а все остальное отогреть струей горячей воды или, соблюдая меры предосторожности, паяльной лампой. Можно ждать оттепели. В общем, это крайний случай.

Температура фильтрации. Солярка сначала мутнеет, а уж потом гелится. Мутнеет солярка из-за выпадения в осадок кристаллов парафина, при этом оставаясь жидкой. Эти кристаллы настолько малы, что достаточно неслишного взбалтывания, что бы они распределились по всему объему, следовательно, при езде в фильтр пойдет сильно мутное топливо. На таком топливе дизель должен прекрасно заводиться, но фильтр скоро будет забит. В зависимости от качества топлива и мороза фильтра может хватить от 15 минут до 2 часов. Если мороз не очень сильный, то теплая обратка в состоянии отогреть топливо в баке, но если мороз под двадцать градусов, то в длинном топливопроводе солярка до бака дойдет уже сильно замерзшей и муть не растопит.

Так вот, если у нас солярка всего лишь мутная, то установка фильтра с подогревом спасает положение.

Большинство присадок сильно влияют на температуру загеливания, но совсем незначительно влияют на температуру фильтрации. Более того, некоторые “кривые” присадки могут эту точку фильтрации не уменьшить, а увеличить. Вот как бывает!

Отсюда следующие выводы:

1. Летняя солярка + антигелевая присадка – отнюдь не есть зимняя солярка.
2. Подогрев топливного фильтра – это очень хорошо.

Таким образом, подогрев фильтра и наличие присадки позволяют зимой ездить даже на легкой солярке.

Завершая этот Раздел, еще раз хотим повторить: не бывает плохих машин – бывают плохие хозяева. Любите и лелейте свой автомобиль – и будьте уверены, он ответит тем же. В автомобиле главное – не его возраст, не дизельный он или бензиновый, не страна его производства или модель, а та часть души, которую его владелец в него вкладывает.

### **На что стоит обратить внимание при покупке подержанных дизельных автомобилей?**

Для начала – на все то же, что и при покупке любой машины.

Смотреть лучше всего вдвоем, а то и втроем, один обязательно что-то упустит. Начните с кузовщины: зазоры капота и багажника, замятость порогов, следы покраски, крепление бамперов и т.д. Проверьте износ резины по краям развал/схождение.

Стойки. На tems-овских (с регулируемой жесткостью) нужно убедиться, что стоит мягкий

режим. На Mark-II при положении автомата на парковке жесткость максимальная, на нейтральной – минимальная. Стойка должна быть сухой. При езде по неровной дороге в подвеске ничего не должно брякать.

Привода не должны хрустеть при езде в крайних положения руля. Состояние пыльников.

Рулевая: люфты и стуки при качании рулем, шумы гидроусилителя, при езде машину не должно уводить.

Двигатель: следы масла. Отмытый – это плохо. Слушать посторонние звуки при плавном и резком наборе оборотов, стуки на всех режимах, скорость сброса оборотов. Вибрация на холостых, троение из-за нерабочей форсунки впрыска, состояние подушек по вибрации в салоне. Не замятость граней гаек, следы герметика. Картерные газы, цвет выхлопа. Работа автомата прогрева.

Автомат: мягкость переключения и стуки, на тормозе, мягкость переключения на ходу. Коробка – мягкость включения передач, звук выжимного подшипника и износ сцепления.

В салоне: работа всех приборов, плавность и стабильность включения кнопок. Состояние сидений и обшивки.

## Глава 4

## Простота дизеля

Дизель – это "железяка", которая никогда не подведет: ее работа зависит только от сохранения способности крутиться всех ее деталей. При ремонте в полевых условиях – это как раз тот случай, когда "разобрал-собрал, осталось много лишних деталей, – и дальше поехал". Единственная деталь (имеется в виду простой "дизель", "навороченные" модели последних лет здесь не рассматриваются), управляемая электричеством, – это электромагнитный клапан, регулирующий подачу топлива. Впрочем, его тоже можно убрать. Один специалист, занимающийся автомобильной электроникой, вспоминал случай, как к нему за 100 км пригнали Ниссан Террано с полностью выгоревшей после КЗ проводкой и без аккумулятора! Завели с толкача – и так 100 км и ехали!..

Хватит о достоинствах. Приверженность дизелям, так же, как и бензиновым машинам или же определенным моделям, – дело чисто субъективное. Это скорее зависит от привычки человека, характера, манеры езды, везения или невезения с той или иной машиной в прошлом.

## Тринадцатилетний дизель. Жизнь

## только начинается

Давным-давно это было. Помнится, еще будучи молодым автомобилистом, я примерно представлял себе, какой должна быть идеальная машина. Тогда многие обсуждали такое явление западной автомобильной жизни, как легковой дизель. Какой у него потрясающий набор потребительских качеств и какие несущественные недостатки. Двигатель-мечта. И хотя в те годы дизельные легковушки были далеки от совершенства, они все же были. И я пришел к выводу, что мой идеальный автомобиль обязательно должен быть дизельным. И вот два года назад мне удалось реализовать свою мечту.

## ПРОСТОЙ ВЫБОР

Когда в далеком теперь 1998 у меня неожиданно появились некоторые средства (такая аккуратенькая небольшая пачечка СКВ) раздумий, на что их потратить, почти не было. Не то чтобы мой Москвич меня чем-то не устраивал (он по сей день поддерживается в рабочем состоянии и используется для рейсов на "местных авиалиниях" на даче), но хотелось чего-то более нового и иностранного.

Учитывая, что человек я семейный, да еще обремененный дачей, то портрет моего будущего автомобиля вырисовался таким: простой универсал или хэтчбек, обязательно с дизельным двигателем, "европеец", желательно Ford, не дороже \$5000. Обсудив эту вводную с друзьями, я остановился на Ford Sierra – весьма распространенной тогда на рынках модели. С двигателем правда была некоторая неопределенность. Сравнивая параметры машин с 2,3-литровым дизелем Peugeot и 1,8-литровым фордовским турбодизелем, остановился все же на атмосферном Peugeot только потому, что не был уверен в надежности 10-летней турбины.

Итак, определившись со своими требованиями, я приступил к следующей процедуре действия, именуемого "покупка автомобиля". В те дни и рынок на проспекте Энергетиков, и площадка в Автово предлагали широкий выбор Сьерр всех мыслимых возрастов, цветов и вариантов комплектаций. Проблема была лишь в том, что непопулярные "дизеля" привозили крайне редко. За все время поисков (а они растянулись почти на месяц) мною были встречены лишь три дизельных Сьерры, одну из которых я в конце концов и приобрел. Это случилось на рынке в Автово. Как выяснилось в разговоре с продавцом, эта Sierra 2.3D в базовой комплектации большую часть своей 11-летней жизни провела в Германии и, задержавшись на полтора года в Юрмале, была пригнана на продажу в Питер потому, что ее содержание стало не по

карману ее безработному владельцу. Диагностика на станции в целом, учитывая возраст автомобиля, подтвердила заверения продавца о том, что машина "в идеальном состоянии", и, сторговав \$200 от первоначальной цены в \$4700, мы ударили по рукам.

## "А ЭТО ЧТО ЗА ЦЫФОРКИЕ"

Именно такую фразу задумчиво произнес инспектор на площадке осмотра т/с перед постановкой машины на учет в ГАИ. Дело в том, что установленный на мою "ласточку" дизель Peugeot производится не в Кёльне, где в 1987 году была собрана машина. Немцы набивают на блок свой номер (соответствующий VIN-коду), а предоставленный французами оставляют как есть. Вот к нему-то и возникли вопросы. При этом с меня потребовали какую-то мифическую справку о том, что "так и должно быть". Конечно, такую бумагу мне раздобыть не удалось, но, приехав в УГИБДД на Попова, 47, я объяснил свою проблему инспектору, осуществляющему контроль работы МРЭО. Один телефонный звонок – и в МРЭО меня приняли с распростертыми объятиями, а через час я уже прикручивал свежеполученные номера к машине.

## "СОВЕРЕН"

Став полновластным владельцем первой, а может и последней, в своей жизни иномарки, я общал себе холить ее и лелеять, перемещаться исключительно в крайнем правом ряду со скоростью 40 километров в час. Но когда начал на ней активно ездить, то неожиданно понял, что ни я, ни моя Sierra все-таки не настолько "старые и больные", чтобы передвигаться со скоростью снегоуборочной машины. Мои робкие попытки выяснить прочностные характеристики автомобиля убедили меня в его "неубиваемости" и неприхотливости. С тех пор я стал плывать на все хитросплетения трамвайных путей, начал объезжать самые ужасные пробки чуть ли не по тротуарам, не обращая внимания ни на какие ямы, колдобины и надолбы.

За те два года, что прошли с момента покупки, я наездил на своем автомобиле порядка 50-60 тыс. километров. При этом сложно сказать, сколько в общей сложности машина прошла. Дизелю трудно верить. Подобные двигатели весьма надежны, и сколько кругов накручено на одометре, определить подчас невозможно.

На момент покупки пробег моей Сьерочки якобы составлял 140 тысяч километров, сейчас же одометр утверждает, что автомобиль прошел 196 тысяч километров. Я подозреваю, что приборы выдают желаемое за действительное, а жизнь моей Сьерры была куда более насыщенной. Тем не менее двигатель в исключительном состоянии. Об этом можно судить по выхлопу: при резком увеличении подачи топлива старые дизели обязательно выдохнут из выхлопной трубы клубы черного дыма. А мой дизель не дымит и дымит в обозримом будущем не собирается. Миновала меня и такая, как говорят злые языки, "дизельная" проблема, как невозможность запуска двигателя зимой. Практика показала, что заблаговременно залитое "правильное" масло способствует бесппроблемному запуску двигателя на всем протяжении "недизельного" периода (а зима у нас долгая). В прошлом году я использовал синтетику, и при температуре 20-22°C ниже нуля не испытывал никаких проблем с запуском. Достаточно коленчатому валу сделать один-два оборота – и двигатель начинает устойчиво тарыхтеть свою дизельную песню. Мой собственный рекорд – минус 26°C.

Как известно, дизель славится своей экономичностью. А если учесть, что дизтопливо у нас к тому же существенно дешевле бензина, то экономия получается порядочная. Ford Sierra 2.3D потребляет порядка 7,5-8 литров топлива в городе и 5-6 литров за его пределами. Мне 60-литрового бака хватает на то, чтобы два раза съездить на дачу туда и обратно, а это 230 километров в один конец. Понятно, что на большой скорости расход топлива сильно возрастает. Но если держать стрелку спидометра около отметки "100 км/ч", расход более чем умеренный. Расход масла также не выходит за рамки разумного. Двигатель ограничивается 1-1,5 литрами на 10 тыс. км пробега. Нарекания вызывает только очень неудобный объем системы смазки – 5,6 л. А масло имеет склонность продаваться в таре либо по четыре, либо по одному литру. Я обычно покупаю сразу две 4-х литровых канистры.

## АМБУЛАТОРНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Надо сказать, что моя Сьерра просила помощи "лекарей в промасленных комбинезонах" исключительно редко. В самом начале нашей совместной жизни я отправился на СТО с целью

проверить на стенде форсунки. Как показало обследование, одна форсунка откровенно плохая, другая – так себе, а остальные живы и здоровы. Выяснив порядок цен на эти детали (\$100 за штуку), я пришел к выводу, что дешевле поменять только "сердце" форсунки – распылитель (приблизительно \$20). Так и поступил, ограничившись приведением в чувство одной форсунки. Тогда же Sierra преподнесла мне сюрприз в виде отказавшего насоса гидроусилителя руля, в котором "накрылся" передний подшипник. Так как на "мусорках" насос стоит дорого (\$200), а ремкомплект найти не удалось, было принято решение разобрать и посмотреть, что же тут можно сделать бесплатно. В результате на место старого импортного подшипника прекрасно подошел новый отечественный. С тех пор проблем с гидроусилителем нет. Когда я только покупал эту машину, меня предупредили, что правая передняя стойка течет. Стойки не принято менять по одной, и я, отдав 1600 рублей, приобрел пару новых деталей, которые мне за 300 или 400 рублей (точно не помню) водрузили на место старых.

Еще одна проблема была вызвана особенностями конструкции машины в сочетании с извечным разгильдяйством. Дело в том, что бачок стеклоомывателя у Сьерры находится в непосредственной близости от переднего бампера, который, на момент покупки, был слегка треснут. Пока я ездил на новоприобретенной машине, болтавшийся бампер обломал штуцера, выходящие из насоса стеклоомывателя, и в один прекрасный день процесс омовения лобового стекла, как называется, не пошел. Поскольку новый насос найти непросто, я установил в моторном отсеке отечественный бачок с отечественным же насосом. В принципе, его производительности вполне достаточно для поддержания в чистоте лобового стекла, а заднее, в

отличие от многих других хэтчбеков и универсалов, практически не загрязняется. Но, как только представится возможность, я, разумеется, восстановлю систему в первоизданном состоянии. Ужасно хочется, чтобы машина была "как с завода".

На этом, пожалуй, "история болезни" пока и заканчивается. Огорчает только одно "хроническое заболевание" – на лютom морозе выскакивает пробка маслосливной горловины (вероятно, из-за разности коэффициентов теплового расширения пластмассы и металла). В результате, время от времени, двигатель смазывается маслом совсем не там, где положено.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЯМ И ДРУЗЬЯМ

За два года Sierra показала себя с самой лучшей стороны. Не требуя к себе особого внимания, она просто делала свое дело. Её надежность меня восхищает – не удивлюсь, если лет эдак через 10-15 первым автомобилем, на котором мои внуки будут катать своих подружек, будет этот самый Фордик. Могу ли я рекомендовать всем покупать именно Сьерру? Пожалуй, нет – каждому свое, особенно если речь идет об автомобиле, да еще дизельном. Но в моем случае Ford Sierra 2.3D стал тем самым автомобилем, который полностью удовлетворяет и меня, и всех моих многочисленных домочадцев. Просторный салон и разумные внешние габариты, экономичный, но весьма шустрый двигатель и, как бесплатное приложение, впечатляющая грузозахватывающая платформа вмещающая шкаф (!) средних размеров – что еще можно требовать от семейного автомобиля. Бывают автомобили более мощные и красивые, более благородные и комфортабельные, но у меня есть моя Сьерра, и я ею вполне доволен.

Сергей Смирнов

## Глава 5

## Что у него под капотом

Форсунки – обычно металлические цилиндры, ввинченные в головку блока. Иногда они дополнительно закреплены шпильками или болтами. К ним подходят топливные трубки от топливного насоса.

Свечи накалывания – тоже в головке блока. К ним подходят провода, но не высоковольтные, а обычные. Часто все свечи соединены одним проводом между собой.

Топливный насос – агрегат, из которого видны топливные трубки, к которому подходит тросик газа и т.п. Имеет регулировочные винты, часто опломбированные. Обычно приводится

ремнем ГРМ, цепью, реже – непосредственно от коленвала.

Турбина – агрегат, обычно расположенный в районе впускного и выпускного коллектора.

Электромагнитный клапан – деталь, виднеющаяся из топливного насоса, к которой подходит один из очень немногих проводков.

Дизель обычно имеет мощный (больше обычного бензинового) топливный фильтр. Кроме этого, дизель обычно имеет вакуумную помпу для работы усилителя тормозов. Приводится ремнем генератора или отдельным ремнем.



Часть 1

Основы и принцип действия дизелей

|  |    |
|--|----|
| 6. Принцип работы дизеля . . . . .             | 20 |
| 7. Камеры сгорания . . . . .                   | 25 |
| 8. Основные детали устройства дизеля . . . . . | 29 |
| 9. Фильтры . . . . .                           | 35 |
| 10. Маслопроводы и соединения . . . . .        | 41 |
| 11. Уплотнители и прокладки . . . . .          | 47 |
| 12. Разборка двигателя . . . . .               | 51 |

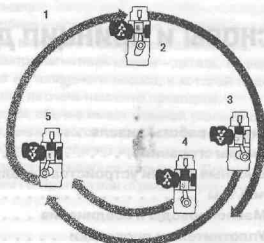
# Принцип работы дизеля

## Двух- и четырехтактные дизели

По отношению к двухтактным дизелям слово такт обозначает последовательность событий, последовательно происходящих за один оборот коленвала, в четырехтактных дизелях эти события происходят за два оборота коленвала (рисунок 6.1). Эти события происходят в следующем порядке: впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

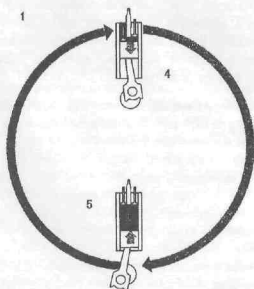
### Двухтактные дизели

По мере движения поршня выпускной клапан закрывается (рисунок 6.3). Примерно за  $23^\circ$  до верхней мертвой точки поршня (ВМТ) начинается впрыск топлива, который заканчивается в  $6^\circ$  до ВМТ (рисунок 6.3). Рабочий ход начинается в ВМТ, как только топливо в смеси с воздухом воспламеняется и начинается расширение сгорающей смеси. При расширении поршень движется под действием давления горячей смеси, приводя к вращению ая коленвал. После того как поршень прошел половину длины цилиндра,



6.1 Цикл в двухтактном дизеле

1. Полный цикл завершается за 1 оборот коленвала
2. Рабочий ход
3. Выпуск.
4. Впуск
5. Сжатие

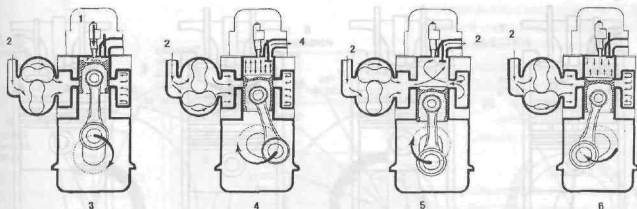


6.2 Цикл в четырехтактном дизеле

1. Полный цикл завершается за 2 оборота коленвала

2. Рабочий ход
3. Выпуск.

4. Впуск
5. Сжатие

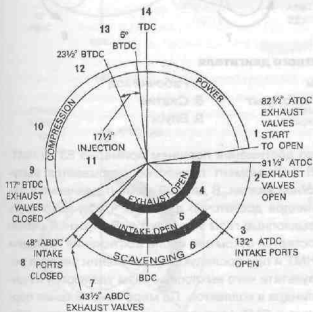


6.3 Рабочий цикл в двухтактном дизеле

1. Топливо  
2. Воздух

3. Рабочий ход  
4. Выпуск

5. Выпуск.  
6. Сжатие



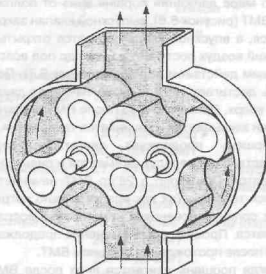
6.4 Фазы газораспределения в двухтактном дизеле

1. 82,5° после ВМТ, выпускной клапан начинает открываться
2. 91,5° после ВМТ, выпускной клапан открыт полностью
3. 132,5° после ВМТ, впускные каналы открыты
4. Выпускной клапан открыт
5. Впускной клапан открыт
6. Нижняя мертвая точка (НМТ)
7. 43,5° после НМТ
8. 48° после НМТ, впускные каналы закрыты
9. 117° до ВМТ, выпускные каналы закрыты
10. Сжатие
11. Фаза впрыска (17,5°)
12. 23,5° до ВМТ
13. 8° до ВМТ
14. ВМТ

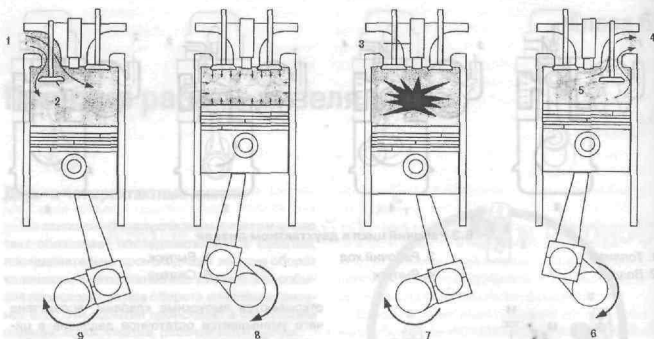
открываются выпускные клапаны, вследствие чего уменьшается остаточное давление в цилиндре. В то же время через впускной патрубок в цилиндр подается струя свежего воздуха от нагнетателя Рутса, которая продувает цилиндр и выводит через выпускные клапаны (рисунк 6.5). Этот процесс называется продувкой. На удаление отработавших газов и запуск свежего воздуха тратится 44% всего цикла.

Для работы двухтактного дизеля необходим нагнетатель для продувки. Нагнетатель должен обеспечивать подачу значительного объема воздуха при давлении 14-48 кПа. Сопутствующий положительный эффект продувки заключается в том, что обеспечивается дополнительное охлаждение двигателя. Детали нагнетателя смазываются от системы смазки двигателя.

По мере движения поршня вверх происходит перекрытие впускных каналов (примерно в



6.5 Нагнетатель Рутса



6.6 Цикл четырехтактного двигателя

- |                           |                            |                |
|---------------------------|----------------------------|----------------|
| 1. Воздух                 | 4. Выхлопные газы          | 7. Рабочий ход |
| 2. Впускной клапан открыт | 5. Выпускной клапан открыт | 8. Сжатие      |
| 3. Форсунка               | 6. Выпуск                  | 9. Впуск       |

48° после НМТ). Выпускные клапаны полностью закрываются в 117° до ВМТ. В этот момент начинается такт сжатия. Поршень продолжает двигаться, вследствие чего воздух сжимается и сильно нагревается. В 23° до ВМТ начинается впрыск топлива и цикл повторяется.

### Четырехтактные дизели

В четырехтактном двигателе вместо впускных каналов предусмотрен впускной клапан.

По мере движения поршня вниз от положения ВМТ (рисунок 6.6), выпускной клапан закрывается, а впускной клапан остается открытым. Свежий воздух поступает в цилиндр под всасывающим действием поршня (рисунок 6.7). Поршень достигает НМТ и снова начинает двигаться вверх. Примерно в 43° после НМТ впускной клапан закрывается и начинается такт сжатия.

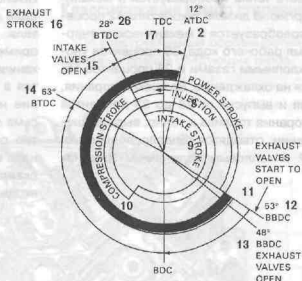
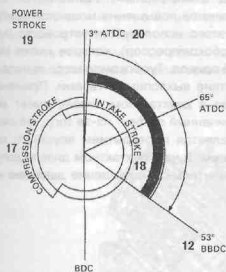
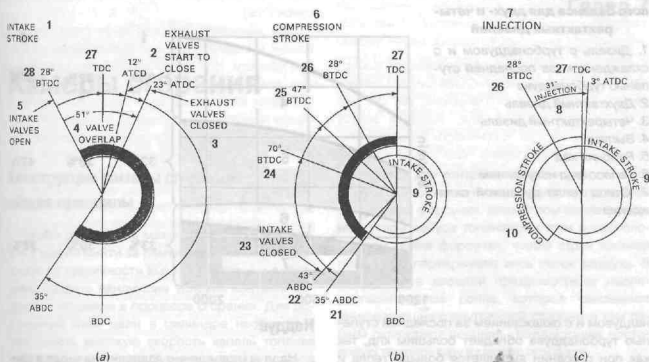
Поршень продолжает двигаться вверх, вследствие чего воздух сжимается и сильно нагревается. Примерно в 28° до ВМТ начинается впрыск топлива. Так как воздух сильно нагрет, то от соприкосновения с ним топливо воспламеняется. Процесс воспламенения продолжается и после прохождения поршнем ВМТ.

Когда поршень движется вниз после ВМТ, начинается рабочий ход, который продолжается

до достижения поршнем примерно 53° до НМТ. В этот момент полностью открывается выпускной клапан. В данный момент давление в цилиндре достаточно для того, чтобы вытолкнуть выхлопные газы в коллектор. Выпускной клапан остается открытым после достижения поршнем НМТ и при последующем движении вверх, в результате чего выхлопные газы удаляются из цилиндра в коллектор. По мере приближения поршня к ВМТ открывается впускной клапан. Оба клапана (впускной и выпускной) остаются открытыми при совершении коленвалом поворота на 53°, и, таким образом, цилиндр наполняется свежим воздухом. Эта фаза называется "перекрытием клапанов", при которой происходит продувка цилиндра перед началом такта впуска.

### Тепловой баланс двигателя

В двухтактном дизеле примерно одна третья часть тепла преобразуется во время рабочего хода, одна третья часть затрачивается на охлаждение и одна третья часть – на выпуск газов. В дизеле с турбонаддувом и с охлаждением за последней ступенью турбонаддува эти доли тепла составляют примерно 38, 30 и 32 процента соответственно. Четырехтактный дизель с турбо-

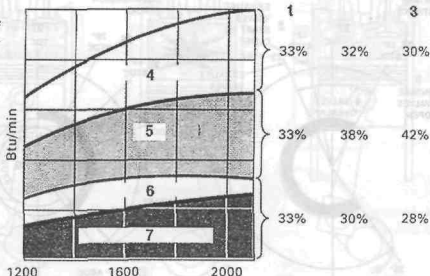


## 6.7 Фазы газораспределения в четырехтактном дизеле

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 1. Такт впуска  | 8. Впрыск на протяжении 31° поворота коленвала | 16. Такт выпуска  |
| 2. Выпускные клапаны начинают закрываться                     | 9. Такт впуска                                 | 17. ВМТ   |
| 3. Выпускные клапаны закрыты                                  | 10, 18. Такт сжатия                            | 19. Рабочий ход   |
| 4. Перекрытие клапанов (открыты впускной и выпускной клапаны) | 11. Выпускные клапаны начинают открываться     | 20. 3° после ВМТ  |
| 5. Впускные клапаны открыты                                   | 12. 53° до НМТ                                 | 21. 35° после ВМТ. Впускной клапан начинает закрываться |
| 6. Такт сжатия  | 13. 48° до НМТ. Выпускные клапаны открыты      | 22. 43° после НМТ                                       |
| 7. Впрыск   | 14. 63° до ВМТ                                 | 23. Впускные клапаны открыты                            |
|   | 15. Выпускные клапаны закрываются              | 24. 70° до ВМТ  |
|   |  | 25. 47° до ВМТ  |
|   |  | 26, 28. 28° до ВМТ                                      |
|   |  | 27. ВМТ   |

### 6.8 Типовая диаграмма теплового баланса для двух- и четырехтактных дизелей

1. Дизель с турбонаддувом и с охлаждением за последней ступенью турбонаддува
2. Двухтактный дизель
3. Четырехтактный дизель
4. Выпуск
5. Рабочий ход
6. Теплоотвод излучением
7. Отвод тепла рубашкой охлаждения



наддувом и с охлаждением за последней ступенью турбонаддува обладает большим кпд, так как при сгорании выделяется больше тепла и большая часть тепла преобразуется в механическую энергию. В дизеле такого типа 42 процента тепла преобразуется в механическую энергию во время рабочего хода, 30 процентов уносится с выхлопными газами и 28 процентов затрачивается на охлаждение. Во время сгорания, расширения и выпуска от 28 до 33 процентов тепла от сгорания топлива и тепло, выделившееся при трении, отводятся теплопроводностью, конвекцией и тепловым излучением (рисунок 6.8).

### Наддув

Наддув (повышение давления на входе в двигатель над атмосферным) применяется как один из приемов повышения мощности двигателя. Для этого используется устройство (например турбокомпрессор), которое имеет механический привод. Турбокомпрессор приводится в действие выхлопными газами. Применение наддува в двухтактном дизеле имеет весьма ограниченный эффект из-за того, что сжатие определяется перекрытием впускного канала поршнем. В четырехтактном дизеле допускается значительное повышение давления на входе.

## Глава 7

# Камеры сгорания

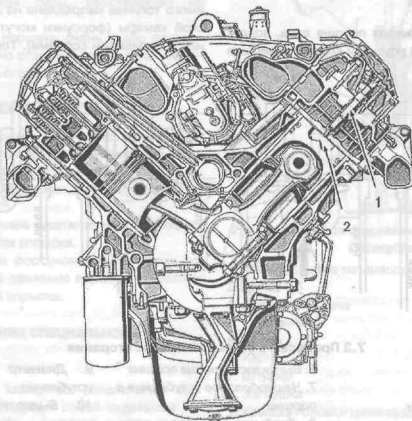
## Конструкция камеры сгорания — общие принципы

Чтобы обеспечить максимальный кпд и вместе с тем не выйти за рамки установленных пределов по токсичности выхлопных газов, необходимо создать наилучшие условия контакта воздуха с топливом в процессе сгорания. Для достижения этой цели в цилиндре необходимо обеспечить высокую скорость капель топлива относительно воздуха. Каналы подвода воздуха в цилиндр специально спрофилированы, чтобы обеспечить оптимальную скорость, расход и направление потока. Препятствий потоку быть не должно, так как снижается заполнение камеры воздухом. Давление в начале горения также ис-

пользуется для контроля потока и скорости воздуха. Скорость топлива задается давлением открывания форсунки, диаметром сопла форсунки, углом конуса топливной струи и расположением сопла форсунки, чтобы струя топлива полностью перекрывала весь поток воздуха. В большинстве дизелей предусмотрены маслораспылительные сопла, которые смазывают днище поршня с внутренней стороны и тем самым охлаждают поршень, поддерживая постоянную температуру в камере сгорания.

## Классификация камер сгорания.

По конструктивным особенностям различают камеры сгорания следующих типов.



7.1 Дизель с камерой прямого впрыска (дизель фирмы Allis-Chalmers Corp.)

1. Камеры открытого типа (прямого впрыска).
2. Форкамерного типа.
3. Вихревые.
4. Воздушно-камерные.

В дизелях современных грузовиков, тракторов и судовых дизелях наиболее широко применяются камеры прямого впрыска, так как они обеспечивают высокий кпд, быстрый запуск двигателя и низкую токсичность отработавших газов. Конструкция камер такого типа для двигателей различного назначения отличается лишь незначительно.

Камеры открытого типа

Типовая камера открытого типа показана на рисунке 7.1. Камера сгорания образована днищем поршня, а форсунка с несколькими соплами расположена по центру поршня. В такой конструкции факел от сопел обеспечивает равномерное распределение струи по объему камеры. Факел топлива должен совпасть с потоком воздуха, чтобы устранить застойные зоны в камере.

**Внимание!** Диаметр камеры, глубина чаши в днище поршня и высота головки форсунки в различных дизелях различаются.

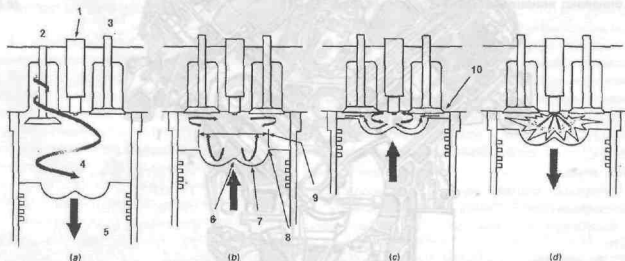
## Процессы, происходящие в камере прямого впрыска

По мере продвижения поршня вниз, воздух засасывается через впускной клапан, совершая

движение по спирали и заполняя цилиндр (рисунок 7.2а).

При движении поршня вверх (такт сжатия) воздух ускоряется за счет уменьшения размеров области, в которой происходит закручивание воздуха (рисунок 7.2б). При достижении поршнем ВМТ воздушный вихрь загоняется в малое пространство в днище поршня (рисунок 7.2в). В центральной части этого пространства имеется выпуклый конический участок (так называемая "мексиканская шляпа"), способствующий дополнительному закручиванию воздуха. Край факела впрыскиваемого топлива сталкивается с краем чашеобразного углубления поршня, а не с периферией днища поршня или со стенками цилиндра.

Открытые камеры сгорания, используемые, например, в дизелях фирмы Maschinenfabrik Augsburg-Nurnberg A.G. и в некоторых широко распространенных дизелях, имеют следующие одинаковые особенности конструкции: впускной канал выполнен профилированным, чтобы усилить движение воздуха в цилиндрах на протяжении такта впуска, сферическая камера сгорания выполнена в днище поршня. Во время впрыска головка форсунки находится в раструбе днища поршня, который является продолжением камеры сгорания. Струя впрыскиваемого топлива направлена на стенки сферической камеры (форсунки могут быть с одними или несколькими соплами). Топливо покрывает



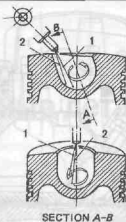
7.2 Процессы в открытой камере сгорания

1. Форсунка
2. Впускной клапан
3. Выпускной клапан
4. Поток воздуха
5. Направление хода поршня

6. Выпуклость днища поршня
7. Чашеобразное углубление в поршне
8. Край чашеобразного углубления

9. Диаметр чашеобразного углубления
10. Выдавливание горючей смеси





**7.3 Камера сгорания открытого типа  
(дизель фирмы Int. Harvester)**

1. Струя 1
2. Струя 2

тонким слоем горячие стенки, вследствие чего обеспечиваются благоприятные условия для испарения. Огненный вращающийся вихрь вынуждает послойное отделение испаренного топлива от стенок камеры, обеспечивая полное его сгорание (рисунок 7.3).

### Преимущества открытой камеры

1. Высокая тепловая эффективность.
2. Вся энергия топлива превращается в энергию механической силы, действующей на днище поршня.
3. Цилиндр и поршень очень слабо подвержены воздействию сгорания топлива из-за низкой температуры сгорания.

### Недостатки открытой камеры

1. Трудность контроля токсичности выхлопов.
2. Из-за малого периода задержки наблюдается неустойчивая работа двигателя (из-за короткого периода задержки давление быстро нарастает).
3. Двигатель очень чувствителен к топливу и к установке момента впрыска.
4. Применение форсунок с несколькими соплами и высокое давление впрыска усложняют уход за системой впрыска.

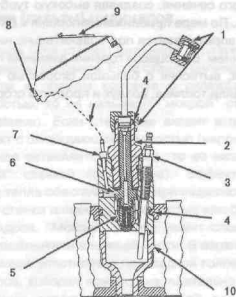
### Камеры сгорания специальной конструкции

Большинство камер со специальной конструкцией представляют собой отдельные детали, которые либо крепятся болтами на голо-

вке блока цилиндров, либо в нее вворачиваются. Камера соединяется с пространством над поршнем через канал. Топливо впрыскивается в камеру через форсунку с одним отверстием, штифтовую форсунку, или через форсунку с увеличением подачи топлива к концу впрыска. Объем камеры форсунки как правило составляет значительную часть всего объема камеры сгорания. Благодаря широким возможностям контроля содержания углеводородов и окислов азота в выхлопных газах, заложенным в конструкции специальных камер, некоторые фирмы до сих пор выпускают такие камеры. Содержание окиси углерода в выхлопных газах форкамерных дизелей сравнительно низкое, так как время горения (выраженное в градусах угла поворота коленвала) меньше примерно на 15° по сравнению с дизелями прямого впрыска.

### Форкамеры и вихревые камеры

Форсунка в форкамерном дизеле расположена в отдельной камере, объем которой состав-



**7.4 Конструкция форкамеры дизеля фирмы Caterpillar**

1. Гайки штуцера топливопровода
2. Гайка
3. Запальная свеча
4. Уплотнитель
5. Сопло
6. Корпус
7. Штуцер
8. Заглушка
9. Крышка головки цилиндров
10. Форкамера

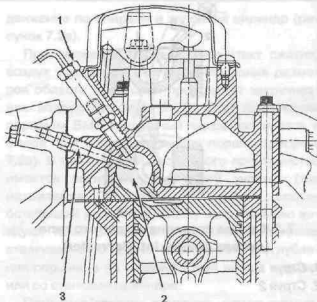
влетает около 30% всего объема камеры сгорания. Почти все отверстия в камере обращены к центру поршня. Форкамеры устанавливаются на части двигателей раннего выпуска фирмы Caterpillar (рисунок 7.4).

В вихревых камерах форсунка расположена в отдельной камере, объем которой составляет около 80% всего объема камеры сгорания. Камера форсунки соединяется с камерой сгорания широким каналом, сама камера сгорания смонтирована в боковой части цилиндра (Рисунок. 7.5). Так как форсунка находится с противоположной стороны цилиндра, то исключена возможность создания препятствий воздушному потоку. Поэтому, коэффициент заполнения цилиндра и среднее эффективное давление в таких камерах выше чем в форкамерных дизелях.

### Процессы в форкамере и вихревой камере

Во время такта сжатия воздух с высокой скоростью нагнетается в камеру через канал

узкого сечения, создавая высокую турбулентность. По мере приближения поршня к ВМТ топливо впрыскивается под сравнительно низким давлением. В процессе горения давление повышается, вытесняя с большой скоростью горящие капли топлива, воздух и продукты сгорания



7.5 Вихревая камера (дизель фирмы Int.Harvester)

1. Форсунка
2. Вихревая камера
3. Запальная свеча

в основное пространство камеры. Несмотря на высокую степень турбулентности в основной камере, процесс горения контролируется впрыском. Под контролируемым горением подразумевается то, что горение начинается в момент впрыска и прогрессирует по мере продолжения впрыска.

## Глава 8

# Основные детали устройства дизеля

## Сравнение дизеля и бензинового двигателя

Детали устройства дизеля (Рисунок. 8.1) отличаются от тех же деталей бензинового двигателя одинаковой мощности большим весом и габаритами. Это обусловлено тем, что детали дизеля испытывают большие динамические нагрузки и более концентрированные усилия из-за более высокого давления в камере сгорания (Рисунок. 8.1). Давление в камере сгорания дизеля более высокое из-за повышенной степени сжатия. В бензиновом двигателе степень сжатия ограничена развитием детонационных процессов при сгорании горючей смеси и стабильностью угла опережения зажигания. В дизеле же степень сжатия может быть от 14:1 до 24:1, так как сжимается только воздух. Степень сжатия дизеля является одним из факторов, определяющих его КПД.

Скорость вращения коленвала бензинового двигателя ограничена количеством всасываемого воздуха. Число оборотов бензинового двигателя регулируется заслонкой, задающей количество воздуха, подаваемого в цилиндры. Количество воздуха определяет и количество бензина, смешиваемого с воздухом, поэтому, обороты двигателя ограничены. Бензиновый двигатель легче запускается в холодную погоду, так как бензин более летучий, а вращающий момент, который необходимо приложить к коленвалу, меньше чем у дизеля.

## Поршни и кольца

Поршни изготавливаются из алюминиевого сплава или чугуна. Поршневые кольца изготавливаются из чугуна, компрессионные кольца обычно хромируются. Поршень и кольца являются составными частями камеры сгорания. Помимо основной функции передачи усилия на коленвал через шатуны, эти детали должны отво-

дить тепло к стенкам цилиндра и к водяной рубашке.

## Шатуны

Шатуны изготавливаются из штампованной термообработанной стали. Шатуны передают усилия от поршня на коленвал. В верхней части шатуна имеется головка с отверстием и втулкой, в которую вставляется поршневой палец. Нижняя часть шатуна крепится к шейке коленвала. Эта часть разъемная, в крышку и в тело шатуна вставляются шатунные подшипники.

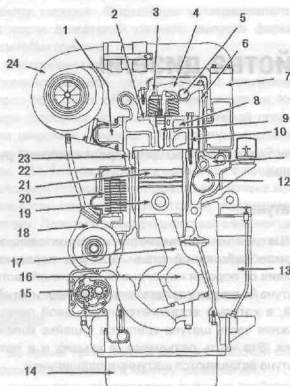
## Стенки (гильзы) цилиндров

Гильза (или стенка) цилиндра образует стенку камеры сгорания. Если стенка цилиндра находится в прямом контакте с охлаждающей жидкостью, то ее называют "мокрой" стенкой (wet sleeve). Если стенка не входит в прямой контакт с охлаждающей жидкостью (например в цилиндр вставляется гильза), то ее называют "сухой" стенкой (dry sleeve). Эффективный отвод тепла обеспечивается при надежном контакте стенки цилиндра с жидкостью или блоком цилиндров. "Мокрая" стенка имеет специальные уплотнители в нижней части. В верхние части гильза уплотняется прокладкой головки цилиндров, которая ложится на тщательно обработанные поверхности разъемной плоскости блока цилиндров и торцов гильз цилиндров.

## Коленвал

Коленвал изготавливается из кованой стали. В коленвале с высокой точностью выполнены коренные и шатунные шейки, которые закалены и полированы (Рисунок. 8.2). Коленвал сбалансирован. На части коленвалов предусмотрены балансирующие противовесы (или сверления). Смазка коренных и шатунных шеек обеспечивается через сквозные отверстия в внутри колен-

### 8.1 Дизель жидкостного охлаждения (фирма Cummins)



1. Выпускной коллектор
2. Головка цилиндров
3. Крейцкопф
4. Коромысло
5. Валик коромысел
6. Толкатель
7. Впускной коллектор
8. Головка цилиндров
9. Форсунка
10. Болт головки цилиндров
11. Толкатель
12. Распредвал
13. Масляный фильтр
14. Масляный поддон
15. Масляный насос
16. Коленвал
17. Шатун
18. Насос охлаждающей жидкости
19. Поршневой палец
20. Маслоохладитель
21. Поршень
22. Гильза
23. Блок цилиндров
24. Турбокомпрессор

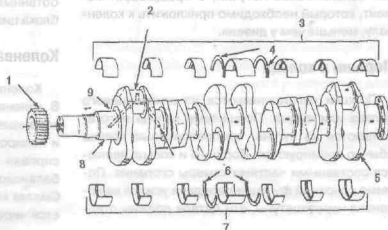
вала. Для уменьшения осевого люфта коленвала используются упорные полукольца.

### Маховик

Маховик предназначен для сглаживания ударных нагрузок коленвала. Маховик одновременно является деталью для монтажа сцепления и для передачи вращения к трансмиссии (через трущуюся кольцевую поверхность и фрикционный диск сцепления), а также для пуска двигателя стартером, который вращает маховик за зубчатый венец.

### 8.2 Коленвал и дополнительные детали

1. Ведущая шестерня
2. Шатунные шейки
3. Верхние вкладыши
- 4,6. Упорные полукольца
5. Сверления для балансировки
7. Нижние вкладыши
8. Коренные шейки



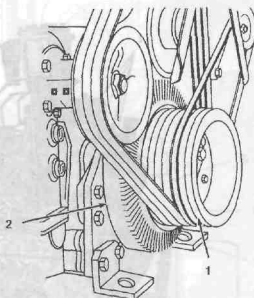
### Виброгаситель

Диск виброгасителя противодействует крутильным колебаниям, возникающим из-за переменного усилия, действующего на поршень (от 3 до 10 тонн). Крутильные колебания порождают периодически действующую силу, которая возникает во время каждого рабочего хода. Если частота воздействия силы приближается к частоте вращения коленвала, то двигатель начнет работать неустойчиво, а коленвал может выйти из строя. Диск виброгасителя имеет кон-

струкцию поглощающую вибрации (например, диск изготавливается из вязкого материала, или резины) и устанавливается в носовой части коленвала (Рисунок. 8.3).

## Головка цилиндров и клапаны

Головка цилиндров литая (Рисунок. 8.4). Внутренние поверхности головки являются верхними стенками камеры сгорания. Головка цилиндра может быть единой на два, три, четыре или шесть цилиндров. В головке цилиндров может быть предусмотрено два или четыре клапана на каждый цилиндр. В головку цилиндров запрессованы направляющие втулки и седла впускных и выпускных клапанов,



8.3 Виброгаситель

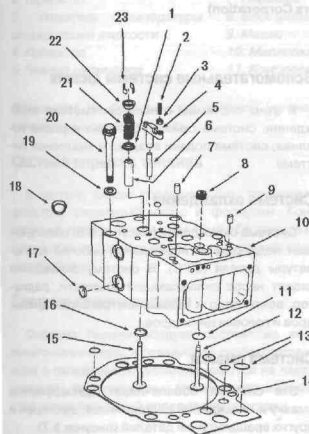
1. Шкив коленвала
2. Виброгаситель

## Механизм газораспределения: привод, распредвал и клапанный механизм

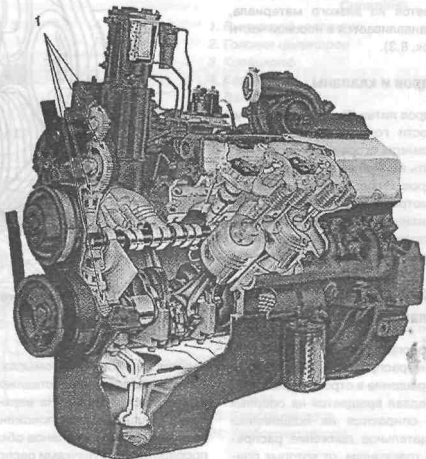
Механизм газораспределения (рисунок 8.5) передает вращение распредвалу, обеспечивая в то же время их вращение в строго определенных фазах. Распредвал вращается на опорных шейках, которые опираются на подшипники скольжения. Вращательное движение распредвала передается толкателям, от которых при-

водятся в действие коромысла, качающиеся на валиках. Коромысла заставляют открываться и закрываться клапаны. На верхнеклапанных дизелях (распредвал расположен над стержнями клапанов) привод клапанов обеспечивается непосредственно кулачками распредвала.

## 8.4 Головка цилиндра дизеля фирмы Cummins Engine Inc.



1. Опорная шайба
2. Регулировочный винт
3. Контргайка
4. Крейцкопф
5. Направляющая крейцкопфа
6. Направляющая втулка
- 7, 8. Заглушка
9. Штифт
10. Головка цилиндров
11. Седло впускного клапана
12. Впускной клапан
13. Уплотнители
14. Прокладка
15. Выпускной клапан
16. Седло клапана
17. Заглушка
18. Седло уплотнителя форсунки
19. Шайба
20. Болт головки цилиндров
21. Пружина
22. Тарелка пружины
23. Сухари



**8.5 Механизм газораспределения дизеля Detroit V (фирма Detroit Diesel Allison, подразделение General Motors Corporation)**

*1. Шестерни привода распредвала*

### **Крышка газораспределительного механизма и крышка головки блока цилиндров**

Крышка газораспределительного механизма закрывает детали этого механизма, коленвал и валы привода различных агрегатов двигателя. На некоторых двигателях в крышке газораспределительного механизма установлены подшипники или опоры валов промежуточных роликов (шестерен) и валика топливного насоса впрыска топлива. Крышка головки блока цилиндров закрывает верхнюю часть головки цилиндров и клапанный механизм.

### **Прокладки и уплотнители**

Прокладки и сальники используются для герметизации стыков различных деталей.

### **Вспомогательные системы дизеля**

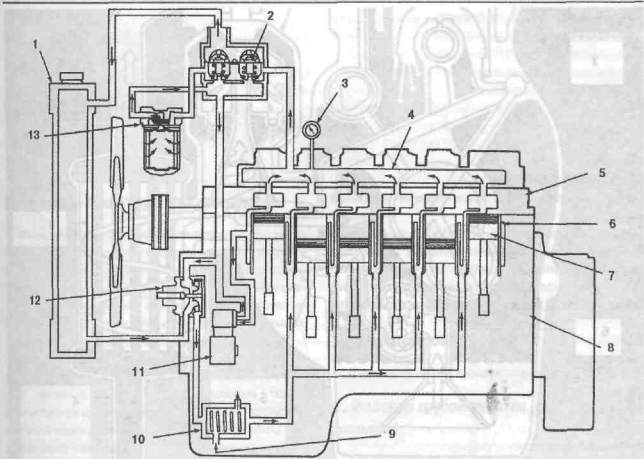
К этим системам относятся: система охлаждения, система смазки, система впрыска топлива, система подачи воздуха и выхлопная система.

### **Система охлаждения**

Система охлаждения (рисунок 8.6) обеспечивает поддержание нормальной рабочей температуры дизеля (88°C). В систему охлаждения входят насос охлаждающей жидкости, радиатор, вентилятор и каналы внутри блока цилиндров и головки цилиндров.

### **Система смазки**

Эта система обеспечивает одновременно смазку и охлаждение подшипников, шестерен и других вращающихся деталей (рисунок 8.7).



8.6 Система охлаждения дизеля

- |   |                     |  |
|---|---------------------|--|
| 1. Радиатор                                   | 6. Гильза цилиндра  | 12. Насос охлаждающей жидкости               |
| 2. Термостат                                  | 7. Поршень          | 13. Ингибитор коррозии (на части двигателей) |
| 3. Указатель температуры охлаждающей жидкости | 8. Блок цилиндров   |  |
| 4. Коллектор                                  | 9. Масло            |  |
| 5. Головка цилиндров                          | 10. Маслоохладитель |  |
|   | 11. Компрессор      |  |

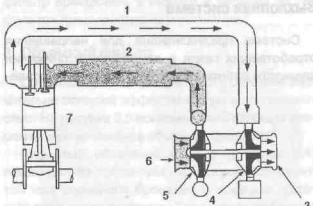
**Внимание!** На большинстве дизелей устанавливается маслоохладитель

Система впрыска топлива

В систему входят топливный бак, топливные фильтры, топливный насос и форсунки. Конструкция топливного бака должна обеспечивать осаждение из топлива влаги и посторонних примесей на дно.

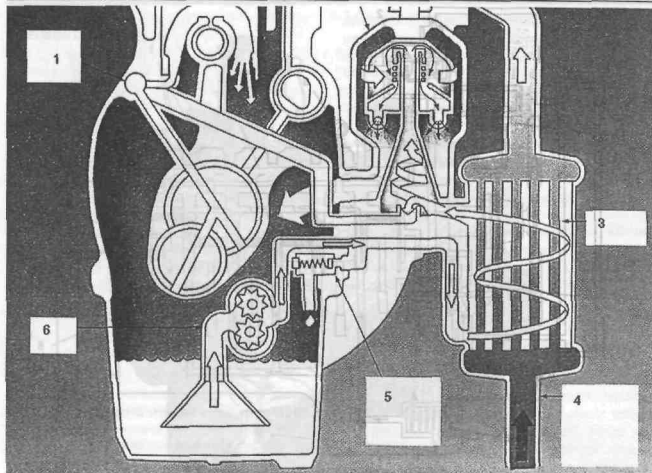
Система подачи воздуха

Система подачи воздуха состоит из впускного коллектора, и охладителя турбокомпрессора с охладителем (устанавливаются на части дизелей). На двухтактных дизелях устанавливается дополнительный аппарат для продувки.



8.8 Система подачи воздуха и выпуска отработавших газов

- |                              |
|------------------------------|
| 1. Выходной коллектор        |
| 2. Холодильник               |
| 3. Выпуск отработавших газов |
| 4. Рабочее колесо турбины    |
| 5. Колесо компрессора        |



8.7 Типовая система смазки дизеля (фирма Detroit Diesel Allison, подразделение General Motors Corporation)

- |  |  |
|--|--|
| 1. Распылительная трубка                                 | 4. Охлаждающая жидкость (течет из радиатора к двигателю) |
| 2. Центробежный масляный фильтр (неполнопоточный фильтр) | 5. Редукционный клапан                                   |
| 3. Маслоохладитель                                       | 6. Масляный насос  |

## Выхлопная система

Система предназначена для направления отработавших газов в атмосферу и снижения шумности работы двигателя. Состоит из коллек-

тора, выхлопных труб, соединений и глушителя. На части двигателей на выпускной коллектор устанавливается турбокомпрессор, который приводится во вращение выхлопными газами (рисунок 8.8).



## Глава 9

## Фильтры

## Материалы фильтрующих элементов

Фильтрующие элементы делятся на три категории: механические, неактивные абсорбирующие и активные сорбенты. механические фильтры представляют собой плотно сотканые сетчатые металлические экраны, или металлические диски. Эти фильтры задерживают только довольно крупные, нерастворимые частицы.

Для изготовления неактивных абсорбирующих фильтрующих элементов применяются хлопок, нитяные ткани, фильтровальные ткани, пропитанная целлюлозная бумага или пористые металлические материалы. Эти элементы задерживают частицы малых размеров, а некоторые даже способны удалять воду и растворимые в воде загрязняющие вещества. Такие фильтрующие материалы как правило обрабатываются так, чтобы обеспечить их родство с тем загрязняющим веществом, которые с наи-

большей вероятностью присутствуют в системе.

Активные сорбенты (например, уголь или флоридин ("фюллерова земля") удаляют частицы за счет их поглощения или задерживания. Такие фильтры иногда используются в выхлопных системах.

## Типы фильтров

В двигателях используются фильтры 4 типов:

**1. Фильтры грубой очистки (механические фильтры).**

Характеризуются номером сита, задерживают частицы с размерами в несколько микрон (1 микрон = 0,001 мм). Эти фильтры устанавливаются на входе в систему (рисунок 9.1).

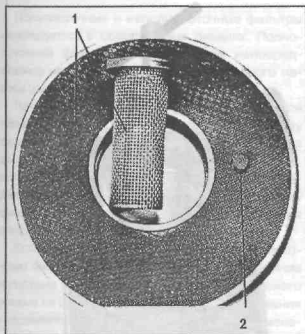
**2. Поверхностные фильтры.**

Поверхностные фильтры (рисунок 9.2а) целлюлозно-бумажные, гофрированные. Изнутри фильтр армирован, в нижней и верхней частях фильтра предусмотрены уплотнения.

**3. Объемный фильтр**

Объемный фильтр (рисунок 9.2б) обладает значительно большей эффективностью и долговечностью. На рисунке 9.3 показаны фильтрующие элементы, применяемые в объемных фильтрах.

Пористый объемный фильтр (рисунок 9.4) представляет собой губку из тонких медных нитей или спеченного бронзового порошка, которые помещены в корпус. Такие фильтры также изготавливаются из шариков малого диаметра (материал шариков нержавеющая сталь), спрессованных в жесткую колонку определенной формы.



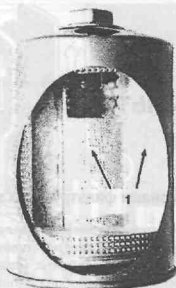
**9.1 Фильтр грубой очистки**

1. Задерживающий экран фильтра
2. Экран топливного фильтра грубой очистки

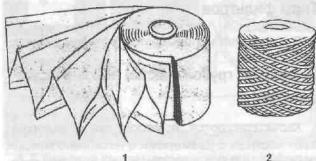
9.2 а) Поверхностный фильтр,  
б) Объемный фильтр (хлоп-  
ковая набивка)



(а)

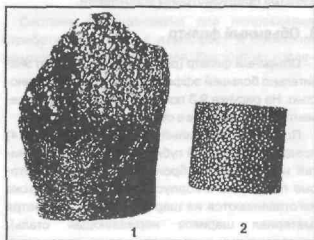


(б)



9.3 Типовые фильтрующие элементы, при-  
меняемые в объемных фильтрах

1. Бумажный бифилярный элемент
2. Тканый хлопковый элемент

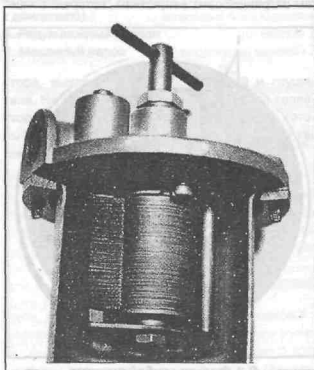


9.4 Типовые фильтрующие элементы, при-  
меняемые в объемных фильтрах

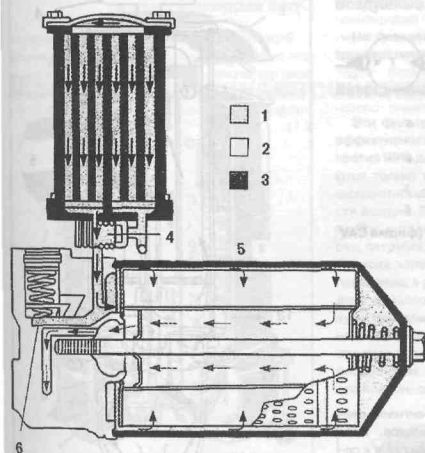
1. Металлическая губка
2. Фильтр из спеченного бронзового порошка

#### 4. Пластиночно-щелевой фильтр

Фильтры такого типа используются для грубой очистки в системах смазки и впрыска топлива. Фильтрующий элемент представляет собой стопку из медных, бронзовых, бумажных или стальных дисков, нанизанных на центральную трубку. По трубке масло подается к выпускному патрубку фильтра. Фильтр снабжается скребком (ручным или автоматическим) для очистки его наружной поверхности (рисунок 9.5).



9.5 Пластиночно-щелевой фильтр с ручным  
скребком



### 9.6 Полнопоточный фильтр в сборе с маслоохладителем. На фильтре и маслоохладителе установлены перепускные клапаны

1. Непрофильтрованное масло
2. Профильтрованное масло
3. Охлаждающая жидкость
4. Маслоохладитель
5. Перепускной клапан

### Полнопоточные и неполнопоточные фильтры

Полнопоточные и неполнопоточные фильтры используются в современных дизелях. Полнопоточный фильтр устанавливается непосредственно на выпускном патрубке масляного насоса (рисунок 9.6).

Неполнопоточный фильтр устанавливается параллельно масляному каналу или каналу охлаждающей жидкости, в этом случае через фильтр проходит только часть жидкости. Жидкость далее возвращается в поддон (или в радиатор), после чего снова подается в систему смазки (или охлаждения), чем обеспечивается очистка всей жидкости за несколько циклов.

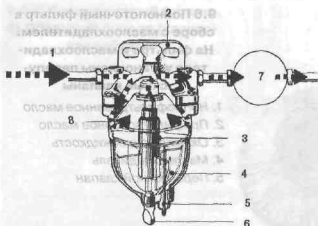
Если диаметр отверстия перед неполнопоточным фильтром выбрать таким, чтобы давление в системе смазки не падало ниже нормального уровня на прогревом двигателя из-за снижения гидравлического сопротивления, то применение неполнопоточного фильтра может привести к повышению мощности, затрачиваемой на фильтрацию.

### Фильтр для отделения влаги от топлива

В дизелях топливо отчасти используется и для смазки точно подогнанных деталей топливного насоса и форсунок. Вода смывает пленку топлива, приводя к усиленному износу сопряженных деталей. Для удаления воды из топлива применяются фильтр диффузорного типа (рисунок 9.7) с влагоотделителем.

Диффузорный фильтр полнопоточного типа снабжен поплавковым клапаном. Этот клапан в случае превышения заданного безопасного уровня воды перекрывает поток топлива к насосу впрыска (обычно это достигается с помощью электрического контакта, включающего аварийное устройство).

Топливо обтекает конический диффузор, проходит через узкую щель по периферии фильтра, затем течет по радиусу к центру фильтра и вытекает через верхнее отверстие. При радиальном течении происходит отделение воды и загрязняющих примесей под действием силы тяжести, которые оседают в чаше фильтра. Когда уровень отложений достигает датчика, замыкаются контакты и включается си-

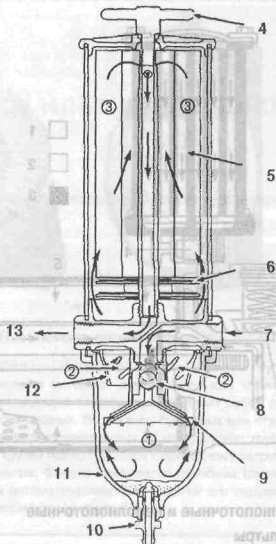


**9.7 Фильтр диффузорного типа (фирма CAV Limited)**

1. От топливного бака
2. Головка
3. Поплавковый клапан
4. Чашка
5. Электрический датчик
6. Сливное отверстие
7. К насосу

гальная цепь. После получения сигнала следует слить отстой из чашки фильтра. Если отстой не слить, то поплавок приблизится к седлу клапана и перекроет его, — топливо поступать в насос не будет.

**Внимание!** После того как отстой слит, топливную систему следует заполнить.



**9.8 Трехступенчатый влагоотделитель**

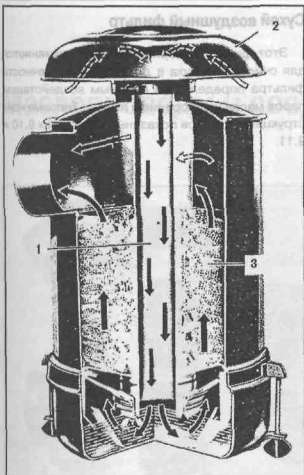
1. Первая ступень отделения влаги
2. Вторая ступень коалесценции
3. Окончательная стадия фильтрации
4. Ручка
5. Сменный элемент
6. Нагреватель (для эксплуатации в холодных погодных условиях)
7. Вход
8. Шариковый клапан
9. Центрифуга (обеспечивает центробежное отделение влаги и загрязнений)
10. Сливной кран
11. Ударопрочная чаша
12. Коническая отражательная перегородка
13. Выход

## Многоступенчатый влагоотделитель (фильтр-ловушка)

Фильтр такого типа (рисунок 9.8) при своевременном обслуживании удаляет до 99,9% влаги (вода не растворяется в топливе) и до 97,5% других загрязнений. При несвоевременном обслуживании фильтр начинает пропускать воду, в результате двигатель выходит из строя.

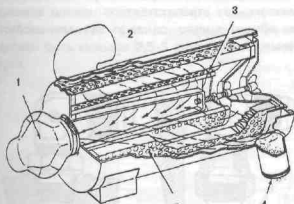
Загрязнения сначала отделяются центрифугой (грубая очистка), затем топливо поступает в зазор между фильтрующим элементом и стенками фильтра через коническую ловушку. По мере налипания частиц, отложения под действием собственного веса падают в чашку. Окончательная очистка осуществляется фильтрующим элементом, в котором отфильтровываются частицы с размерами менее 1 микрона. Для разогрева топлива и поддержания его потока в холодную погоду предусмотрены встроенные подогреватели. Напряжение подогрева-

телей 12-24 В, мощность 150 Вт. Подогреватели фильтра автоматически включаются и выключаются биметаллическим переключателем, который срабатывает при температурах  $-1,1^{\circ}\text{C}$  (включение) и  $26,6^{\circ}\text{C}$  (выключение).



9.9 Инерционно-масляный фильтр (стрелки указывают направление течения масла)

(фирма Detroit Diesel Allison, подразделение General Motors Corporation)



9.10 Поток воздуха через сухой фильтр

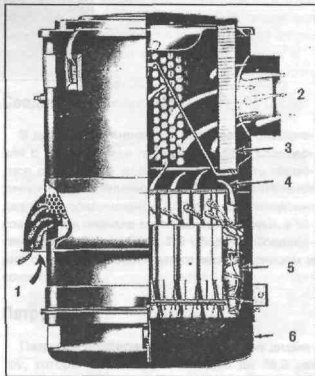
1. Выход воздуха
2. Вход воздуха
3. Вторичный элемент
4. Выход пыли
5. Первичный элемент

## Воздушные фильтры

На дизелях применяются воздушные фильтры двух типов – инерционно-масляные и сухие.

## Инерционно-масляные фильтры

Эти фильтры (рисунок 9.9) имеют меньшую эффективность по сравнению с сухими (97% против 99% для сухого фильтра) и устанавливаются только в том случае, если дизель будет эксплуатироваться при умеренной запыленности воздуха. Воздух заходит в вертикальный патрубок, который опущен в маслянную ванну (торец патрубка на 12,7 мм ниже уровня масла). Проходя через масло, воздух резко меняет направление, в результате чего частицы пыли оседают в масло. Воздух в смеси с маслом образуют масляный туман, который устремляется в набивку фильтрующего элемента. Масло с частицами оседает на нитях набивки и стекает в поддон. При обслуживании фильтра снимается его поддон, сливается грязное масло и залива-



9.11 Воздушный фильтр Donacclone (стрелки указывают направление течения масла)

1. Вход воздуха
2. Выход воздуха
3. Фильтрующий элемент
4. Воздух, очищенный центрифугой
5. Лопасты
6. Поддон

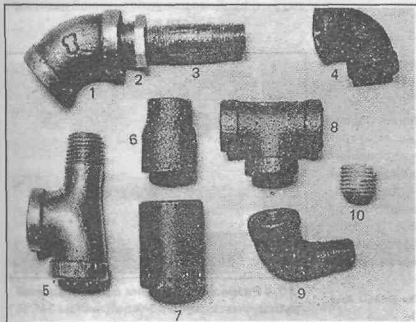
ется свежее (предварительно следует промыть поддон). Фильтрующий элемент инерционно-масляного фильтра промывается в растворителе. Важное значение имеет подбор вязкости масла фильтра. Маловязкое масло будет отсасываться из поддона в двигатель, слишком вязкое масло уменьшает пропускную способность фильтра.

### Сухой воздушный фильтр

Этот фильтр наиболее широко применяется для очистки воздуха в дизелях. Долговечность фильтра определяется вредным воздействием паров масла и засорением пылью. Типовые конструкции фильтров показаны на рисунках 9.10 и 9.11.



# Маслопроводы и соединения



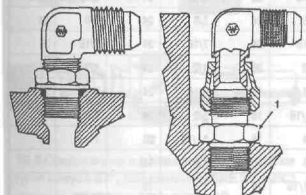
## 10.1 Соединения с конусной резьбой

- 1. Колено 45°
- 2. Резьбовая втулка
- 3. Уплотняемый патрубков
- 4. Колено 90°
- 5,8. Тройник
- 6. Переходник с сужением
- 7. Сгон
- 9. Переходное колено
- 10. Резьбовая заглушка с пазами под отвертку

В качестве маслопроводов применяются трубки и шланги. Изготовители рекомендуют подбирать сечения трубок и шлангов так, чтобы скорость потока в линии повышенного давления не превышала 4,57 м/с, а на входе в насос была не выше 1,52 м/с. Радиус изгиба трубок или шлангов должен соответствовать техническим требованиям. Как правило, радиус изгиба не должен быть меньше 2,5-3 внутренних диаметров.

## Соединения

В дизелях применяются резьбовые соединения с конусной или прямой резьбой. Стандартное соединение должно обеспечивать герметичность при давлении 26,7 кПа, испытательное давление соединений – 1,03 атм. Все конусные соединения сначала затягиваются от руки, а затем доворачиваются на 2,5 оборота. Соединения с прямой резьбой уплотняются кольцом и контргайкой.



## 10.2 Соединения с прямой резьбой

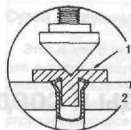
- 1. Стяжная гайка

## Патрубки

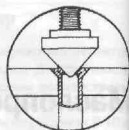
Патрубки подбираются по наружному диаметру, который может быть от 3,18 до 76,2 мм (табл.10.1). Каждому диаметру соответствует свой номер, нанесенный на патрубок

| Таблица 10.1. Размеры патрубков и размерные коды |                               |
|--|-------------------------------|
| Наружный диаметр, дюйм                           | Соответствующий размерный код |
| 3/16   | -3                            |
| 1/4  | -4                            |

|       |     |
|-------|-----|
| 5/16  | -5  |
| 3/8   | -6  |
| 13/32 | -7  |
| 1/2   | -8  |
| 5/8   | -10 |
| 3/4   | -12 |
| 7/8   | -14 |
| 1     | -16 |
| 1 1/8 | -18 |
| 1 1/4 | -20 |



(a)



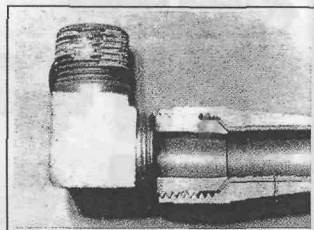
(b)

10.3 а). Центровка конуса для развальцовки трубки, б). Доводка уплотняемой поверхности конуса.

## Соединители и переходники

Применяемые в дизелях соединения подразделяются на соединения с развальцовкой трубки и обжимные. В развальцованном соединении трубка уплотняется расширяющейся частью (под углом 37 или 45°) на конусной поверхности переходника или штуцера и прижимается накидной гайкой через втулку (ниппель). В обжимных соединениях уплотнение обеспечивается гайкой, которая обжимает втулку на поверхности трубки.

В таблице 10.2 указаны размеры резьб для шести типов соединений.

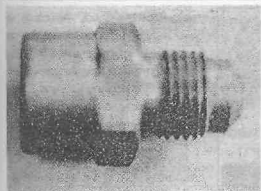


10.4 Разрез соединения с развальцовкой трубки, угол конуса 45° (соединение SAE 45°)

Таблица 10.2. Таблица резьб для соединений шести типов

| Трубка        |              | Соединение с развальцовкой трубки, угол конуса 37° (соединение SAE 37° JIC) |                            | Соединение с развальцовкой трубки, угол конуса 45° (соединение SAE 45°) |                            | Соединение с конусом в штуцере, угол конуса 45° (ответное соединение SAE 45°) |                            | Обжимное самовыравнивающееся соединение |                            | Резьбовая втулка |                            |
|---------------|--------------|---|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|------------------|----------------------------|
| Диаметр, дюйм | Номер трубки | Диаметр, дюйм   | Число ниток резьбы на дюйм | Диаметр, дюйм   | Число ниток резьбы на дюйм | Диаметр, дюйм   | Число ниток резьбы на дюйм | Диаметр, дюйм                           | Число ниток резьбы на дюйм | Диаметр, дюйм    | Число ниток резьбы на дюйм |
| 1/8           | -2           | 5/16  | 24                         | 5/16  | 24                         | 5/16  | 28                         | 5/16                                    | 24                         | 5/16             | 24                         |
| 3/16          | -3           | 3/8   | 24                         | 3/8   | 24                         | 3/8   | 24                         | 3/8                                     | 24                         | 3/8              | 24                         |
| 1/4           | -4           | 7/16  | 20                         | 7/16  | 20                         | 7/16  | 24                         | 7/16                                    | 24                         | 7/16             | 24                         |
| 5/16          | -5           | 1/2   | 20                         | 1/2   | 20                         | 1/2   | 20                         | 1/2                                     | 24                         | 1/2              | 20                         |
| 3/8           | -6           | 9/16  | 18                         | 5/8   | 18                         | 5/8   | 18                         | 9/16                                    | 24                         | 9/16             | 20                         |
| 7/16          | -7           | -   | 4                          | 11/16   | 16                         | 11/16   | 18                         | 5/8                                     | 24                         | 5/8              | 18                         |
| 1/2           | -8           | 3/4   | 16                         | 3/4   | 16                         | 3/4   | 18                         | 11/16                                   | 20                         | 11/16            | 16                         |
| 5/8           | -10          | 7/8   | 14                         | 7/8   | 14                         | 7/8   | 18                         | 13/16                                   | 18                         |                  |                            |
| 3/4           | -12          | 1 1/16  | 12                         | 1 1/16  | 14                         | 1 1/16  | 16                         | 1                                       | 18                         |                  |                            |
| 7/8           | -14          | 1 3/16  | 12                         |   |                            |   |                            |   |                            |                  |                            |
| 1             | -16          | 1 5/16  | 12                         | -   | 4                          | -   | 4                          | 1 1/4                                   | 18                         |                  |                            |





1

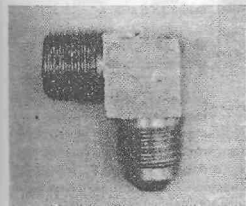


2

Типовые конструкции герметичных соединений представлены на рисунках 10.4-10.7.

### Соединения встык

Такие соединения в отличие от развальцованных применяются редко из-за их слабой устойчивости по отношению к вибрациям. На рисунке 10.8 показан разрез правильно собранного соединения с резьбовой втулкой, на рисунке 10.9 представлен чертеж самоцентрирующегося соединения.



3



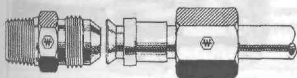
4

### Гибкие трубки

Эти трубки изготавливаются из неопренового каучука, нейлона и других синтетических материалов. Трубки из синтетических материалов обладают повышенной устойчивостью к вибрациям и значительной долговечностью. В дизеле наиболее широко применяются нейлоновые шланги, наиболее стойкие к воздействию нефтепродуктов. Нейлоновые шланги снабжаются наконечником с

### 10.5 Переходники соединения SAE 45°

Трубки могут поставяться в продажу неразвальцованными. На рисунке 10.3 показан способ двойной развальцовки. Трубка обрезается в точности по меткам, затем в нее вставляется оправка, по центру которой ориентируется конус приспособления для развальцовки.



1

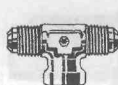


2

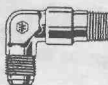
### 10.6 Соединение с развальцовкой трубки (угол конуса 37°, соединение SAE 37° JIC) из трех и двух деталей

1. С отдельным ниппелем

2. Соединение без ниппеля



1



2



3



4

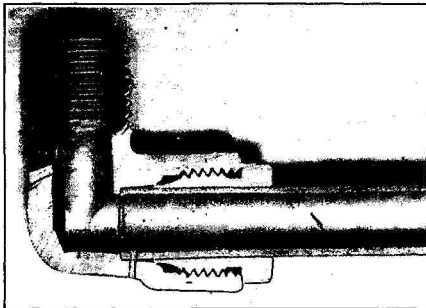
### 10.7 Типовые переходники и тройники, применяемые в дизелях

1. Тройник с внутренней резьбой на ответвлении

2. Колено

3. Колено с внутренней резьбой

4. Штуцер с наружной резьбой для крепления на перегородке



10.8 Соединение с резьбовой втулкой

уплотнительной шайбой (рисунок 10.11). Такое соединение не снижает гибкости трубки после затяжки гайки. Чтобы избежать деформации трубки используется вставка (рисунок 10.12).

### Маркировка шлангов низкого и среднего давления

Для подбора шланга применяется система обозначений, введенных изготовителями (фирмы Weatherhead, Aeroquip и

Stratoflex). На шланге нанесены буквенные обозначения изготовителя, первая цифра указывает на базовую группу шланга. Шланги подразделяются на группы в соответствии с рабочим давлением.

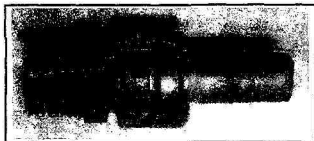
Группа 1 – шланги низкого давления, рабочее давление не выше 2,76 кПа.

Группа 2 – шланги среднего давления, рабочее давление не выше 13,8 кПа.

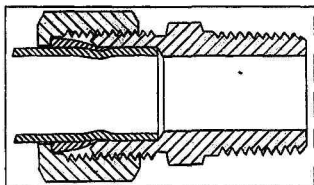
Группа 3 – шланги повышенного давления, рабочее давление не выше 20,7 кПа.

Группа 4 – шланги высокого давления, рабочее давление не выше 34,5 кПа.

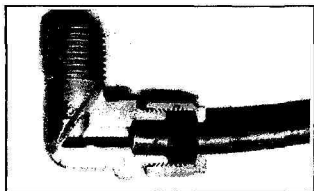
Следующая цифра обозначает номер размерной группы (этот номер должен соответствовать номеру ответного патрубка). Такие параметры как наружный диаметр, материал и конструкция шланга, давление на разрыв и допустимый радиус изгиба отличаются для шлангов разных изготовителей. В таблицах 10.13-10.15 представлены данные для трех шлангов из группы 2.



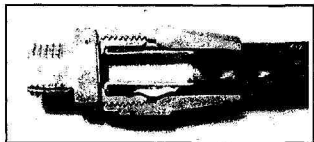
10.10 Разрез самоцентрирующегося соединения



10.9 Самоцентрирующееся соединение



10.11 Уплотнение гибкой трубки



10.12 Обжимное соединение нейлоновой трубки со вставкой



Таблица 10.13

Конструкция шланга фирмы Stratoflex. Шланг состоит из бесшовной резиновой трубки из синтетической резины и двух оболочек – тканевой и проволоочной (проволока из нержавеющей стали), покрытых синтетической резиной

| Номер детали | Номер размерной группы | Внутренний диаметр, дюйм | Наружный диаметр, дюйм | Давление на разрыв, не менее, фунт/кв.дюйм (1000 фунт/кв.дюйм = 6,9 кПа) | Рабочее давление, не выше, фунт/кв.дюйм | Радиус изгиба, не менее, дюйм (1 дюйм = 25,4 мм) |
|--------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--|---|--|
| 205-4-L      | -4                     | 3/16                     | 33/64                  | 8000   | 2000                                    | 2  |
| 205-5-L      | -5                     | 1/4                      | 37/64                  | 8000   | 2000                                    | 2 1/4  |
| 205-6-L      | -6                     | 5/16                     | 43/64                  | 6000   | 1500                                    | 2 3/4  |
| 205-8-L      | -8                     | 13/32                    | 49/64                  | 6000   | 1500                                    | 4 5/8  |
| 205-10-L     | -10                    | 1/2                      | 59/64                  | 6000   | 1500                                    | 5 1/2  |
| 205-12-L     | -12                    | 5/8                      | 1 5/64                 | 5000   | 1250                                    | 6 1/2  |
| 205-16-L     | -16                    | 7/8                      | 1 15/64                | 2500   | 600                                     | 7 3/8  |



Таблица 10.14

Конструкция шланга фирмы Weatherhead (Канада). Шланг состоит из резиновой трубки, изготовленной из бун-N каучука и проволоочной двухнитевой оболочки, покрытой синтетической резиной

| Номер детали по каталогу | Внутренний диаметр, дюйм | Наружный диаметр, дюйм | Рабочее давление, не выше, фунт/кв.дюйм | Давление на разрыв, не менее, фунт/кв.дюйм (1000 фунт/кв.дюйм = 6,9 кПа) | Радиус изгиба, не менее, дюйм (1 дюйм = 25,4 мм) |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|---|--|--|
| H-17-1/4                 | 1/4                      | 9/16                   | 1250                                    | 5000   | 3  |
| H-17-3/8                 | 3/8                      | 3/4                    | 1125                                    | 4500   | 4  |
| H-17-1/2                 | 1/2                      | 15/16                  | 1000                                    | 4000   | 5  |
| H-17-3/4                 | 3/4                      | 1 1/4                  | 750                                     | 3000   | 6  |
| H-17-1                   | 1                        | 1 1/2                  | 560                                     | 2250   | 8  |

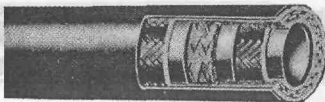


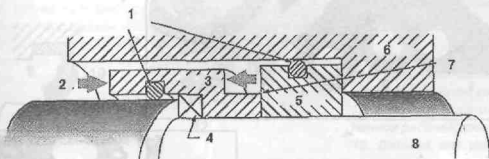
Таблица 10.15

Конструкция шланга фирмы Aeroquip Corp. Шланг состоит из трубки, изготовленной из синтетической резины и тканево-проволочной оболочки, покрытой износостойкой резиной

| Номер детали по каталогу | Внутренний диаметр, дюйм | Наружный диаметр, дюйм | Рекомендуемое рабочее давление, не выше, фунт/кв. дюйм | Давление на разрыв, не менее, фунт/кв. дюйм (1000 фунт/кв. дюйм = 6,9 кПа) | Радиус изгиба, не менее, дюйм (1 дюйм = 25,4 мм) | Разрезание, мм рт. ст. |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|--|--|--|------------------------|
| 2651-4                   | 0.188                    | 0.516                  | 3000   | 12000  | 3  | 28                     |
| 2651-5                   | 0.25                     | 0.578                  | 3000   | 10000  | 3.38   | 28                     |
| 2651-6                   | 0.313                    | 0.672                  | 2250   | 9000   | 4  | 28                     |
| 2651-8                   | 0.406                    | 0.766                  | 2000   | 8000   | 4.62*  | 28                     |
| 2651-10                  | 0.5                      | 0.922                  | 1750   | 7000   | 5.5  | 28                     |
| 2651-12                  | 0.625                    | 1.078                  | 1500   | 6000   | 6.5  | 28                     |
| 2651-16                  | 0.875                    | 1.234                  | 800  | 3200   | 7.38   | 20                     |

# Глава 11

## Уплотнители и прокладки



11.1 Механическое уплотнение

- 1. Статическое уплотнение
- 2. Давление
- 3. Ротор

- 4. Пружина
- 5. Статор
- 6. Корпус

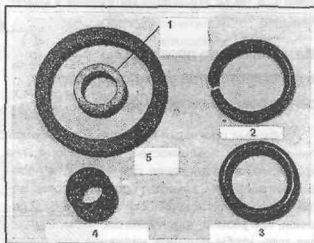
- 7. Сопрягаемые поверхности
- 8. Вал

### Классификация

Уплотнения подразделяются на статические и динамические. Статические уплотнения обеспечивают герметичность стыка между двумя неподвижными деталями, тогда как динамические уплотняют стык между движущимися деталями. Динамические уплотнения в свою очередь классифицируются на контактные и бесконтактные.

### Механические уплотнения

Применяются в системе впрыска, системе охлаждения, гидроприводах и насосах. Основным элементом уплотнения является контакт между двумя металлическими деталями, деталями из металла и углерода, из металла и синтетического материала. Типовое прижимное механическое уплотнение статора и ротора изображено на рисунке 11.1.



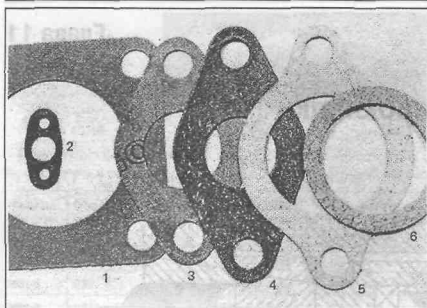
11.2 Уплотнительные кольца из синтетической резины

- 1. Армированное кольцо
- 2. Кольцо квадратного сечения
- 3. Стандартное
- 4. Цилиндрическое

ного кольца. Типовые уплотнительные кольца показаны на рисунке 11.2. Литеры на уплотнителе указывают на материал уплотнения. Цветовая маркировка особого значения не имеет, однако, SAE рекомендует для маслостойкого уплотнения подбирать кольца с желтой полоской, а в качестве уплотнения устойчивого к воздействию топлива – с красной полоской.

### Кольцевые уплотнения

Данный тип уплотнения может быть статическим или динамическим, в зависимости от материала уплотнения. Кольцевое уплотнение подбирается по номеру на детали, который указывает на размерную группу уплотнитель-



### 11.3 Прокладки из различных материалов

1. Бумажная
2. Из синтетической резины
3. Асбесто-бумажная
4. Хлорпрен-асбестовая
5. Асбестовая
6. Пробковая

## Прокладки

Прокладки используются в качестве статического уплотнения. В качестве материала прокладок используются медь, алюминий, пробка, сталь, асбест, фибра, синтетическая резина, бумага, а также указанные материалы в различных сочетаниях.

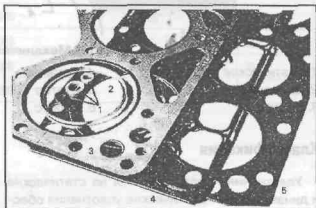
### Металлические прокладки используются под уплотнения болтов, регулировочных гаек и др.

Пробковые прокладки применяются для уплотнения грубых поверхностей, в тех местах, где имеют место расширение при нагреве и повышенные вибрации. Качество прокладки повышается при покрытии поверхности синтетической резиной, или резино-пробковым составом. Однако, для того, чтобы получить надежное уплотнение требуется сильная затяжка соединения.

Прокладки из синтетической резины редко применяются в дизелях. Бумажные или хлорпреновые прокладки отличаются повышенной стойкостью к воздействию воды и масла. Их применяют в широком диапазоне температур и давлений. Для повышения стойкости к резким перепадам температуры и давления в эти прокладки добавляют углерод, или прокладка армируется волокнами.

### Прокладки головки цилиндров

Эти прокладки должны быть устойчивы к воздействию вибраций, больших давлений и вы-

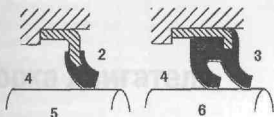


### 11.4 Прокладки головки цилиндров

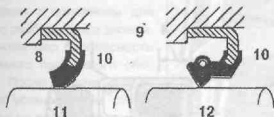
1. Синтетические кольцевые уплотнители масляных каналов и каналов охлаждающей жидкости
2. Армированная асбесто-алюминиевая многослойная прокладка
3. Армированная асбесто-медно-стальная многослойная прокладка
4. Армированная медно-асбестовая многослойная прокладка
5. Прокладка головки цилиндра

соких температур, к тепловому расширению, должны обеспечивать герметичность по отношению к охлаждающей жидкости, маслу, выхлопным газам. Прокладки головки цилиндров имеют довольно сложную структуру из нескольких слоев. Наружные слои прокладки выполняются из одинаковых материалов, или из различных сплавов. Центральные прокладки слои выполнены из волокнистого углеродного композиционного материала. Края отверстий прокладки армируются. На части прокладок используются проходные уплотнители для герметизации ма-

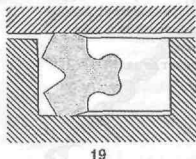
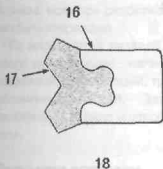
1



7



13



## 11.5 Типовые манжетные уплотнения

1. Изолирующее (противогрязевое) уплотнение
- 2,3. Грязь
4. Подшипник
5. Уплотнение одной рабочей кромкой
6. Уплотнение двумя рабочими кромками
7. Сальник для удержания консистентной смазки
- 8,9. Смазка
10. Воздух
11. Уплотнение одной неподпружиненной рабочей кромкой
12. Уплотнение одной пружиненной рабочей кромкой
13. Сальник для удержания масла
14. Сальник с металлической запрессованной обечайкой
15. Сальник с резино-металлической обечайкой
16. Опорная часть сальника
17. Уплотнительный элемент (поливинилхлорид)
18. До установки
19. После установки по месту

сальных каналов или каналов охлаждающей жидкости.

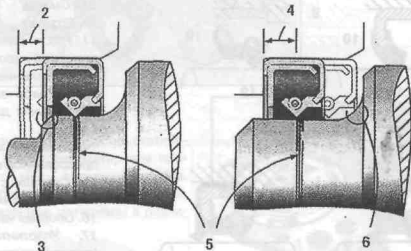
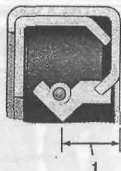
## Манжетное уплотнение

Этот тип уплотнения широко используется в дизелях и агрегатах дизелей. Конструкция уплотнения зависит от типа уплотнения, и от материала, утечку (или проникновение) которого данное уплотнение предотвращает (например масла, воды, или противопылевое уплотнение).

На рисунке 11.5 показаны типовые манжетные уплотнения. Уплотняющий элемент жестко

закреплен в металлическом корпусе, а раскрыт уплотнения обращен в сторону повышенного давления.

При установке нового сальника следует запорить уплотняемый вал мелкой наждачной бумагой. Если на поверхности вала образовалась выработка от нового сальника, то следует подложить под сальник прокладку, чтобы сместить рабочую кромку в новое место уплотнения. При этом убедитесь, что в новом месте кромка сальника не попадет в канавку, а также в том, что сальник не будет задевать за вращающуюся деталь.



### 11.6 Перестановка сальника относительно выработки вала от старого сальника

1. Высота рабочей кромки
2. Глубина расточки под новый сальник в случае обнаружения выработки
3. В новом положении сальник не соприкасается с валом
4. Толщина прокладок для установки нового сальника
5. Выработка вала от старого сальника
6. В новом положении сальник задевает за вал



## Разборка двигателя

Процедура снятия выполняется в соответствии с описанием для конкретного разбираемого дизеля, с применением мер безопасности и необходимого подъемного оборудования. После снятия дизеля его следует установить на стенд, предварительно сняв такие детали как кронштейны, хомуты, ремни. Снимаемые детали помечайте по месту их установки. Снимите также турбокомпрессор (если установлен), выпускной и впускной коллекторы, насос охлаждающей жидкости, водяной патрубок (на грузовых автомобилях), корпус термостата, маслоохладитель, отсоедините все трубки, шланги и провода. Следует снять также топливный насос впрыска, если при разборке он может быть поврежден.

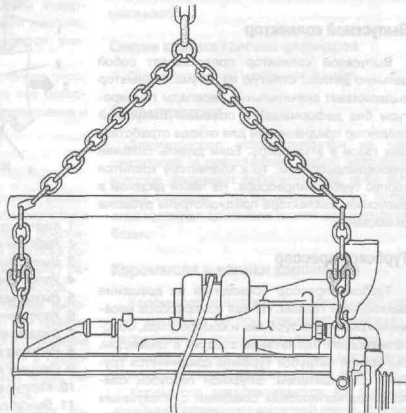
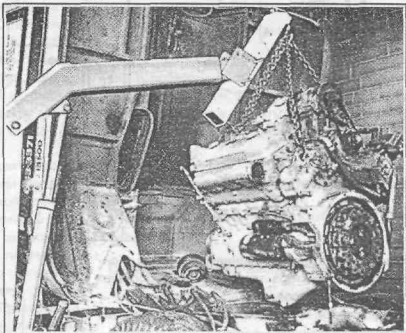
По мере снятия деталей проверяйте их состояние, наличие повреждений, деформаций, трещин и обломанных частей. Закрепите двигатель на стенде и отсоедините тали.

### Процедура разборки

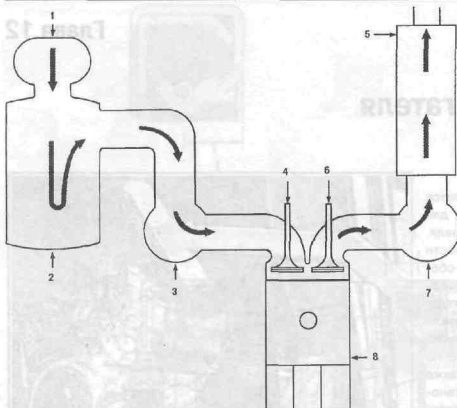
#### Впускной коллектор

Впускной коллектор крепится к головке цилиндров и является общим для нескольких цилиндров. К впускному патрубку коллектора крепится воздушный фильтр холодильника турбокомпрессора, либо корпус компрессора (холодильник может быть смонтирован внутри коллектора).

Впускной коллектор представляет собой цельную деталь, отли-



12.2 Подъем дизеля



**12.3 Типовая система подачи воздуха в дизель грузового автомобиля (фирма Deer and Co.)**

1. Фильтр предварительной очистки воздуха
2. Воздушный фильтр
3. Впускной коллектор
4. Впускной клапан
5. Глушитель
6. Выпускной клапан
7. Выпускной коллектор
8. Цилиндр

тую из чугуна или алюминиевого сплава. Конструкция коллектора такова, что способствует продувке цилиндров.

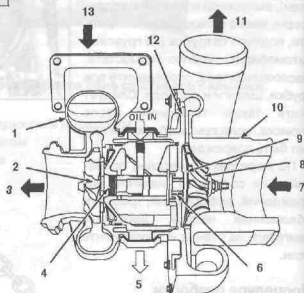
На головке цилиндров коллектор крепится через прокладку.

## Выпускной коллектор

Выпускной коллектор представляет собой цельную деталь, отлитую из чугуна. Коллектор выдерживает значительные перепады температуры без деформаций и поломок. Выпускной коллектор предназначен для отвода отработавших газов в атмосферу. Если дизель снабжен турбокомпрессором, то к коллектору крепится корпус турбокомпрессора. На части дизелей в выпускном коллекторе предусмотрена рубашка охлаждения.

## Турбокомпрессор

Турбокомпрессор приводится во вращение выхлопными газами. На вал компрессора насажены крыльчатки турбины и компрессора, обеспечивающего нагнетание воздуха в цилиндры. Выходной патрубок турбины соединяется трубами с глушителем. Впускной патрубок компрессора-нагнетателя соединен с воздушным фильтром, а выпускной – с впускным коллектором или холодильником (холодильник в такой



**12.4 Турбокомпрессор**

1. Корпус турбины
2. Рабочее колесо турбины
3. Выход выхлопных газов
4. Уплотнение
5. Выход масла
6. Уплотнение
7. Вход воздуха
8. Рабочее колесо
9. Сальник в сборе
10. Корпус компрессора
11. Выход воздуха к двигателю
12. Заслонка диффузора
13. Вход выхлопных газов

конструкции установлен на впускном коллекторе).

Применение турбокомпрессора дает приращение мощности дизеля от 50 до 150%, в зависимости от давления наддува и эффективности холодильника. При небольшой нагрузке дизеля температура выхлопных газов достигает 260°C, а давление наддува – до 127 мм.рт.ст. (около 17 кПа). При максимальной нагрузке дизеля (максимальный крутящий момент) температура выхлопных газов достигает 537-649°C (например, в дизелях грузовых автомобилей) и турбина вращается с максимальной скоростью, создавая максимальное давление наддува. Однако, при уменьшении крутящего момента, снижается давление выхлопных газов, скорость вращения турбины и давление наддува быстро падают.

Для того, чтобы автоматически регулировать количество топлива при изменении давления наддува, на дизелях ранних выпусков применялись различные устройства. Например, в дизелях фирмы Cummins применялся anerоидный способ. При изменении давления перемещается рейка дозирующего топливного клапана или клапана, регулирующего давление. При этом снижается дымность выхлопов при разгоне. Также применяется специальный механизм задержки дроссельной заслонки, чтобы задерживать движение топливной рейки при разгоне. На современных дизелях применяются электронные системы.

Чтобы снять турбокомпрессор, сначала отсоедините маслопроводы. Заглушите все отверстия турбокомпрессора, отверните крепления и снимите выпускной коллектор.

## Насос охлаждающей жидкости

Насос охлаждающей жидкости представляет собой динамический насос центробежного типа (рисунок 12.5). Динамические насосы обеспечивают непрерывную подачу до тех пор пока сопротивление в напорном контуре не станет равным расчетной производительности насоса.

Лопастей крыльчатки насосов обычно выполняются прямыми, искривленными или коническими. Крыльчатка насажена на вал и помещена в корпус ("улитку"). Жидкость входит в отверстие по центру крыльчатки и выходит через патрубков на периферийной части корпуса.

Жидкость ускоряется центробежными силами и выбрасывается к через выпускной па-



12.5 Насос охлаждающей жидкости

трубок. Когда сопротивление контура станет равно производительности насоса, поток жидкости прекратится. Однако, крыльчатка продолжает вращаться и двигать жидкость внутри насоса, при этом энергия вращения передается в тепло.

## Снятие насоса охлаждающей жидкости

Отсоедините шланг и рубки, отверните болты и снимите насос.

## Снятие топливного насоса впрыска

Отсоедините от насоса и форсунок линии высокого давления, закройте отверстия форсунок и штуцера на насосе. Отверните болты и снимите насос.

## Снятие крышки головки цилиндров

Отверните болты и снимите крышку.

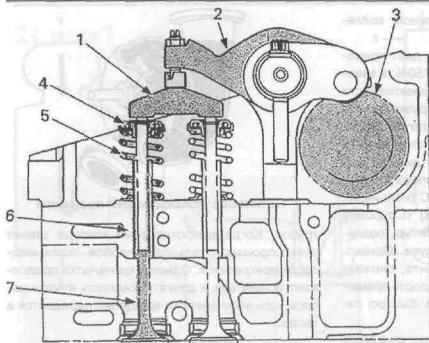
## Декомпрессор

Декомпрессор устанавливается на части двигателей и представляет собой устройство, которое открывает либо впускной, либо выпускной клапаны. При включении этого устройства коленвал двигателя может вращаться свободно.

## Коромысла и валики коромысел

Коромысло представляет собой рычаг, который вращаясь на оси, передает движение от распределителя к стержню клапана (рисунок 12.6). На части дизелей предусмотрен дополнительный толкатель, который открывает форсунку.

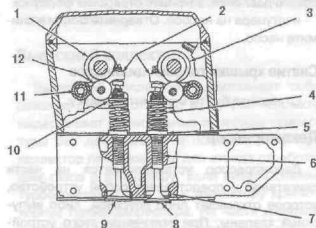
Коромысла изготавливаются из ковального литейного сплава или листовой стали. Для регулировки в одно из окончаний коромысла вве-



12.6 Детали привода клапанов

1. Перемычка впускных клапанов
2. Коромысло впускных клапанов
3. Распредвал
4. Вращающаяся спираль
5. Пружины
6. Направляющие втулки клапанов
7. Впускные клапаны

гнуто шаровое седло, обеспечивающее стыковку с толкателем. Второе окончание, упирающееся в стержень клапана, закалено и профилировано так, чтобы свести к минимуму боковые усилия на стержень при качании коромысла. В дизелях с верхним расположением распределителя коромысло снабжается кулачковым роли-



12.7 Клапаны и клапанный механизм

1. Распредвал выпускных клапанов
2. Коромысла
3. Распредвал впускных клапанов
4. Пружина
5. Вращатель
6. Направляющая втулка клапана
7. Вставка для седла клапана
8. Впускной клапан
9. Выпускной клапан
10. Тарелка пружины
11. Валик коромысел
12. Ролик

ком. На части дизелей кулачок распределителя непосредственно действует на толкатель (Рисунок. 12.7). В некоторых коромыслах имеются поперечные сверления для подвода смазки к трущимся окончаниям. В отверстие коромысла под валик запрессована втулка, чтобы снизить трение и повысить срок службы. Ось качания коромысла располагается ближе к тому окончанию, на котором выполняется регулировка зазора со стержнем клапана. Это делается с целью увеличить ход стержня клапана примерно в 1,5 раза по сравнению с подъемом кулачка распределителя. В валике коромысел предусмотрены отверстия для смазки сопряженной поверхности втулки коромысла. Обычно масло к валику подводится через кронштейн валика, или дополнительное соединение.

Перед тем как снять коромысла с валиком, как правило надо сначала снять рычаг декомпрессора. В дизелях с верхним расположением распределителя следует снять распределитель и корпус декомпрессора.

**Внимание!** Так как валик с коромыслами находится под действием пружины, то при снятии валика следует равномерно и постепенно отпустить болты крепления.

На части дизелей применяются полые болты, по которым поступает масло в головку цилиндров для смазки валиков и коромысел. Эти болты при разборке необходимо пометить, чтобы установить на прежние места. Если конструкцией предусмотрены перемишки (общий рычаг на два клапана), то их следует снять, чтобы

обеспечить доступ к толкателям (и штангам толкателей). При сборке переключки следует установить по месту. Типовые схемы привода клапанов представлены на рисунках 12.6 и 12.7.

## Головка цилиндров

Головка цилиндров изготавливается из сплава, содержащего углерод, кремний, медь (или алюминий), обеспечивающего хорошую теплопроводность и невысокое тепловое расширение.

Материал головки должен обеспечивать достаточную прочность при воздействии усилия затяжки, в пространстве между выпускными и впускными клапанами, или в пространстве между клапанами и форсункой.

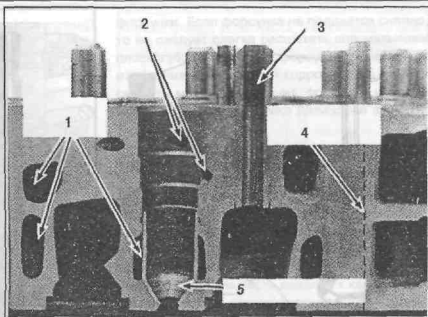
Расположение клапанов в головке цилиндров должно быть таково, чтобы топливо заполнило всю область сгорания. С другой стороны, расстояние между клапанами должно обеспечивать циркуляцию между ними охлаждающей жидкости, чтобы предотвратить образование трещин в головке между клапанами.

## Снятие головки цилиндров

Чтобы избежать деформации головки при снятии отворачивать болты (гайки) крепления головки следует на холодном двигателе, в последовательности, обратной последовательности затяжки.

Для того, чтобы сместить головку после отворачивания болтов (гаек) слегка постучите по ней бронзовым, свинцовым или деревянным молотком. Запрещается поддевать головку острым инструментом за разъемную плоскость.

Сняв головку, проверьте состояние камер сгорания. Тщательное обследование камер сгорания поможет установить причину повышенного расхода масла, топлива, утечки охлаждающей жидкости и перегрева двигателя. Можно также осмотреть днища поршней, цилиндры и разъемную плоскость блока цилиндров.



12.8 Разрез головки цилиндров

1. Каналы системы охлаждения
2. Топливные каналы
3. Отверстия под стержни клапанов
4. Каналы системы смазки
5. Втулка форсунки

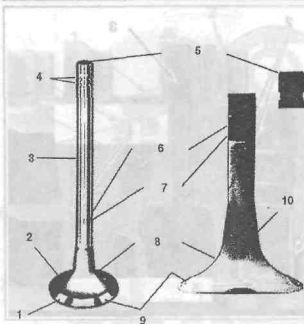
## Впускные и выпускные клапаны

Клапаны подвержены воздействию значительных изменений температуры, ударным нагрузкам и коррозии. Вместе с тем, направление движения клапанов быстро меняется. Впускные клапаны изготавливаются из низколегированной стали, на части дизелей применяются выпускные клапаны из сплава стали с хромом и углеродом. Выпускные клапаны изготавливаются из сплава с никелем, марганцем или азотированной стали.

Выпускные и впускные клапаны отличаются по диаметру стержня и головки, размерам канала под сухари и по углу фаски головки.

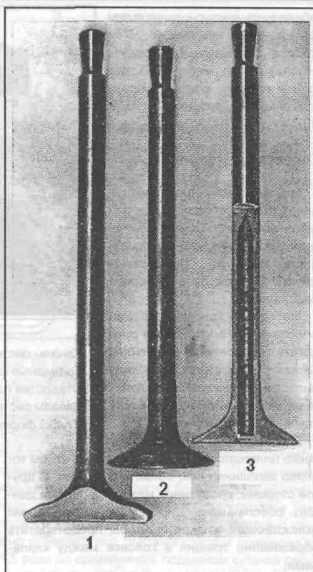
Угол фаски головки клапана может быть 20°, 30° или 45°. Выбор этого угла определяется такими факторами как проходное сечение клапана, высота подъема клапана, от способа подачи воздуха (всасывание или турбонаддув).

Сила прижатия клапана с углом фаски 45° примерно на 20 % больше чем для клапана с углом фаски 30°, эффект очистки от отложений нагара для такого клапана наибольший. Однако, из-за большего прижимающего усилия клапан быстрее деформирует седло (поэтому, во многих двигателях предусматривается вращатель клапана). Впускные клапаны как правило имеют



### 12.9 Клапан

1. Уплотнительный пояс
2. Место дробеструйной обработки головки клапана
3. Стержень
4. Канавка под сухари
5. Место закали
6. Съемник нагара
7. Место сварки
8. Галтель клапана
9. Закаленная поверхность
10. Место очистки от нагара (диаметр проточки)



### 12.10 Типовые конструкции клапанов дизеля

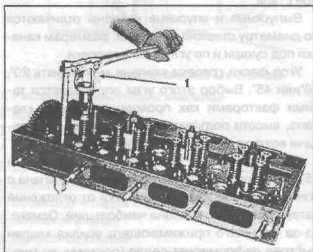
1. Выпускной клапан
2. Впускной клапан
3. Клапан с натриевым охлаждением

примерно на 40 % большую площадь, чтобы обеспечить необходимую пропускную способность.

Клапаны могут иметь сложную конструкцию, например, тугоплавкая часть клапана наваривается на стержень, или клапан может быть полым (полость заполняется натрием, чтобы понизить температуру головки клапана). Температура головки клапана с натриевым заполнением понижается до 111°C.

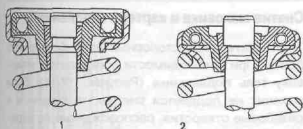
### Снятие клапанов

Клапаны снимаются с помощью компрессора пружины. После сжатия пружины снимаются су-



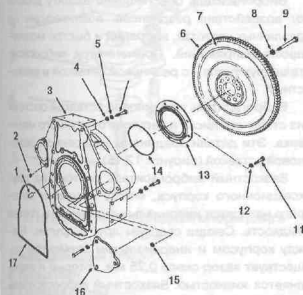
### 12.11 Снятие тарелки пружины клапана

1. Компрессор



12.12 Типовые конструкции вращателя клапана

1. Шариковый вращатель
2. Пружинный вращатель



12.13 Картер сцепления

1. Направляющий штифт
2. Винтовая вставка
3. Картер сцепления
4. Шайба
5. Стопорная шайба
6. Зубчатый венец маховика
7. Маховик
8. Шайба
9. Болт
11. Винт
12. Шайба
13. Держатель заднего сальника
14. Уплотнительное кольцо
15. Винтовая вставка
16. Крышка фланца стартера

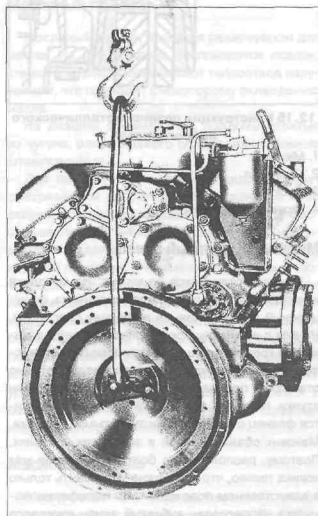
хари, тарелка пружины и вращатель (если предусмотрен).

После снятия пометьте место установки клапана, уложив его в кассу с соответствующим номером. Отверните болты (или гайки шпилек) крепления форсунки и осторожно достаньте

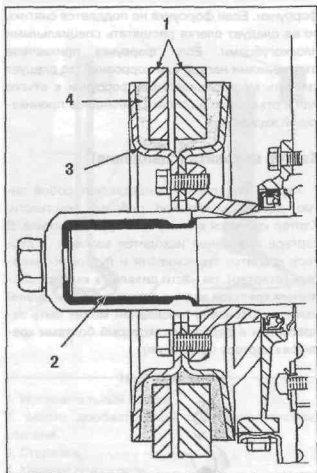
форсунки. Если форсунка не поддается снятию, то ее следует слегка расшатать специальными плоскогубцами. Если форсунка прихвачена отложениями нагара или коррозией, то следует смочить место прилегания форсунки к втулке или к отверстию в головке цилиндров проникающей жидкостью.

## Картер маховика (сцепления)

Картер сцепления, представляет собой литую деталь, усиленную ребрами жесткости. Картер крепится к блоку цилиндров болтами. В картере сцепления находится маховик, к картеру крепится трансмиссия и пусковой двигатель (стартер). На части дизелей к картеру сцепления крепятся задние опоры дизеля и задний сальник коленвала (последний может быть запрессован в держатель, который болтами крепится к картеру сцепления).



12.14 Снятие маховика с дизеля грузового автомобиля (фирма Detroit Diesel Allison, подразделение General Motors Corporation)



**12.15 Конструкция резино-металлического виброгасителя**

1. Маховик
2. Коленвал
3. Диск
4. Резиновая вставка

### Маховик и зубчатый венец

Маховик отливается из чугуна. На маховике имеются расточки под фланец коленвала, фрикционный диск сцепления и корзину сцепления. На а/м с автоматической трансмиссией на маховике крепится кольцо крыльчатки гидротрансформатора. В центре маховика предусмотрено отверстие под направляющий подшипник или втулку. На части двигателей к маховику крепится фланец с внутренними зубчатыми шлицами. Маховик сбалансирован в заводских условиях. Поэтому, расположение болтов крепления маховика таково, что его можно установить только в единственном положении. По периферии маховика напрессован зубчатый венец пускового двигателя. Передаточное число между шестерней вала пускового двигателя и зубчатым венцом маховика обычно равно 25:1.

### Снятие маховика и картера сцепления

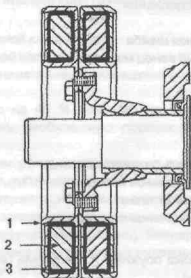
Отогните концы стопорных шайб и отверните болты. При необходимости прикрепите к маховику таль подъемника (Рисунок. 12.14). Если маховик не поддается снятию, то вверните в резьбовые отверстия, расположенные по периферии маховика, винты, заворачивая которые сместите маховик с коленвала.

### Виброгаситель

Виброгаситель обеспечивает защиту дизеля от воздействия резонансов, возникающих на различных частотах, вибраций и быстро меняющихся напряжений. Применяются виброгасители двух типов – с резиновой вставкой и вязкостный.

Виброгаситель с резиновой вставкой состоит из стального диска и наружного чугунного маховика. Эти детали соединены наваренной резиновой вставкой (рисунок 12.15).

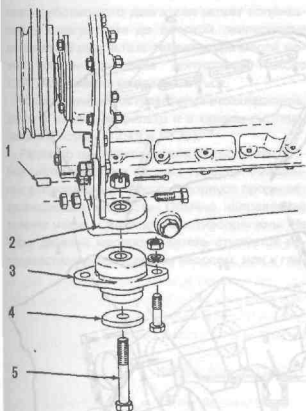
Вязкостный виброгаситель состоит из двухсекционного корпуса, между секциями которого находятся инерционный элемент и густая жидкость. Секции сварены друг с другом. Между корпусом и инерционным элементом существует зазор около 0,25 мм, который и заполняется жидкостью. Вязкостный виброгаситель требует аккуратного обращения. При малейших вмятинах его следует заменить.



**12.16 Вязкостный виброгаситель**

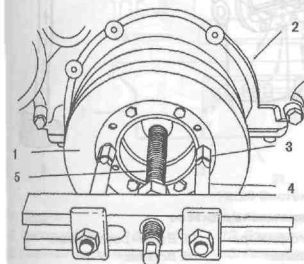
1. Корпус
2. Инерционный элемент
3. Густая жидкость





12.18 Кронштейн передней опоры двигателя

1. Направляющий штифт
2. Кронштейн
3. Подушка опоры
4. Шайба
5. Винт с 6-гранной головкой



12.17 Снятие вязкоэластичного виброгасителя

1. Шкив коленвала
2. Передняя опора дизеля
3. Фланец съемника
4. Крепежная шпилька съемника
5. Главная шпилька съемника

## Снятие шкива коленвала, виброгасителя и кронштейна передней опоры двигателя

Шкив коленвала и виброгаситель крепятся друг к другу болтами, они напрессовываются на коленвал и фиксируются шпонкой. На части дизелей эти детали имеют отдельные шпонки. На некоторых дизелях виброгаситель и шкив крепятся к ступице болтами, ступица напрессована на коленвал и фиксируется шпонкой. Для снятия шкива коленвала и виброгасителя следует использовать приспособление, показанное на рисунке 12.17. Запрещается сбивать виброгаситель молотком. Как правило, вязкоэластичный виброгаситель меняется при каждом капитальном ремонте двигателя.

Чтобы снять кронштейн, отверните болты и гайки. Пластмассовые вставки кронштейна подлежат замене.

## Масляный поддон

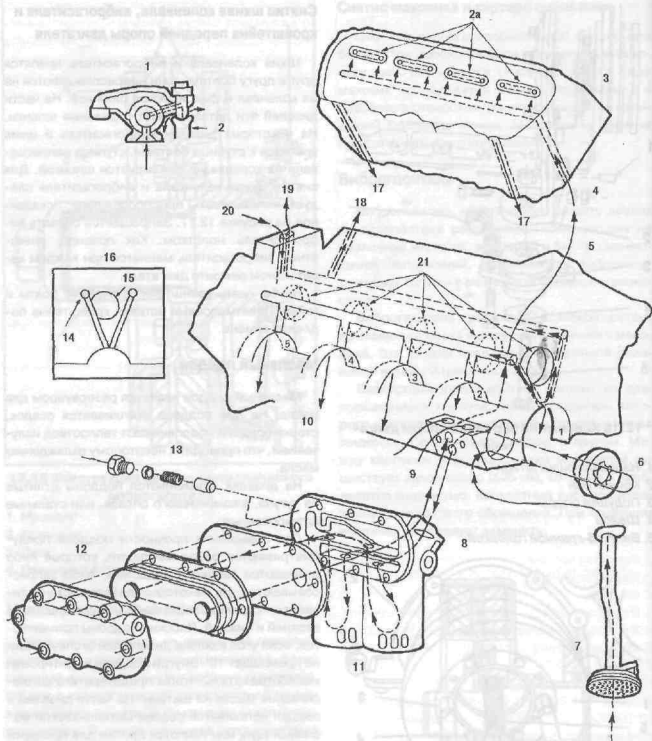
Масляный поддон является резервуаром для масла. На дне поддона скапливается осадок, стенки поддона обеспечивают теплоотвод излучением, что приводит к некоторому охлаждению масла.

На дизелях применяются поддоны отлитые из чугуна, алюминиевого сплава, или стальные штампованные.

Для повышения прочности поддона предусматриваются ребра жесткости, которые либо отливаются заодно с поддоном, либо запрессовываются. На некоторых дизелях устанавливаются поддоны, состоящие из двух секций — верхней и нижней. Плоские поддоны применяются, если угол наклона дизеля при эксплуатации не превышает  $10^\circ$ . Внутри поддона смонтирован маслоотражатель, чтобы предотвратить вытекание масла на шатуны. На части дизелей в поддон вставляется резино-металлический масляный щуп, или имеются пробки для проверки уровня масла. Поддон снабжается пробкой с магнитной вставкой, на некоторых поддонах имеется смотровой лючок.

## Маслоохладитель

Маслоохладитель устанавливается с целью дополнительного охлаждения масла. При установке маслоохладителя можно сократить размеры масляного поддона и уменьшить количества масла, которое при резком изменении на-



12.19 Направление течения масла в дизеле

1. Коромысло
2. Толкатель
- 2a. Валики коромысел
3. Правая головка цилиндров
4. К смазочным каналам валиков коромысел
5. К правой головке цилиндров
6. Масляный насос
7. Маслоприемник

8. Корпус масляного фильтра
9. Редукционный клапан
10. Клапан регулирования давления
11. Масляные фильтры
12. Радиатор маслоохладителя
13. Перепускные клапаны
14. Масляный канал

15. Втулки распредвала
16. Вставка
17. Сток масла в картер коленвала
18. К левой головке цилиндров
19. К турбокомпрессору
20. Сток масла в картер коленвала от турбокомпрессора

клона работающего двигателя может соприкасаться с нагретыми до высокой температуры деталями. В результате температура масла может повыситься выше допустимой (около 120°C), а давление масла снизиться.

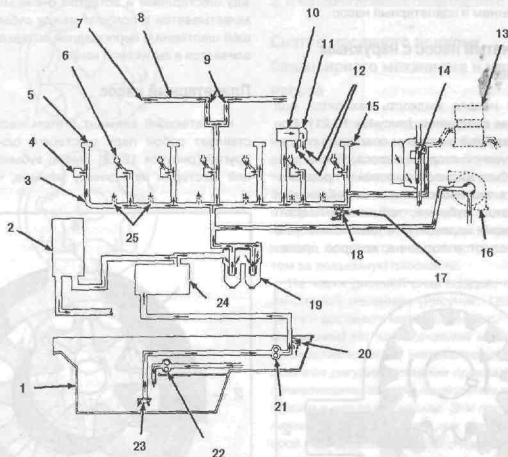
Масло сначала поступает в маслоохладитель, далее в масляный фильтр и в каналы системы смазки (Рисунок. 12.19 и 12.20).

Радиатор маслоохладителя представляет собой систему паяных медных трубок, помещенных в герметичный корпус. В корпусе протекает охлаждающая жидкость. Обычно направление течения масла и жидкости противоположны. На части дизелей маслоохладитель стыкуется непосредственно с масляным насосом, или к гла-

вному масляному каналу через отверстие в блоке цилиндров. На маслоохладителях обоих типов предусмотрен редукционный клапан.

## Масляный насос

В системе смазки дизелей наиболее широко применяется насос шестеренчатого типа. На дизелях строительных машин (грузовики, тракторы, погрузчики, бульдозеры) устанавливаются шестеренчатые продувочные насосы с целью обеспечения постоянной подачи масла в масляный насос когда машина работает на склоне.



12.20 Система смазки дизеля

- |                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| 1. Поддон                    | 11. Регулятор                           | 20. Редукционный клапан                  |
| 2. Неполнопоточный фильтр    | 12. Возврат масла                       | 21. Масляный насос                       |
| 3. Главный масляный канал    | 13. Компрессор                          | 22. Насос продувки                       |
| 4. Коренные подшипники       | 14. Шестерня привода навесных агрегатов | 23. Фильтр грубой очистки маслоприемника |
| 5. Подшипники распределителя | 15. Шестерня распределителя             | 24. Маслоохладитель                      |
| 6. Шатун и поршневой палец   | 16. Турбокомпрессор                     | 25. Форсунки охлаждения поршней          |
| 7. Возврат масла в поддон    | 17. Дроссель                            |  |
| 8. Валики и коромысла        | 18. Регулятор давления масла            |  |
| 9. Отверстия в валиках       | 19. Масляные фильтры                    |  |
| 10. Насос впрыска            |   |  |

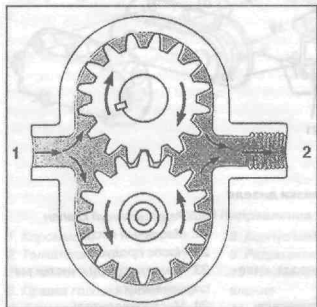
Привод масляного насоса обеспечивается либо непосредственно от коленвала, либо через промежуточный вал, или от распредвала. Давление масла поддерживается на необходимом уровне с помощью отверстий строго заданного сечения, редукционный клапан предотвращает повышение давления масла выше допустимого.

## Роторные насосы

Роторные насосы классифицируются по типу и конструкции вращающегося элемента. В системах смазки обычно применяются насосы трех типов: шестеренчатый насос с наружным зацеплением, шестеренчатый насос с внутренним зацеплением и планетарный насос.

## Шестеренчатый насос с наружным зацеплением

На входе насоса жидкость находится под атмосферным давлением (рисунок 12.21). При вращении ведущей шестерни создается разрежение на впускной стороне насоса. После расцепления зубьев жидкость заполняет пространство и течет в противоположных направлениях в карманах между зубьями, торцовыми пластинами и стенками корпуса. Эти детали вместе с маслом образуют уплотнение, которое препятствует поступлению масла обратно на впускную сторону. При зацеплении зубьев на выпускной стороне жидкость выдавливается из обоих карманов.



12.21 Шестеренчатый насос с наружным зацеплением

1. Вход
2. Выход

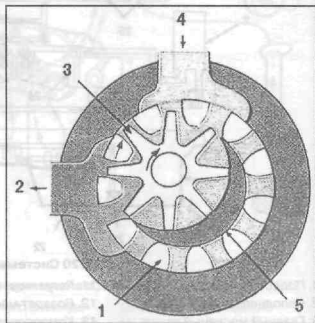
тствует поступлению масла обратно на впускную сторону. При зацеплении зубьев на выпускной стороне жидкость выдавливается из обоих карманов.

## Шестеренчатый насос с внутренним зацеплением

Внутренняя шестерня в этом насосе ведущая, наружная – ведомая (рисунок 12.22). Ось валика ведущей шестерни смещена относительно центра корпуса. Корпус является опорой ведомой шестерни. Напротив впускного и выпускного отверстий находится серповидная вставка, выполненная в корпусе насоса. Зазор между шестернями и вставкой очень мал. Масло захватывается в полости между зубьями ведущей шестерни и серповидной вставкой и выдавливается в выпускной канал.

## Планетарный насос

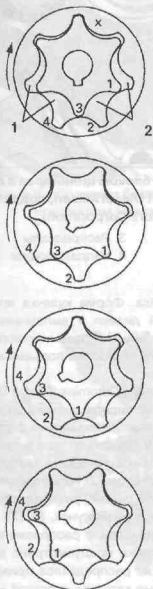
Нагнетающий элемент в этом насосе представляет собой пару шестерен, одна внутри другой (рисунок 12.23). Число зубьев внутренней шестерни на единицу меньше, чем нару-



12.22 Шестеренчатый насос с внутренним зацеплением

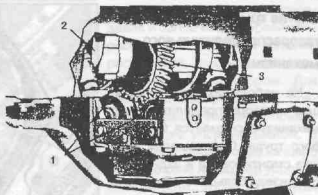
1. Ведомая шестерня
2. Выход масла
3. Ведущая шестерня
4. Вход масла
5. Серповидная вставка

жной. В постоянном зацеплении с наружной шестерней находятся по крайней мере четыре зуба внутренней шестерни. Одна пара зубьев внутренней и наружной шестерен находится в полном зацеплении. В положении, изображенном на рисунке 12.23 в полном зацеплении находятся верхняя пара шестерен (X). По мере вращения ведущей (внутренней) шестерни зазор между шестернями 1 и 2 на стороне нагнетания возрастает, а зазор между шестернями 3 и 4 на стороне всасывания уменьшается. Преимущество насоса такого типа заключается в том, что скорость вращения наружной шестерни гораздо меньше чем у внутренней шестерни.



12.23 Схема планетарного масляного насоса

1. Уменьшающийся карман
2. Увеличивающийся карман



12.24 Балансирный механизм четырехтактного двигателя

1. Противовесы балансирного механизма
2. Коленвал
3. Шестерня привода балансирного механизма

### Снятие масляного поддона, балансирного механизма и масляного насоса

Для снятия масляного поддона следует перевернуть двигатель и отвернуть болты. Если поддон фиксируется направляющими штифтами, то следует выбить штифты молотком с мягким бойком. Для того, чтобы сместить поддон после отворачивания болтов, слегка постучите по нему молотком со свинцовым бойком. Запрещается поддевать поддон острым инструментом за разъемную плоскость.

На части дизелей сняв поддон, снимите балансирный механизм (Рисунок. 12.24). Расшатывайте и доставайте масляный насос.

**Внимание!** На части дизелей масляный насос устанавливается на направляющих штифтах и снабжен регулировочными прокладками, обеспечивающими зазор в зацеплении ведущей шестерни в пределах нормы. Эти прокладки устанавливаются на монтажных поверхностях насоса. При демонтаже такого насоса следует соблюдать особую аккуратность.

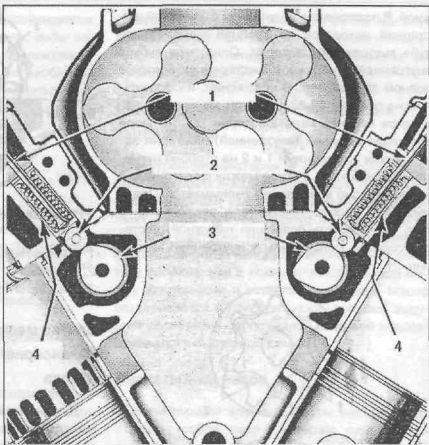
### Крышка газораспределительного механизма

Крышка газораспределительного механизма литая, обычно монтируется в передней части дизеля. На части дизелей крышка газораспределительного механизма выполнена заодно с картером сцепления.

### Снятие крышки газораспределительного механизма

На небольших дизелях крышка газораспределительного механизма снимается без особого труда. Однако, если крышка смонтирована в задней части дизеля большого объема, то следует выполнить следующее.

1. Присоедините к крышке таль подъемника.
2. Отверните болты крепления крышки к блоку цилиндров (или картеру коленвала).
3. Осторожно, чтобы не повредить подшипники и валы привода вспомогательных агрегатов, снимите крышку. Если шестерни привода газораспределительного механизма находятся в задней части дизеля, то на крышке устанавливается сальник коленвала и кронштейны передних опор дизеля.



12.26 Дизель с V-образным блоком цилиндров с двумя распределителями (фирма Detroit Diesel Allison, подразделение General Motors Corporation)

### Распредвал

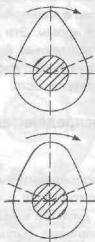
Распредвалы изготавливаются из специальной стали с высокой прочностью на разрыв. Опорные шейки и кулачки распредвала заполированы и термообработаны. Обычно между кулачками распределителя соседних цилиндров располагается одна

1. Толкатели

2. Следящие кулачки

3. Распредвалы

4. Направляющие



12.25 Типовой профиль кулачка распределителя дизеля

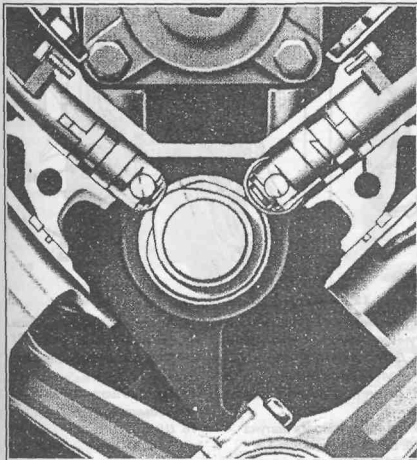
опорная шейка. Форма кулачка определяется конструкцией дизеля и выполнена в соответствии с заданными фазами газораспределения, высотой и скоростью подъема кулачка (Рисунок. 12.24).

В дизелях типа Cummins, Detroit Diesel и 3500 Caterpillar Series используется дополнительный кулачок для привода механизма форсунок.

В дизелях V-образного типа может быть предусмотрено два распределителя, которые вращаются в противоположных направлениях (Рисунок. 12.26), либо по одному распределителю на каждую головку цилиндров (Рисунок. 12.27).

На части дизелей с расположением цилиндров в ряд также предусмотрено два распределителя. Один из распределителей приводит в действие впускные клапаны, а другой – выпускные (Рисунок. 12.7).

Осевой люфт распределителя задается либо упорными подшипниками, либо упорными пластинами, либо шайбами, которые прокладываются



12.27 Дизель с V-образным блоком цилиндров с одним распределителем (фирма Cummins)

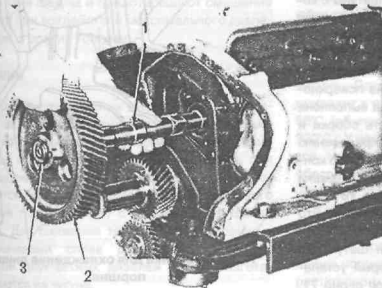
ются между шестерней распределителя и запяточником первой опорной шейки. На части дизелей распределитель фиксируется упругим пунжером. Для фиксации распределителя в осевом направлении также применяются две упорные шайбы. В такой конструкции одна из шайб расположена на задней упорной поверхности, тогда как другая шайба между опорной шейкой и шестерней распределителя, распределитель фиксируется в осевом направлении самой шестерней.

### Снятие распределителя, шестерен привода и ремней

Как правило, распределитель снимается вместе с шестерней после отворачивания болтов крепления упорных пластин (Рисунок. 12.28). Шестерня спрессовывается с распределителя специальным съемником. При снятии промежуточных шестерен привода вспомогательных агрегатов, обозначьте их, чтобы при сборке установить на прежние места.

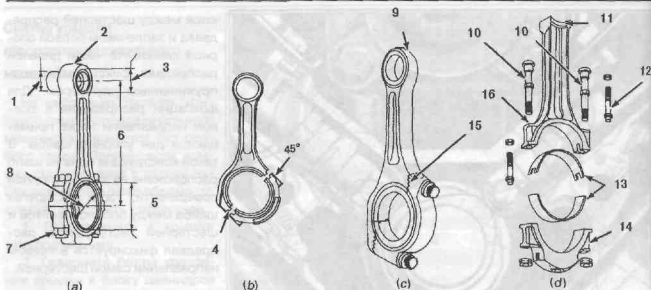
### Шатуны

Шатуны для поршней открытого типа изготавливаются из штампованной стали (Рисунок. 12.29). Нижняя головка шатуна разъемная. Обе части (крышка и тело шатуна) обрабатываются совместно. Шатун термообработан и сбалансирован на специальном электронном оборудовании. На части шатунов имеются продольные отверстия для подвода масла к поршневому пальцу. На некоторых шатунах также предусмотрен жиклер, запрессованный в отверстие для контроля потока масла. В головках таких шатунов запрессованы втулки со спиральной сма-



12.28 Снятие распределителя (фирма Allis-Chalmers Corp.)

1. Распределитель
2. Шестерня распределителя
3. Стопорное кольцо



12.29 Шатуны

1. Диаметр втулки
2. Головка шатуна (для прямой втулки)
3. Диаметр отверстия под поршневой палец
4. Ориентационная бобышка и канавка

5. Диаметр отверстия по шатунные шейки
6. Длина шатуна
7. Болт крышки шатуна
8. Диаметр шатунного подшипника
9. Конусная головка шатуна
10. Болты крышки шатуна

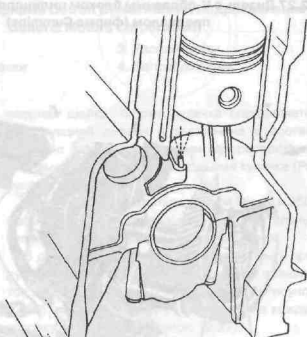
11. Седло поршневого пальца
12. Болт поршневого пальца
13. Вкладыши шатунного подшипника
14. Крышка шатуна
15. Бобышка
16. Шатун

зочной канавкой для улучшения смазки поршневых пальцев. В дизелях многих изготовителей предусмотрено отдельное сопло для охлаждения поршня с внутренней стороны (Рисунок 12.30).

На дизелях также применяются шатуны с конусообразным вырезом в верхней части для удержания масла, которое используется для смазки втулок поршневых пальцев с радиальными или спиральными смазочными канавками.

В еще одной конструкции шатуна поверхности стыковки крышки и тела шатуна выполнены рифленой. Это повышает жесткость сборки и способствует равномерному распределению нагрузки на крышку и тело шатуна. Если по конструктивным соображениям размер крышки должен превышать диаметр цилиндра, то болты крепления располагаются по вертикали, что уменьшает поперечный размер шатуна.

На рисунке 12.29д представлен шатун для поршня крейцкопфного типа, который устанавливается на дизелях фирмы Detroit серий 71, 92 и 149. Головку шатуна с отверстием под поршневой палец в этом шатуне заменяет седло. Поршневой палец крепится двумя болтами, которые пропускаются сквозь отверстия в седле и

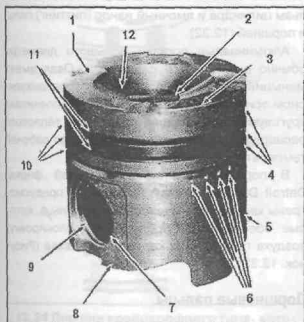


12.30 Форсунка для охлаждения днища поршня

вворачиваются в специальные гайки, вставленные в палец.

Болты шатунов изготавливаются из специальной стали, они обеспечивают центровку кры-





12.31 Поршень открытого типа (Caterpillar)

1. Область кармана клапана
2. Тепловая заглушка
3. Днище
- 4, 10. Канавки под кольца
5. Юбка
6. Смазочные отверстия
7. Отверстие под палец
8. Полупроскальзывающая юбка
9. Канавка под стопорное кольцо
11. Чугунная вставка
12. Чаша камеры сгорания

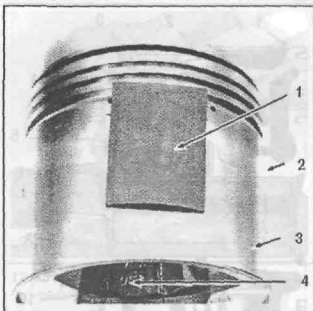
шки и тела шатуна и предотвращают смещение крышки при воздействии максимального давления при сгорании топлива.

## Поршни

Поршни современных дизелей изготавливаются из сплава алюминия с магнием, медью, или из магниево-никелевого сплава. Такие сплавы обеспечивают высокую прочность при сокращении веса поршня. Кроме того, обеспечивается высокая теплопроводность такого поршня по сравнению с поршнями из ковкой стали. Для снижения теплового расширения в алюминиевый сплав добавляется кремний. Поршни двухтактных дизелей обычно изготавливаются из чугуна.

### Поршень открытого типа

Поршни открытого типа устанавливаются на дизелях грузовых автомобилей, строительной и



12.32 Поршень 1. дизелей фирмы Cummins

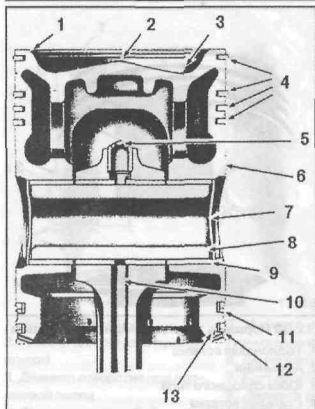
1. Тefлоновая вставка
2. Алюминий
3. Юбка сплошного типа
4. Стальная вставка

землеройной техники, на судах и сельскохозяйственных тракторах. Исключением являются дизели фирмы Detroit серий 71, 92 и 149, на которых устанавливаются поршни крейцкопфного типа.

Поршни открытого типа литые, имеют усиленную конструкцию. Тепло отводится от днища поршня к канавкам поршневых колец и далее к юбке поршня (Рисунок. 12.31). Обычно поршни охлаждаются разбрызгиванием масла с внутренней стороны днища, меньший вклад в охлаждение поршня вносят теплопроводность и конвекция. Применение охлаждающей форсунки приводит к понижению температуры поршня на 58°C (обычно поршень нагрет до температуры 320°C). У некоторых поршней поверхность лудится, что понижает вероятность скалывания и обеспечивает более тесную подгонку поршня к цилиндру.

В поршнях фирмы Caterpillar в днище поршня впрессована заглушка из нержавеющей стали, которая предохраняет алюминиевую часть днища поршня от повреждения. Заглушка отбирает тепло и передает его на внутреннюю поверхность днища, откуда тепло рассеивается.

В поршнях почти всех современных дизелей предусмотрены чугунные вставки, которые снижают скорость износа канавки верхнего поршневого кольца. Для удаления масла, которое



**12.33 Поршень дизеля фирмы Detroit**

1. Венец
2. Головка
3. Чашеобразное углубление
4. Компрессионные кольца
5. Форсунка
6. Поршень
7. Стопорное кольцо
8. Поршневой палец
9. Втулка поршневого пальца
10. Канал подвода масла
11. Верхнее маслосъемное кольцо
12. Нижнее маслосъемное кольцо
13. Расширитель

соскребает маслосъемное кольцо, в поршне сделаны сквозные отверстия под канавкой нижнего кольца.

Юбка поршня равномерно распределяет усилия на стенку цилиндра. Юбка поршня дизеля выполняется сплошной или "полупроскальзывающей". Юбка последнего типа обеспечивает прохождение шатуна или щеки коленвала без задевания поршня, когда шатунная шейка находится под углом 90°.

На поршнях мощных дизелей фирмы Cummins применяются тефлоновые вставки, которые обеспечивают уменьшение вибраций ги-

льзы цилиндра и ямочный износ (питтинг) гильз и поршней (12.32).

Алюминиевые поршни большого диаметра обычно выполняются овальными. Овал имеет меньший размер в направлении перпендикулярном оси поршневого пальца, что обеспечивает круговую форму поршня вследствие теплового расширения после нагрева поршня до рабочей температуры.

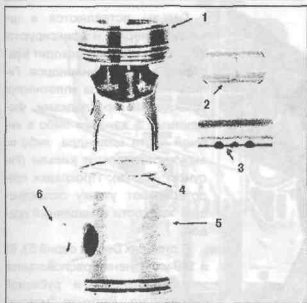
В поршнях двухтактных дизелей фирмы Detroit Diesel в нижней части юбки предусмотрены канавки под маслосъемные кольца, которые обеспечивают пропускание (блокировку) воздуха продувки из картера коленвала (Рисунок 12.33).

## Поршневые пальцы

Пальцы изготавливаются из прочной высокоуглеродистой стали. Поверхность пальцев закалена и полирована. На большинстве дизелей применяются поршневые пальцы полностью плавающего типа. Этот термин означает, что поршень может свободно покачиваться как в шатуне, так и в поршне. Пальцы удерживаются в поршнях стопорными кольцами, которые вставлены в канавки поршня. В дизелях некоторых изготовителей палец крепится к шатуну хомутом и стяжным болтом, или шатун непосредственно крепится болтами к пальцу. На некоторых поршнях отверстия под пальцы несколько уширены, что необходимо для установки стопорных элементов поршневого пальца. На двухтактных дизелях фирмы Detroit стопорные элементы пальца предотвращают прохождение воздуха через отверстие в пальце внутрь картера коленвала. На многих поршнях прилив под палец имеет некоторую конусность, что предотвращает образование трещин в отверстии под палец и снижает вероятность прихвата пальца.

## Поршни крейцкопфного типа

Поршни крейцкопфного типа устанавливаются на дизелях фирмы Detroit серий 71, 92 и 149. Поршни такого типа состоят из двух основных частей: днища, в котором выполнены канавки под компрессионные кольца, и юбки, в которой выполнены канавки под маслосъемные кольца. Обе части соединяются поршневым пальцем. В поршнях также предусмотрено кольцо, уплотняющее стык между днищем и юбкой.



**12.34 Поршни крейцкопфного типа, которые устанавливаются на дизелях фирмы Detroit**

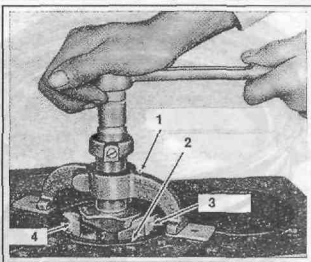
1. Днище
2. Подшипник (штулка)
3. Поршневой палец
4. Уплотнительное кольцо
5. Юбка
6. Замок поршневого пальца

В дизелях серии 149 без турбонаддува применяются плавающие поршни, которые состоят из держателя и поршня. Обе эти части соединены пружинным кольцом.

Поршни дизелей Detroit снабжаются полуподшипником, который установлен в верхней части отверстия под палец (Рисунок. 12.34). Шатун крепится к поршневому пальцу болтами. В дизелях 149 серии с плавающими поршнями усилие от расширения сгорающего топлива передается на поршень, от него на упорную шайбу, держатель, полуподшипник, поршневой палец, шатун и на шейку коленвала. В дизелях серий 71, 92 и 149 усилие передается от днища непосредственно на полуподшипник и поршневой палец. Юбка разгружена от вертикального усилия и от теплового расширения. Тепловая нагрузка воспринимается днищем.

В дизелях серий 71, 92 и 149Т предусмотрено охлаждение днища маслом, которое под давлением поступает из продольного отверстия в шатуне и попадает на тыльную часть днища через поршневой палец.

В плавающих поршнях дизелей серии 149 без турбонаддува масло под давлением поступает на поршень через втулку и держатель.



**12.35 Развертка для удаления буртика выработки в верхней части цилиндра**

1. Развертка
2. Гильза
3. Режущая кромка
4. Направляющая

Часть масла поступает через канавку в полуподшипнике в область между держателем и поршнем, где задерживается на время обратного хода поршня. Часть масла сливается в картер коленвала через два отверстия в держателе.

### Снятие поршня с шатуном

Удалите нагар в верхней части цилиндра. Поверните коленвал на 90° и отверните болты, или расшплинтуйте гайки шпилек шатунных крышек. Снимите крышки. Если крышки не поддаются снятию, то сместите их легкими ударами молотка со свинцовым бойком. Достаньте оба вкладыша шатунного подшипника. Обозначьте шатун, из которого удалены вкладыши. Вытолкните поршень с шатуном из цилиндра. Обозначьте каждый поршень и шатун по номеру цилиндра, из которого они удалены (если на шатунах отсутствуют метки изготовителя).

### Снятие поршневых колец и шатунов с поршней.

С поршней открытого типа кольца снимаются с помощью приспособления аналогичного по внешнему виду развертке цилиндра, показанной на рисунке 12.35. Удалите стопорные кольца и вытолкните палец из поршня, удерживая поршень (Рисунок. 12.36).



12.36 Снятие поршневых колец

Для снятия шатуна с поршня крейцкопфного типа, зажмите шатун в тиски, небольшим керном пробейте отверстие в замке пальца, подденьте замок за отверстие и достаньте из отверстия. Прodelайте то же самое с другим замком пальца. Отпустите два болта крепления пальца к шатуну и достаньте шатун из тисков. Установите поршень днищем вниз, отверните болты и снимите шатун. Вытолкните поршневой палец и достаньте юбку, уплотнительное кольцо и полуподшипник.

## Гильзы цилиндров

В дизелях применяются гильзы "сухого" и "мокрого" типов (Рисунок. 12.37). Гильзы обоих типов изготавливаются из чугуна и обрабатываются под необходимый размер. Внутренняя поверхность закаливается, шлифуется и хонингуется. Не которые изготовители проводят дополнительную химическую обработку.

Гильзы вставляются в цилиндр сверху и фиксируются фланцем, который заходит в расточку в блоке цилиндров. Гильзы мокрого типа уплотняются кольцевыми прокладками, уложенными в канавки либо в нижней части цилиндра, либо по окружности вокруг гильзы (Рисунок. 12.37в). Прокладки предотвращают утечку охлаждающей жидкости в масляный поддон.

В дизелях Detroit серий 53, 91 и 149 уплотнение располагается между фланцем и рубашкой охлаждения. Верхняя "мокрая" гильза окружена рубашкой охлаждения. Нижняя часть гильзы "сухого" типа, включая овальные впускные отверстия, обдувается воздухом (Рисунок. 12.37а).

В двухтактном дизеле Detroit серии 71 используются "сухие" гильзы. В дизеле предусмотрена секционированная рубашка охлаждения. Обе секции соединены полыми распорками. Жидкость поступает сначала в нижнюю секцию, и, пройдя через полости, попадает в верхнюю секцию, после чего жидкость поступает в головку цилиндров (Рисунок. 12.37б).

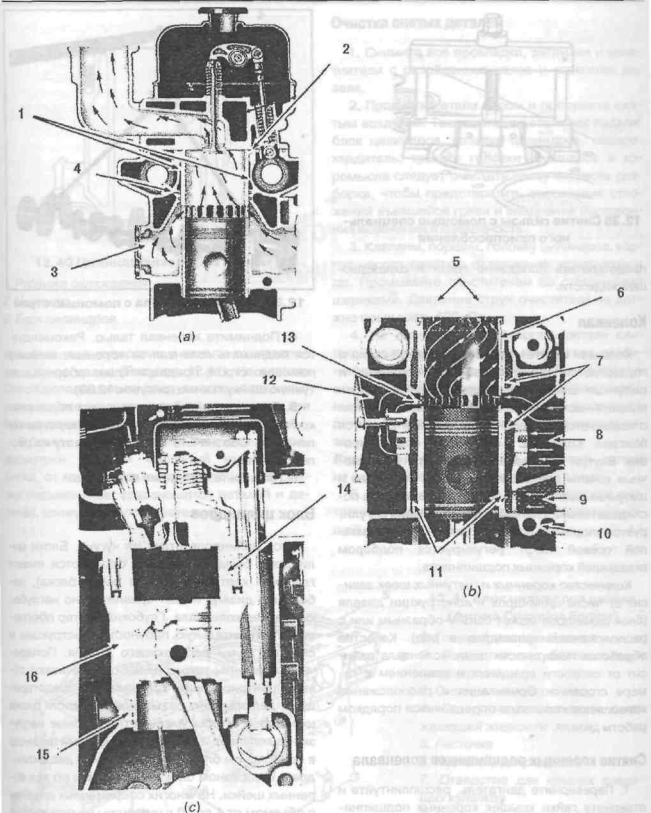
## Снятие гильз

При снятии гильз следует соблюдать следующие общие правила.

1. Гильза достается только съемником (Рисунок. 12.38), запрещается выбивать гильзу, так как можно повредить блок цилиндров.

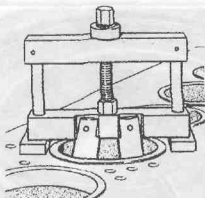
2. Если гильза удаляется из блока цилиндров из алюминиевого сплава, то поместите весь блок в водяную баню с температурой 82°C, или пропустите горячую воду через блок цилиндров. Когда блок нагреется, гильзу можно извлечь с гораздо меньшим усилием.

**Внимание!** Если по каким-либо причинам гильзу надо заменить, а коленвал следует оставить на месте, то следует укрыть коленвал и внутреннюю часть картера коленвала, чтобы



12.37 Гильзы: а). "сухого" и "мокрого" типов, б). "сухого" типа, с). "мокрого" типа

- |   |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Охлаждающая жидкость                     | 6. Гильза                              | 11. Рубашка охлаждения          |
| 2. Гильза                                   | 7. Охлаждающая жидкость                | 12. Воздушная коробка           |
| 3. Воздушная коробка                        | 8. Воздух от нагнетателя               | 13. Вход воздуха от нагнетателя |
| 4. Уплотнительное кольцо                    | 9. Вход охлаждающей жидкости от насоса | 14. Гильза                      |
| 5. Выпускные отверстия охлаждающей жидкости | 10. Масляный канал                     | 15. Охлаждающая жидкость        |



**12.38 Снятие гильзы с помощью специального приспособления**

*предотвратить попадание грязи и охлаждающей жидкости.*

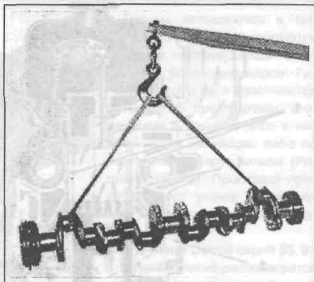
## Коленвал

Коленвал изготавливается из ковкой стали и подвергается термообработке. Коренные и шатунные шейки коленвала закалены токами высокой частоты. Противовесы коленвала или отковываются как единое целое, или крепятся болтами. Коленвал динамически сбалансирован. Внутри коленвала предусмотрены смазочные каналы для подвода масла к коренным и шатунным шейкам. Эти шейки смазываются последовательно. Осевой люфт коленвала регулируется упорными полукольцами, на части дизелей осевой люфт регулируется подбором вкладышей коренных подшипников.

Количество коренных и шатунных шеек зависит от числа цилиндров и конструкции дизеля (блок цилиндров может быть V-образным или с расположением цилиндров в ряд). Качество обработки поверхности шеек коленвала зависит от скорости вращения и давлением в камере сгорания. Ориентация и расположение кривошипов коленвала определяется порядком работы дизеля.

## Снятие коренных подшипников коленвала

1. Переверните двигатель, расшплинтуйте и отверните гайки крышек коренных подшипников (или болты).
2. Проверьте наличие ориентационных меток на крышках коренных подшипников.
3. Снимите крышки коренных подшипников с направляющих штифтов. На части дизелей рекомендуется использовать специальный съемник крышек.



**12.39 Снятие коленвала с помощью строп**

4. Поднимите коленвал талью. Рекомендуется поднимать коленвал за коренные шейки с помощью строп, предварительно обернув шатунную шейку тканью (рисунок 12.39).

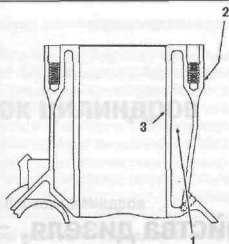
5. Достаньте вкладыши коренных подшипников из крышек и блока цилиндров (картера коленвала). Обозначьте крышки по месту их расположения.

6. Проверьте состояние коленвала.

## Блок цилиндров

Блок цилиндров отлит из чугуна. Блоки цилиндров больших дизелей отливаются имеют глубокий картер коленвала (юбку блока), небольшие дизели имеют сравнительно неглубокий картер коленвала. Глубокий картер обеспечивает значительную прочность конструкции и снижает шумы работающего дизеля. Поперечные элементы такого блока обеспечивают точное центрирование коленвала и предотвращают деформацию разъемной плоскости блока цилиндров. Чтобы уменьшить изгибные нагрузки на коленвал и вибрации, на каждый цилиндр в однорядном блоке цилиндров (или два цилиндра в V-образном блоке) приходится по две коренных шейки. На многих современных дизелях с объемом от 4 до 10 л цилиндры не гильзуются (например, в четырехтактных дизелях Fuel Pincher фирмы Detroit, дизелях Ford BSD, Case-Cummins серии 1, дизеле Caterpillar серии 3028, дизелях D-466 и 7,3L компании International Harvester).

Стенки цилиндров, постели под коренные подшипники коленвала и опорные шейки рас-



12.40 Цилиндр дизеля без гильзы

1. Рубашка охлаждения
2. Цилиндр
3. Блок цилиндров

предвала, все отверстия и каналы отливаются как единое целое (Рисунок. 12.41). На дизелях Detroit дополнительно предусмотрены так называемые "воздушные коробки", — каналы для прохождения воздуха внутри блока цилиндров.

В блоках цилиндров почти всех дизелей предусмотрен главный масляный канал вдоль блока, от которого отходят отверстия для смазки подшипников, вращающихся деталей и деталей, движущихся поступательно.

## Очистка снятых деталей

1. Снимите все прокладки, заглушки и уплотнители с разобранных узлов и агрегатов дизеля.

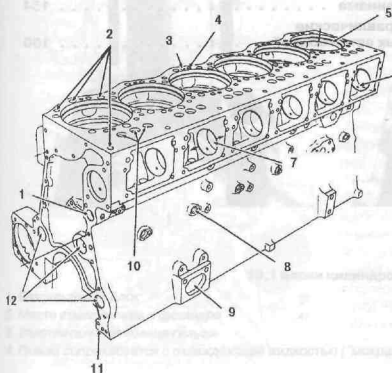
2. Продуйте детали паром и просушите сжатым воздухом. Такие узлы и детали как поддон, блок цилиндров, головка цилиндров, маслоохладитель, крышка головки цилиндров и коромысла следует очистить сразу же после разборки, чтобы предотвратить застывание отложений въевшейся грязи и внедрение посторонних включений в поверхность.

3. Клапаны, поршни, головку цилиндров, корпус насоса системы охлаждения, крыльчатки и др. Промывайте очистителем со стеклянными шариками. Давление струи очистителя не должно превышать 620 кПа.

4. Не допускается подвергать детали слишком долгому воздействию очистителя, особенно при очистке мягких деталей. После промывки струей абразивного очистителя (со стеклянными шариками) детали обязательно промойте детали в растворителе и просушите сжатым воздухом.

**Внимание!** Не допускается промывать детали из алюминиевого сплава в горячей ванне

5. Тщательно очистите струей пара все внутренние каналы для подвода масла и охлаждающей жидкости.



12.41 Блок цилиндров дизеля (фирма Cummins Engine)

1. Главный масляный канал
2. Отверстия под болты головки цилиндра
3. Смазочные отверстия
4. Отверстия для подвода охлаждающей жидкости
5. Расточка
6. Постели распревала
7. Отверстие для крышек следящих кулачков
8. Отверстия масляных форсунок
9. Отверстия для крепления масляного фильтра
10. Отверстия под толкатели
11. "Глубокая" юбка блока цилиндров
12. Отверстие под вал промежуточного ролика (шестерни)

## Часть 2

# Детали внутреннего устройства дизеля, — ремонт и обслуживание

|  |     |
|--|-----|
| 13. Блок цилиндров . . . . .   | 75  |
| 14. Распредвал . . . . .   | 81  |
| 15. Гильзы цилиндров . . . . .   | 84  |
| 16. Коленвал . . . . .   | 89  |
| 17. Подшипники . . . . .   | 95  |
| 18. Шатуны . . . . .   | 106 |
| 19. Поршни и кольца . . . . .  | 111 |
| 20. Масляные насосы и маслоохладители . . . . .  | 125 |
| 21. Головка цилиндров и клапаны . . . . .  | 134 |
| 22. Газораспределительный механизм . . . . .   | 148 |
| 23. Картер сцепления, маховик и крышка<br>газораспределительного механизма . . . . .             | 154 |
| 24. Устройства торможения и гидравлические<br>замедлители дизелей грузовых автомобилей . . . . . | 160 |



## Глава 13

## Блок цилиндров

## Типы блоков цилиндров

Блоки цилиндров подразделяются на две категории – гильзуемые со сменными гильзами и безгильзовые, в которых цилиндр выполнен заодно с блоком (рисунок 13.1).

## Преимущества гильзуемых блоков

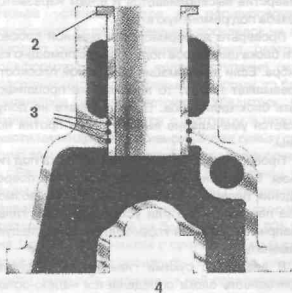
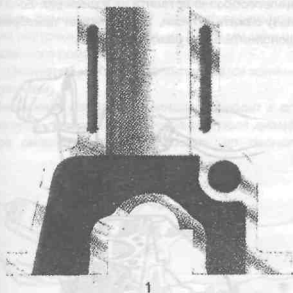
1. Несложный ремонт. Гильзу можно заменить или расточить отдельно.
2. Можно установить гильзу из более износостойкого сплава. Эти гильзы изготовитель предоставляет в запчасти.

## Преимущества безгильзовых блоков

1. Такие блоки более просты и дешевле в изготовлении.
2. Блок является более прочным и легким по сравнению с гильзуемым.
3. Практически исключена утечка охлаждающей жидкости в картер коленвала.

## Проверка блока цилиндров

Проверьте состояние отверстий подвода охлаждающей жидкости, которые могут быть поражены коррозией и заведомо не обеспечат надлежащего уплотнения. При необходимости



13.1 Блоки цилиндров

1. Безгильзовый блок
2. Место стыка гильзы и цилиндра
3. Уплотнительные кольца гильзы
4. Гильза соприкасается с охлаждающей жидкостью ("мокрая гильза")

отверстия следует развернуть и вставить втулки. Наличие трещин в блоке проверяется красящим проникающим составом, который оставляет сплошные или прерывистые дорожки на поверхности. Трещины также проверяются методом опрессовки блока цилиндров.

## Опрессовка

Установите уплотнители и заглушки каналов блока цилиндров. Заполните рубашку охлаждения раствором антифриза, коэффициент поверхностного натяжения которого меньше чем у воды. Давление опрессовки 560 кПа, время опрессовки 2 часа.

Можно также погрузить блок цилиндров в горячую воду (температура воды 82°C) и подать в каналы системы охлаждения блока воздух под давлением.

Деформация разъемных плоскостей блока цилиндров проверяется калибром и щупом. Особо тщательно следует проверить места около шпилек и отверстий под болты. Сдеформированная поверхность шлифуется в соответствии с указаниями изготовителя.

Проверьте состояние резьб блока цилиндров. Если обнаруживается сильно поврежденная резьба, которую восстановить невозможно, то отверстие высверливается и в нем нарезается резьба под ремонтную втулку.

Проверьте деформацию разъемной плоскости блока цилиндров под головку с помощью калибра. Если деформация разъемной плоскости превышает норму, то необходимо шлифовать блок цилиндров. При шлифовке не допускается уменьшение высоты блока против нормы.

Проверьте состояние расточек блока под гильзы. Если обнаруживаются серьезные повреждения поверхностей, из-за которых невозможна перешлифовка или установка новых гильз (например, сильная коррозия), то блок следует заменить.

В дизелях с сухими гильзами дальнейшая пригодность блока определяется надежностью контакта гильзы и блока, который обеспечивает теплоотвод от гильзы. Повышенный зазор в гильзе, или деформация цилиндра в блоке приводят к снижению теплоотвода. Перед проверкой конусности и овальности гильзы (цилиндра) в блоке необходимо его отхоннинговать камнем с зернистостью 120.

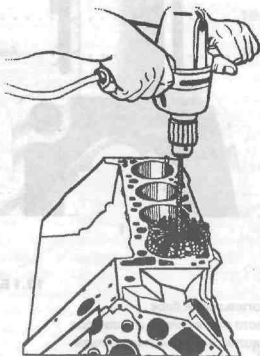
## Хоннигование цилиндра

Хоннигование цилиндра ведется специальной щеткой с наждачными окончаниями (камень с зернистостью 120). Щетка зажимается в электродрель. Включите электродрель и периодически перемещайте ее вверх и вниз в цилиндре. В процессе хоннигования периодически очищайте камни и переставляйте щетку. При хонниговании ось щетки должна проходить через центр цилиндра.

**Внимание!** На двухтактных дизелях продолжительное хоннигование области вблизи впускного окна цилиндра не допускается. При хонниговании этот участок обрабатывается наиболее интенсивно, чем остальные области цилиндра.

В процессе хоннигования следует постоянно контролировать размер цилиндра и осматривать состояние его поверхности. Хоннигование считается законченным, если изменение диаметра цилиндра во всех направлениях находится в пределах минимально допустимого. После хоннигования цилиндр промывается горячей водой с мылом. Применение растворителя не обеспечивает полного удаления остатков абразивного материала.

**Внимание!** При хонниговании мокрых гильз целесообразно вставить их в цилиндр. Если гильзу зажать в тиски, то она может приобрести дополнительную овальность.



13.2 Хоннигование цилиндра

## Проверка диаметра цилиндра

Перед проверкой диаметра необходимо тщательно промыть стенки цилиндра горячей водой с мылом, просушить сжатым воздухом и смазать маловязким маслом. Затем бумажным тампоном надо тщательно протереть стенки до тех пор, пока на бумаге не останется никаких следов.

Внутренний диаметр проверяется индикаторным или телескопическим нутромером. Телескопический нутромер следует предварительно выставить по микрометру на максимальный диаметр цилиндра. Применение телескопического нутромера дает недостаточно точный результат, так как внутри цилиндра трудно найти точки, между которыми надо измерить диаметр. Наиболее точные результаты дает применение стрелочного индикатора с ценой деления измерительной головки в 1 мкм. Предварительно следует выставить головку на ноль по калибровочному кольцу, или по микрометру (последний выставляется на диаметр максимально изношенного цилиндра). Диаметр измеряется в тех местах по длине цилиндра, которые указаны в руководстве по ремонту.

Если диаметр превышает норму, то следует увеличить диаметр на хоннинговальном станке, или с помощью расточной оправки, чтобы установить ремонтную гильзу. Диаметр окончательной расточки должен быть на 0,025 мм меньше заданного ремонтного.

Окончательная доводка выполняется хоннингованием.

**Внимание!** Расточка цилиндра приводит к его нагреву, поэтому, в процессе контроля диаметра цилиндра следует выждать до полного

остывания блока цилиндров. Также из-за нагрева рекомендуется растачивать цилиндры через один, чтобы избежать тепловых деформаций.

## Проверка и измерение выступания гильз

Проверьте состояние поверхности расточек под гильзы, так как гильза может сместиться из-за недостаточно затянутых болтов головки цилиндров, или недостаточного выступания гильзы. Убедитесь, что фланец гильзы соприкасается с расточкой по всему ее периметру.

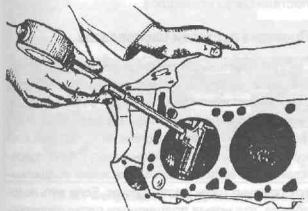
Существует несколько способов измерения выступания гильзы. Один из них заключается в измерении глубины расточки по крайней мере в четырех местах и толщины фланца гильзы (Рисунк. 13.4). Разность этих измерений равна выступанию гильзы. Следует отметить, что разброс глубины расточки под гильзу не должен превышать предельно допустимого.

Другой способ состоит в измерении расстояния от разъемной плоскости блока цилиндров до торца гильзы, установленной без регулировочных прокладок и уплотнительных колец. Для этого используется стрелочный индикатор со специальной оснасткой. Выступление измеряется по крайней мере в четырех местах.

Если выступание не соответствует норме, то гильза устанавливается на регулировочные прокладки. Если применение прокладок не позволяет свести выступание к норме, расточка сдеформирована, или если выступание гильз соседних цилиндров превышает норму, то блок цилиндров следует расточить. Убедитесь, что гильза не соприкасается с буртиком в нижней части цилиндра, в противном случае гильзу следует заменить, или расточить блок цилиндров.

Расточка блока цилиндров под фланец гильзы выполняется в соответствии с указаниями завода-изготовителя. При расточке скорость резания повышается не более чем на 0,025 мм на 1 оборот. На дизелях с сухими гильзами следует обязательно проверить состояние нижней части цилиндра, наличие на ней повреждений и коррозии, а также измерить диаметр в этой части и соосность. Если диаметр не соответствует норме, то нижняя часть цилиндра растачивается под ремонтную гильзу.

**Внимание!** На больших дизелях иногда возникает необходимость расточки под гильзу только одного цилиндра, без полной разборки двигателя. Для этого надо достать из неисправного



13.3 Измерение внутреннего диаметра цилиндра

цилиндра поршень с шатуном и установить заглушку, предотвращающую попадание стружки от режущего инструмента на коленвал и внутренние стенки блока цилиндров.

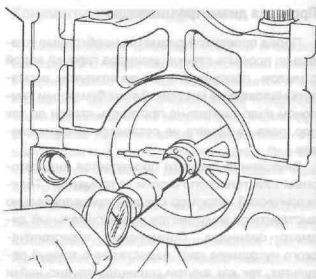
Рекомендуется в качестве заглушки использовать круг из картона, вырезанный в точности по цилиндру. Затем все стыки и отверстия обрызгать аэрозольным кремом для бритья. После расточки удалить пылесосом крем с налипшими частицами.

### Проверка состояния крышек коренных подшипников и постелей

Проверьте наличие износа, выбоин и задиров на крышках коренных подшипников и на постелях коленвала. Убедитесь в полном прилегании разъемных плоскостей крышек к ответным плоскостям блока цилиндров (при этом следует убедиться, что крышка установлена по месту). Установленная по месту крышка подшипника не должна покачиваться, в противном случае между плоскостями крышки и блока имеется зазор и при затягивании болтов крышка деформируется.

Поставьте крышки по месту, затяните болты с заданным моментом и проверьте диаметр отверстий под коренные подшипники в вертикальном, горизонтальном и диагональном направлениях (Рисунок. 13.5).

Проверьте также соосность отверстий под коренные подшипники. Нарушение соосности может быть обусловлено перегревом двигателя, длительной работой дизеля на больших оборотах, вибрациями, поломкой коленвала,



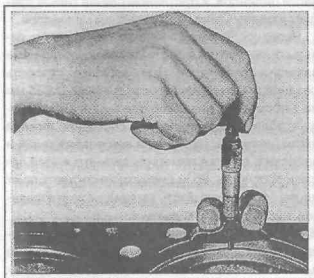
**13.5 Проверка диаметра отверстия под коренной подшипник при установленной крышке подшипника**

или большими напряжениями. Соосность проверяется калибром или протяжкой. Если используется калибр с диаметром на 0.127 мм меньше чем диаметр отверстий под подшипник, то надо снять крышки, уложить калибр в смазанные постели и затянуть крышки с заданным моментом. Калибр должен вращаться от руки. Вместо калибра можно установить новый коленвал, уложив в крышки и постели новые вкладыши.

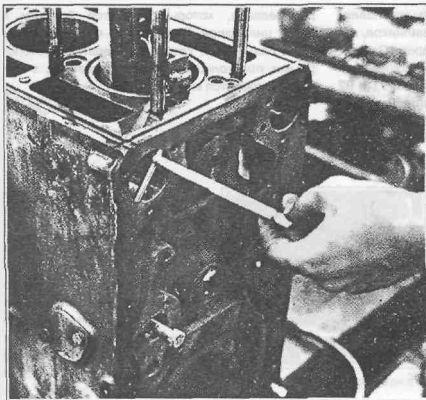
Если соосность отверстий под коренные подшипники нарушена, их диаметр превышает норму, или обнаруживаются серьезные повреждения, то блок цилиндров следует заменить. Если установка новых крышек может обеспечить устранение этих изъянов, то следует расточить постели блока цилиндров.

### Проверка постелей распределителя

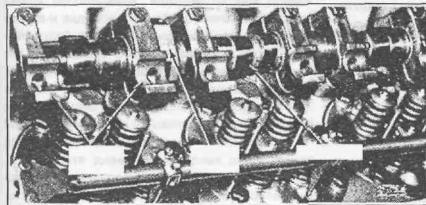
При капитальном ремонте распределитель и подшипники как правило меняются. Постели под распределитель и/или балансирный вал в блоке цилиндров обычно мало подвержены износу и деформациям, однако, состояние отверстий следует проверить, так как они могут быть повреждены при неправильном удалении подшипников опорных шеек распределителя. Если есть подозрение, что новые подшипники плохо запрессованы в постели, то их следует снять и проверить диаметр постелей.



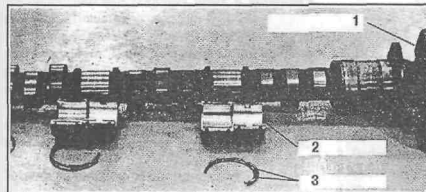
**13.4 Проверка глубины расточки под гильзу**



13.6 Измерение диаметра постели распревала



13.7 Крышки опорных шеек распревала и упорные полуколыца (дизель фирмы Detroit)



13.8 Распревал и подшипники распревала

1. Торцевой подшипник

2. Разъемные подшипники

3. Стопорные полуколыца

## Снятие и установка подшипников (втулок) распревала

В запчасти поставляются стандартные и ремонтные (0,25 мм) подшипники. Место установки распревала определяется конструкцией дизеля. Распревал может устанавливаться в картере коленвала, в верхней части блока цилиндров, или в отдельном корпусе подшипников (на верхнеклапанных дизелях).

Зазор в опорных шейках распревала обычно составляет 0,050 мм. Если зазор больше 0,203 мм, то требуется замена. Зазор определяется по разности внутреннего диаметра подшипника и опорной шейки.

Чтобы избежать повреждения постелей, подшипники следует запрессовывать тем же приспособлением (съемником), которое использовалось для их снятия. Если распревал имеет съемные крышки опорных шеек, то подшипники следует уложить по месту, проследив за правильностью их ориентации, чтобы не перекрыть смазочные отверстия. При установке подшипников в отверстия следует обозначить центры смазочных отверстий на подшипнике и постели метками и обеспечить совпадение этих меток при сборке.

На дизелях фирмы Detroit серии 149 распревал устанавливается в постели на разъемные вкладыши и сверху крепится крышками. Осевой люфт регулируется упорными полукольцами (Рисунок. 13.7).

Часть крышки опорной шейки распревала используется для установки валика коромысел, кулачки распревала действуют непосредственно на коромысла.

В дизелях Caterpillar распределвалы устанавливаются в отдельных корпусах подшипников, которые крепятся к головке цилиндров. Подшипники распределвалов этих дизелей сплошные.

На дизелях фирмы Detroit серий 53, 71 и 92 используются сплошные торцевые подшипники

распредвала, которые крепятся болтами к блоку цилиндров. Подшипники промежуточных шеек разъемные, которые скрепляются стопорными полукольцами, устанавливаются в постели и крепятся винтами.

## Глава 14

## Распредвал

## Проверка состояния

Износ опорных шеек и кулачков распредвала незначителен при своевременной смене масла и периодическом обслуживании двигателя. Если распредвал снабжен внутренними каналами для подвода смазки, то удалите торцовые заглушки и продуйте каналы сжатым воздухом. Проверьте состояние поверхностей опорных шеек и кулачков распредвала, наличие на них следов износа и задиров. При обнаружении повреждений на шейках, кулачках или на шпоночной канавке распредвал следует заменить. Если внешнее состояние распредвала удовлетворительное, то проверьте биение, установив распредвал в призматические опоры (рисунок 14.1). Биение измеряется на центральной шейке и не должно превышать 0,05 мм.

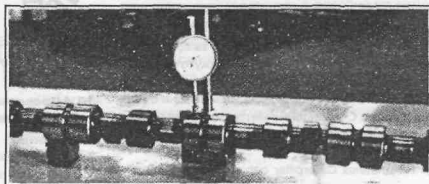
Проверьте диаметры опорных шеек. Износ шеек не должен превышать 0,10 мм. Если износ распредвала превышает норму, установленную изготовителем, то его следует заменить. Тем не менее, некоторыми изготовителями допускается перешлифовка опорных шеек и установка ремонтных подшипников.

Проверьте размеры кулачков (рисунок 14.2) и подъем кулачка. Для этого сначала определите размеры А-С и В-Д, затем вычтите размер В-Д из А-С.

Замените упорную шайбу (или упорное полукольцо), если износ шайбы (полукольца) превышает норму, или поверхность сильно изношена.

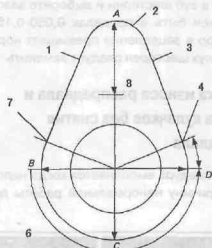
### Установка шестерни распредвала, установка распредвала

Проверьте состояние зубьев шестерни. Если повреждена шпоночные канавки, или напрессовка шестерни с натягом в 0,05 мм невозможна,



14.1 Проверка биения распредвала

то шестерню следует заменить. На V-образных дизелях Cummins и дизелях Detroit 71 серии используется смещенная шпонка, поэтому, при



14.2 Кулачок распредвала с указанием фаз газораспределения

1. Рабочий профиль кулачка, сторона обеспечивающая открытие клапана
2. Носовая часть
3. Рабочий профиль кулачка, сторона обеспечивающая закрытие клапана
4. Клапан закрыт
5. Зазор клапана
6. Основная окружность
7. Клапан начинает открываться
8. Подъем кулачка

сборке распредвала с шестерней следует руководствоваться пособием по ремонту этих дизелей. Некоторые изготовители дизелей рекомендуют нагреть шестерню до  $204^{\circ}\text{C}$ , в то время как на части дизелей шестерня напрессовывается только холодной.

Проверьте зазор между упорной поверхностью распредвала (или подшипником) и упорной шайбой (или шестерней распредвала), который должен быть около 0,100 мм.

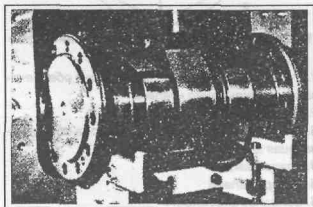
Смажьте подшипники и опорные шейки распредвала и установите по месту. Перед тем как шестерня распредвала зайдет в зацепление с шестерней коленвала или промежуточной шестерней, выставьте упорную пластину по месту, совместите также установочные метки на обеих шестернях. Совмещение меток повторно проверьте после окончательной установки распредвала.

На дизелях Caterpillar серии 3600 предусмотрен секционированный распредвал, который устанавливается в блок цилиндров сбоку (Рисунок. 14.3).

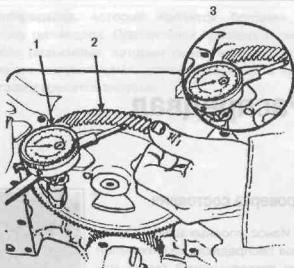
После установки распредвала проверяется зазор в зацеплении шестерен (Рисунок. 14.4). Для этого надо упереть ножку стрелочного индикатора в зуб шестерни и выберите зазор. Зазор должен быть в пределах 0,050-0,152 мм. Если зазор в зацеплении превышает норму, то одну из двух шестерен следует заменить.

### Проверка износа распредвала и подъема кулачков без снятия распредвала

Эта процедура выполняется когда надо установить причину ненормальной работы дизеля,



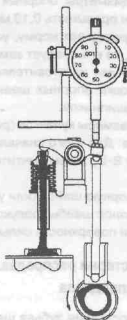
14.3 Секционированный распредвал (дизель Caterpillar серии 3600)



14.4 Проверка зазор в зацеплении ведущей и ведомой шестерен распредвала

1. Индикатор
2. Ведомая шестерня распредвала
3. Выберите зазор и выставьте индикатор на ноль

которая может быть обусловлена недостаточной компрессией в цилиндрах, или неисправность газораспределительного механизма. Для проверки подъема кулачка установите индикатор как показано на Рисунок. 14.5. Проверните коленвал до тех пор пока стрелка не перестанет перемещаться. В этом положении следящий кулачок (или толкатель) упирается в базовую окружность кулачка распредвала. Выставьте индикатор на ноль и проверните коленвал



14.5 Проверка подъема кулачка распредвала без разборки двигателя



по часовой стрелке до тех пор пока стрелка индикатора не начнет двигаться в обратном направлении (толкатель, или следящий кулачок, упирается в головку кулачка распредвала). Считайте показание индикатора, которое равно подъему кулачка. Повторите процедуру для кулачков остальных клапанов.

Чтобы определить износ распредвала покажите распредвал в вертикальном направлении, измерив люфт стрелочным индикатором.

### **Проверка промежуточных и вспомогательных шестерен**

Проверка сводится к осмотру шестерен и валов, проверке состояния зубьев, диаметров валика и ответного отверстия шестерни. Если валик установлен в шестерне на втулке, то проверьте диаметр и состояние втулки. Изношен-

ная втулка выпрессовывается съемником. На части дизелей промежуточные шестерни устанавливаются на конусных роликовых подшипниках. При сборке в этих подшипниках следует отрегулировать предварительный натяг (или осевой люфт). Для этого надо зажать валик шестерни в тиски и провернуть шестерню, проверив усилие проворачивания по динамометру. Показание динамометра сравните с нормативным моментом сопротивления проворачиванию шестерни, указанным в пособии по ремонту. Для проворачивания шестерни рекомендуется привязать один из концов провода к отрезку сварочного электрода, который надо уложить между зубьями шестерни. Обмотайте шестерню проводом (сделав примерно 2 витка), и прикрепите к другому концу провода безмен (пружинные весы), за который и проверните шестерню.

по часовой стрелке до тех пор пока стрелка индикатора не начнет двигаться в обратном направлении (толкатель, или следящий кулачок, упирается в головку кулачка распредвала). Считайте показание индикатора, которое равно подъему кулачка. Повторите процедуру для кулачков остальных клапанов.

Чтобы определить износ распредвала покачайте распредвал в вертикальном направлении, измерив люфт стрелочным индикатором.

## Проверка промежуточных и вспомогательных шестерен

Проверка сводится к осмотру шестерен и валиков, проверке состояния зубьев, диаметров валика и ответного отверстия шестерни. Если валик установлен в шестерне на втулке, то проверьте диаметр и состояние втулки. Изношен-

ная втулка выпрессовывается съемником. На части дизелей промежуточные шестерни устанавливаются на конусных роликовых подшипниках. При сборке в этих подшипниках следует отрегулировать предварительный натяг (или осевой люфт). Для этого надо зажать валик шестерни в тиски и провернуть шестерню, проверив усилие проворачивания по динамометру. Показание динамометра сравните с нормативным моментом сопротивления проворачиванию шестерни, указанным в пособии по ремонту. Для проворачивания шестерни рекомендуется привязать один из концов провода к отрезку сварочного электрода, который надо уложить между зубьями шестерни. Обмотайте шестерню проводом (сделав примерно 2 витка), и прикрепите к другому концу провода безмен (пружинные весы), за который и проверните шестерню.

## Глава 15

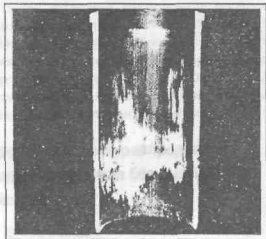
## Гильзы цилиндров

## Проверки

Проверьте состояние гильзы осмотром. При обнаружении трещин, сколов и других следов серьезных повреждений гильзу следует заменить. Типовые повреждения гильз показаны на рисунке. 15.1.

## 15.1 Типовые повреждения гильз цилиндров дизеля

## 1. Задир.



## Возможные причины

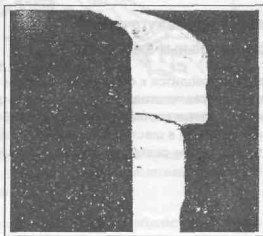
Поломка поршневых колец, задир на поршне, резкое повышение оборотов холодного двигателя, остатки стружки или опилок от хонингования, попадание грязи с воздухом,

Поломка стопорного кольца, или площадки под поршневое кольцо (или вставки), неправильная установка гильзы или уплотнительных колец гильзы, деформация блока цилиндров

## 2. Трещины

## Возможные причины

Неправильная обработка расточки в блоке цилиндров под фланец гильзы, посадка гильзы



с большим натягом, неправильный подбор регулирующих прокладок под фланец гильзы, перетяжка болтов головки цилиндров, выступание гильзы не соответствует норме, деформация разъемной плоскости блока цилиндров. Трещины в нижней части гильзы образуются из-за неправильного подбора уплотнительных колец или их повреждения, перегрева дизеля, локального перегрева, коррозии, задиров

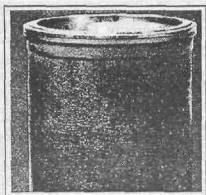
## 3. Коррозионное истирание

## Возможные причины

Неправильная затяжка болтов головки цилиндров, неравномерное выступание гильзы, ослабление гильзы в цилиндре, повреждение или поломка прокладки головки цилиндров



#### 4. Коррозия



##### Возможные причины

Длительное воздействие отработанной охлаждающей жидкости без ее замены, высокое содержание агрессивных веществ в охлаждающей жидкости

#### 5. Кавитация



##### Возможные причины

Аэрация охлаждающей жидкости, перемещение гильзы в цилиндре, повышенная температура охлаждающей жидкости, применение некачественной охлаждающей жидкости, слабый поток охлаждающей жидкости

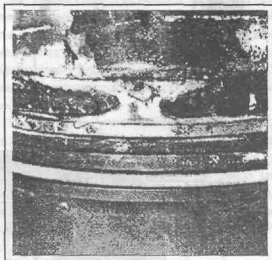
#### 6. Вертикальные трещины



##### Возможные причины

Небрежное обращение, сильная кавитация, притирка поршней

#### 7. Попадание абразивного материала в охлаждающую жидкость



##### Возможные причины

Воздействие смеси абразивного материала с металлическими опилками, попадание в охлаждающую жидкость песка или притирочного материала

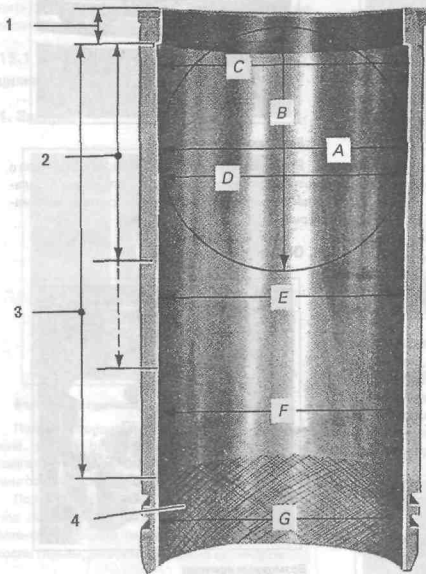
#### 8. Образование накипи



##### Возможные причины

Ненормальная температура охлаждающей жидкости, высокое содержание минеральных солей или посторонних химических веществ в охлаждающей жидкости

## 9. Выкрашивание наружной части гильзы



15.2 Нормальный износ цилиндра

1. Отложение нагара
2. Область наибольшего износа
3. Ход поршня
4. Перекрестный узор отхоннингованной поверхности цилиндра

## Возможные причины

Умеренный или незначительный серый оттенок обусловлен хроматическим воздействием охлаждающей жидкости. Бежевый или коричневый оттенок обусловлен перегревом.

После осмотра и тщательной очистки следует измерить овальность и конусность гильзы. Как правило, допустимая конусность не должна превышать 0,05 мм на длине 101-152 мм.

Внутренний диаметр гильзы измеряется в двух направлениях – перпендикулярном и параллельном оси коленвала (А и В на рисунке 15.2). Диаметр измеряется в местах D, E, F и G, – в месте наивысшего подъема поршневого кольца и указанных в местах по ходу поршня.

Износ гильзы не должен превышать 0,2 мм на длине 101-152 мм. При незначительном износе гильзу следует отхоннинговать. Если изготовитель не предоставляет в запчасти ремонтные поршни, то гильзу с заметным износом следует заменить. Гильзу следует заменить и в том случае, если после хоннингования внутренний диаметр окажется больше нормативного.

Хоннингование обеспечивает удаление пятен обширного износа, устранение конусности гильзы и придание необходимой шероховатости поверхности. Если поверхность слишком грубая, то поршневые кольца быстро изнашиваются, возможна даже поломка кольца или скол канавки в поршне под кольцо. Если поверхность гильзы слишком гладкая, или угол если узора пересекающихся линий не соответствует 25-35°, то приработка поршневых колец затягивается (кольца обычно прирабатываются за первые 200-300 часов работы дизеля). При длительной приработке колец повышается расход масла, снижаются мощность и тяговые качества дизеля, затрудняется его пуск.

Если конусность или овальность гильзы превышают 0,025 мм, но ниже нормы, то хоннигование следует выполнить жесткой щеткой, чтобы придать гильзе полностью круглую форму. Если конусность или овальность гильзы не превышают 0,025 мм, то достаточно удалить "глазурь" гильзы и создать на ее поверхности узоры пересекающихся линий. Для хоннигования можно использовать электродрель на 500 об/мин и щетку с камнем с классом зернистости 180-220. При хонниговании дрель следует перемещать со скоростью 30 проходов/мин. После 15 проходов следует проверить узор на гильзе, конусность и овальность. Хоннигование продолжается до исчезновения всех пятен износа (глазури) и получения однородного узора пересекающихся линий. Хоннигование безгильзового цилиндра ничем не отличается от рассмотренного выше, за тем исключением, что хоннигование может быть процедурой, которая завершает расточку цилиндра под ремонтные поршни. По окончании хоннигования стенки гильзы (цилиндра) надо промыть водой с моющим средством. Промывка растворителем не допускается, так как частицы абразива растворитель почти не удаляет. Просушите гильзу сжатым воздухом и смажьте маслом для двигателя, после чего протрите бумажным тампоном до исчезновения следов на бумаге.

Не допускается повторная установка гильз с канавками на внутренней поверхности, с любыми трещинами, со следами глубокой коррозии, с глянцевой поверхностью или при обнаружении питтинга (ямки) на наружной поверхности. Если ямки еле заметные или незначитель-

ные, то следует установить гильзу так, чтобы они были обращены к передней части двигателя.

## Установка "мокрой" гильзы

При установке "мокрой" гильзы проследите за тем, чтобы гильза встала по месту без приложения большого усилия. После установки гильза должна проворачиваться в цилиндре от руки. В противном случае следует проверить деформацию блока цилиндров, снова очистить гильзу, или сцентрировать расточку под фланец гильзы с цилиндром.

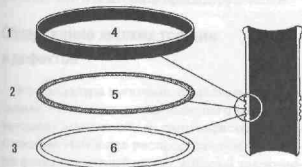
При одевании уплотнительных колец не допускайте их перекручивания. На некоторых дизелях используются уплотнительные кольца гильз трех типов. Например, верхнее кольцо может быть широким (из неопрена), в среднюю канавку устанавливается буна-каучуковое кольцо и в нижнюю канавку – силиконовое кольцо (Рисунок. 15.3).

При установке гильзы некоторые изготовители рекомендуют использовать защитное приспособление для уплотнительных колец. После установки гильзы проверьте равномерность выступания гильзы по окружности цилиндра.

## Установка гильз на дизелях Detroit

Процедура установки сухих и мокрых гильз на этих дизелях ничем не отличается от обычной, рассмотренной выше. Гильзу следует втолкнуть в цилиндр, не поворачивая и не прикладывая значительного усилия. При большом усилии гильза может перекоситься, что приведет к повреждению колец и поршня. Если же гильза не поддается, то поверните ее на 90° и снова попытайтесь установить гильзу. Если гильзу опять не удастся установить по месту, то достаньте ее и проверьте диаметр цилиндра, – возможно понадобится его отхонниговать.

На дизелях Detroit серий 71 и 92 сначала установите в расточку вставку, после чего установите гильзу. На дизелях Detroit серий 53 и 149 вставки под гильзу не предусмотрены, – в дизелях серии 53 гильзы устанавливаются в расточку, а в дизелях серии 149 гильзы опираются на разъемную плоскость блока цилиндров. После установки следует проверить выступание гильзы. При необходимости отрегулируйте зазор прокладками, проложив их между вставкой и блоком цилиндром (71 и 92 серии), или между



15.3 Уплотнительные кольца гильзы дизеля фирмы Cummins

1. Верхнее уплотнительное кольцо (неопрен)
2. Среднее уплотнительное кольцо (буна-каучук)
3. Нижнее уплотнительное кольцо (силиконовое)

расточкой в блоке цилиндров и фланцем гильзы (серия 53). При снятии гильзы вставку или регулировочные прокладки не доставайте.

### Установка сухих гильз

Почти все сухие гильзы устанавливаются в блок цилиндров с натягом. Цилиндр хоннингуе-

тся под диаметр на 0,076 мм меньший наружного диаметра гильзы. Перед установкой гильза помещается в сухой лед или спирт на 25 мин. После прогрева гильзы надо измерить внутренний диаметр гильзы, при необходимости отхоннинговать.

## Глава 16

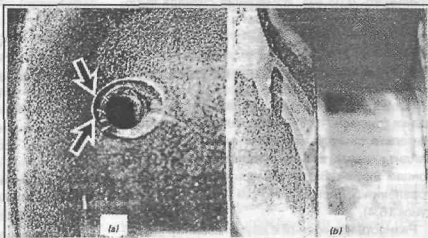
# Коленвал

Проверка коленвала начинается с внешнего осмотра шеек и подшипников. Шейки, подвергнутые повышенному трению, имеют голубоватую окраску. Другими характерными признаками износа коленвала являются образование ступенек на шейках, коррозия упорных поверхностей, трещин около отверстий, повреждение или ослабление противовесов, расширение шпоночной канавки (канавок), образование канавки в шейке, уплотняемой сальником, повреждение места посадки шкива. Если канавка, выработанная сальником не удаляется шлифовой мягкой шкуркой, то коленвал можно проточить и напрессовать втулку. Если результаты осмотра удовлетворительные (т.е. коленвал можно восстановить), то удалите все заглушки и поместите коленвал в каустическую ванну или очистите полости коленвала струей пара с растворителем, после чего прочистите отверстия жесткой щеткой и повторите процедуру очистки.

## Обнаружение мелких трещин и дефектов

Эта процедура выполняется несколькими методами, — с помощью проникающего красителя, методами магнитной, и рентгеновской дефектоскопии. Наиболее распространенным является флюоресцентный метод, который заключается в следующем.

Коленвал покрывается составом, содержащим флюоресцирующие ферромагнитные частицы. В ультрафиолетовых лучах частицы светятся. Коленвал "продевается" через кольцевой электромагнит и освещается ультрафиолетовым светом. Магнитная сила прижимает частицы к



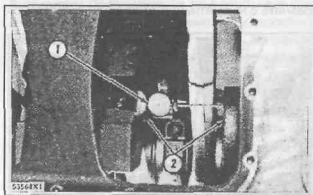
16.1 Усталостные трещины а) Смазочного отверстия, б) Щеки коленвала

краям трещин. В ультрафиолетовом свете трещины и дефекты приобретают светлые очертания, неповрежденные участки коленвала наблюдаются голубоватыми (Рисунок. 16.1).

## Проверка размеров коленвала

### Проверка погнутости

Погнутость коленвала может быть обусловлена неправильной установкой дизеля. Непра-



16.2 Проверка погнутости коленвала

1. Стрелочный индикатор
2. Установочная поверхность



вильная установка опор двигателя приводит к деформации блока цилиндров. Для определения погнутости коленвала следует проверить биение между щеки, установив стрелочный индикатор и медленно вращая коленвал (рисунок 16.2).

Одно из измерений следует выполнить при положении поршня в ВМТ, затем медленно провернув коленвал на угол  $300^\circ$ , выполните второе измерение. Разность показаний не должна превышать  $0,03$  мм. Измерения сначала выполните на прогретом, а затем на холодном двигателе.

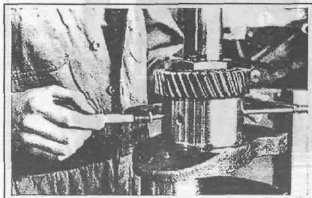
### Проверка состояния шеек коленвала

Проверьте микрометром диаметр каждой шейки (рисунок 16.3) и определите овальность. Измерьте сначала коренные шейки. Для этого найдите место с наименьшим диаметром по концам шейки. Затем измерьте диаметр в направлении перпендикулярном этим местам (рисунок 16.4).

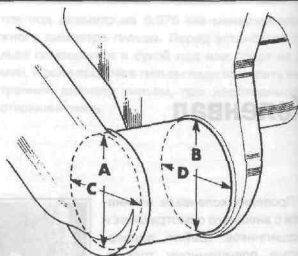
Разность измерений в двух указанных направлениях даст величину овальности и конусности шейки. Проверьте также износ упорного фланца (Рисунок. 16.5).

Износ шатунных шеек может превышать износ коренных шеек (может быть за исключением конусности), так как давление масла в шатунных шейках несколько ниже, чем в коренных, а сами шейки испытывают большие нагрузки.

Проверьте биение коленвала в призмах, или в центрах. При проверке коленвала большого двигателя следует также установить коленвал в центральную опору (призму). Ножка индикатора при проверке должна упираться в гладкую поверхность. Провернув коленвал, определите наибольшую разность отчетов по индикатору и сравните с нормативной величиной биения. До-



16.3 Измерение диаметра коренной шейки



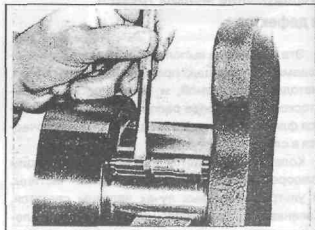
16.4 Измерение конусности и овальности шейки коленвала

пустимое биение не должно превышать  $0,0635$  мм. Биение проверяется на центральной шейке. Если биение превышает норму, то коленвал следует выпрямить.

**Внимание!** При проверке биения следует учесть овальность шейки.

Если все размеры соответствуют норме, то шейки коленвала следует отполировать и снова проверить их внешнее состояние. Если конусность и овальность хотя бы одной шейки отличается от нормы, то коленвал следует перешлифовать. Коленвал также перешлифовывается и в следующих случаях:

- при обнаружении ступенек износа (высота ступеньки превышает  $0,005$  мм),
- при обнаружении поперечных царапин длиннее половины длины шейки,
- при наличии коррозии, при прослушивании стуков коленвала, или при появлении контрольных тепловых меток.



16.5 Проверка износа упорного фланца коленвала

- при сильном повреждении упорной поверхности.

## Полировка шеек коленвала

Шейки коленвала полируются при капитальном ремонте в обязательном порядке, несмотря на его удовлетворительное состояние (овальность и конусность в пределах нормы, состояние поверхности шеек удовлетворительное, т.е. глубина локальной выработки не превышает 0,0127 мм).

Шейки можно полировать на токарном станке при 100 об/мин. Шейки полируются мокрой водостойкой наждачной бумагой с зернистостью не ниже 600 до зеркального блеска. По окончании очистите коленвал от остатков абразива.

## Шлифовка коленвала

Эта процедура требует определенной квалификации и специального оборудования и выполняется в специальных мастерских.

## Подбор подшипников коленвала

Почти все изготовители поставляют в запчасти ремонтные коренные и шатунные подшипники (диаметр их уменьшен на 0,050, 0,254,

0,508 и на 0,762 мм). Ремонтные подшипники с наименьшим уменьшением размера (0,005 мм) следует устанавливать только в том случае, если зазор в подшипниках будет минимальным. На дизелях грузовых автомобилей и тракторов зазор в коренных подшипниках обычно составляет 0,101 мм при диаметре шеек до 76,2 мм, и 0,152 мм при диаметре шеек более 76,2 мм.

## Установка уплотнительной втулки коленвала (дизели большого литража)

Если уплотнительная втулка под сальник шейки коленвала изношена, то ее следует удалить и напрессовать новую. Перед напрессовкой новой втулки ее следует нагреть до 205°C. На части дизелей допускается напрессовка холодной втулки оправкой.

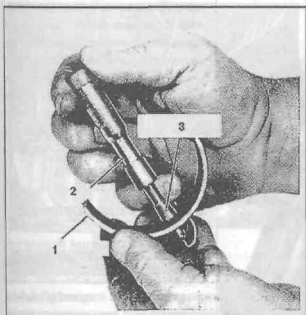
## Установка коленвала

При установке коленвала меняются подшипники и упорные шайбы. Перед установкой подшипников следует проверить их толщину (Рисунок. 16.6).

Установите на коленвал шпонку и напрессуйте шестерню, предварительно нагрев шестерню до 205°C. При установке вкладышей проследите за тем, чтобы крышка коренного подшипника была установлена по месту (для этого при разборке все крышки следует обозначить). Следует иметь в виду, что на верхних вкладышах, которые вставляются в постели блока цилиндров, отсутствуют смазочные отверстия (или канавки). Выступ на вкладыше должен зайти в соответствующее углубление в блоке цилиндров, или в крышке подшипника. Вкладыши с упорными фланцами должны плотно зайти в соответствующие гнезда.

**Внимание!** Проследите за тем, чтобы все смазочные отверстия были совмещены, поскольку они сверлятся под разными углами. Запрещается смазывать чем-либо наружную поверхность вкладыша, или опорную поверхность постели или крышки.

Если упорные поверхности коленвала перешлифовывались, то следует установить упорные полукольца, которые подбираются по соответствующим меткам на коленвале. Сторона упорного полукольца с выборкой должна быть обращена в сторону упорной поверхности коленвала (рисунок 16.7).



16.6 Проверка толщины вкладыша подшипника

1. Вкладыш
2. Микрометр

3. Шариковый наконечник

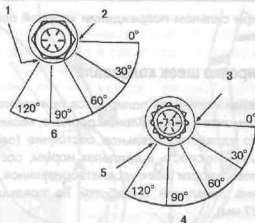
Смажьте трущиеся поверхности вкладышей (маслом для двигателя или специальной смазкой, которая указывается в пособии по ремонту) и установите коленвал. Затяните болты крышек, сначала от руки, а затем до заданного момента, начав с центральной крышки и смещаясь к периферии. По окончании проверьте свободу вращения коленвала.

**Внимание!** Процедура затяжки как правило состоит из трех этапов, можно также руководствоваться таблицей 16.1

Таблица 16.1. Порядок затягивания болтов крышек коренных подшипников

| А. Этап                     | Б. Момент затяжки (Н.м.- Н.м.) |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Затянуть до момента         | 258-271                        |
| Подтянуть до момента        | 597-610                        |
| Отпустить болты всех крышек |                                |
| Затянуть до момента         | 190-200                        |
| Подтянуть до момента        | 597-610                        |

**Внимание!** По мере затягивания болтов следует проверять свободу вращения коленвала.



### 16.8 Метод затягивания с доворотом

1-3,5. Нанести метку здесь

4. 12-гранный болт

6. 6-гранный болт

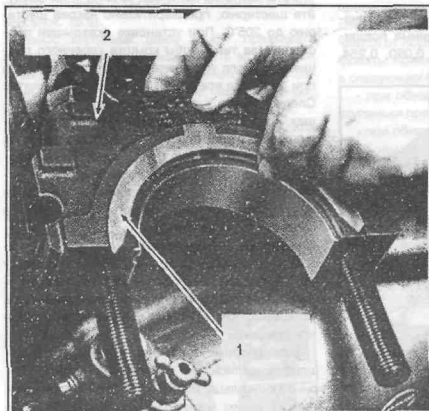
Некоторыми изготовителями рекомендуется затянуть болты (или гайки шпильки) крышек коренных подшипников с заданным усилием, после чего довернуть на определенный угол. При таком способе затяжки происходит дополнительное растяжение болтов, поэтому крышки коренных подшипников лучше притягиваются к

блоку цилиндров. Для доворота следует нанести метку, относительно которой будет отсчитываться угол.

**Внимание!** На части дизелей предусмотрены дополнительные стяжные болты крепления крышек коренных подшипников, которые притягивают крышку к блоку цилиндров. Эти болты следует также затянуть в три этапа в такой же последовательности, что и основные болты.

### Проверка зазора в коренных подшипниках

Зазор в коренных подшипниках проверяется с помощью отрезков свинцовой или пластмассовой калиброванной проволоки, уложенных вдоль шеек коленвала. После затягивания крышек по месту проволока сдавливается и по ее толщине можно определить зазор. Толщина сдавленной свинцовой



16.7 Установка упорного полукольца в крышку коренного подшипника

1. Крышка коренного подшипника

2. Упорное полукольцо

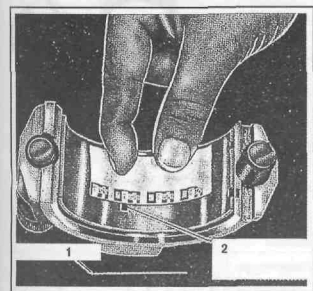
проволоки проверяется микрометром. Толщина сдавленной пластмассовой проволоки проверяется по шкале, при этом, раздавленная пластмассовая проволока не снимается с шейки до проверки зазора. Перед укладкой проволоки с шеек следует полностью удалить смазку.

## Проверка осевого люфта коленвала

Осевой люфт коленвала не должен превышать 0,25 мм. Осевой люфт проверяется либо с помощью индикатора, либо щупом, проложенным между упорным полукольцом и упорной поверхностью коленвала. При измерении индикатором коленвал смещается усилием сначала в одном направлении, а затем в противоположном. Осевой люфт определяется по разности отсчетов индикатора.

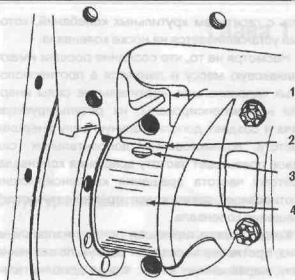
## Замена коренных подшипников без демонтажа коленвала

В ряде экстренных случаев допускается проверка состояния вкладышей и шеек коленвала без его снятия. Для этого надо снять масляный поддон и форсунки (чтобы обеспечить свободное вращение коленвала). Каждая шейка проверяется в отдельности после снятия соответствующей крышки. При проверке зазора с помощью проволоки коленвал следует слегка подпереть домкратом, чтобы он уперся в верхние вкладыши и устранилось давление собственного веса коленвала, которое влияет на результаты измерений. При проверке



16.9 Проверка зазора в коренных подшипниках помощью пластмассовой калиброванной проволоки

1. Калиброванная проволока
2. Раздавленная пластмассовая проволока, по которой проверяется зазор в подшипниках коленвала



16.10 Снятие верхнего вкладыша без демонтажа коленвала

1. Блок цилиндров
2. Верхний вкладыш коренного подшипника
3. Вставка (головка шплинта)
4. Шейка коленвала

конусности и овальности шеек коленвал проворачивается на 90°. Для замены верхнего вкладыша коленвал следует провернуть так, чтобы обеспечивался доступ к смазочному отверстию (Рисунок. 16.10). Вставьте в это отверстие шплинт или вставку и, провернув коленвал, достаньте вкладыш (направление проворачивания должно быть таким, чтобы вставка сначала уперлась во вкладыш со стороны его выступа).

При установке верхнего вкладыша следует убедиться в чистоте постели под вкладыш. Направление проворачивания коленвала при установке верхнего вкладыша должно быть противоположным направлению при снятии вкладыша. По окончании сборки проверьте осевой люфт

Балансирный механизм устанавливается на части однорядных дизелей с целью компенсации дополнительных сил инерции, возникающих при ускорении или замедлении поршней (Рисунок. 16.11). Этот механизм не следует путать

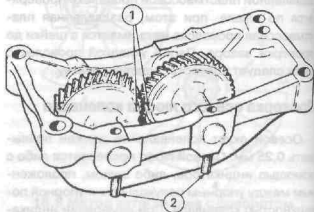
## Балансирный механизм

Балансирный механизм устанавливается на части однорядных дизелей с целью компенсации дополнительных сил инерции, возникающих при ускорении или замедлении поршней (Рисунок. 16.11). Этот механизм не следует путать

тать с гасителем крутильных колебаний, который устанавливается на носке коленвала.

Несмотря на то, что соседние поршни имеют одинаковую массу и движутся в противоположных направлениях, вертикальные силы инерции некомпенсированы, их результирующая сила и создает дополнительную силу инерции. Частота возникновения дополнительных сил вдвое превышает частоту вращения коленвала. Поэтому частота вращения компенсирующих противовесов также вдвое превышает частоту вращения коленвала.

Когда результирующая сила направлена вниз, противовесы создают равную по величине силу, направленную вверх. Когда дополнительные силы компенсируют друг друга, силы противовесов балансирующего механизма также скомпенсированы.



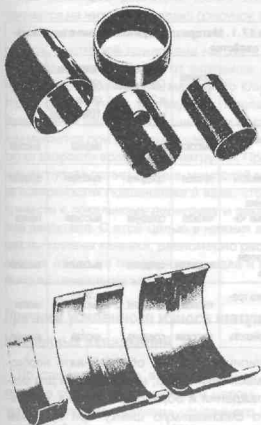
**16.11 Балансирный механизм дизеля (дизель производства Ford Motor Co.)**

## Глава 17

# Подшипники

## Типы подшипников

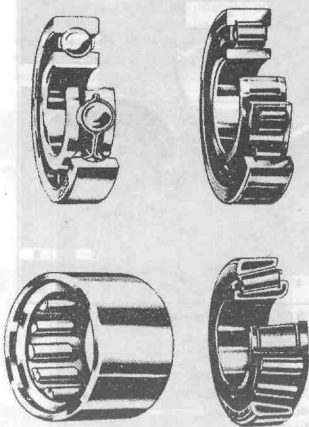
Подшипники подразделяются на две основные группы – подшипники скольжения и антифрикционные подшипники. В дизелях применяются подшипники обоих типов (Рисунок. 17.1). Подшипниками скольжения являются подшипники коленвала (коренные и шатунные), рас-предвала, вала топливного насоса впрыска, валиков коромысел, вала турбокомпрессора, генератора и др. Применение антифрикционных подшипников ограничено (подшипники крыльчатки вентилятора, насос охлаждающей жидкости, регуляторы, направляющий подшипник маховика и др.).



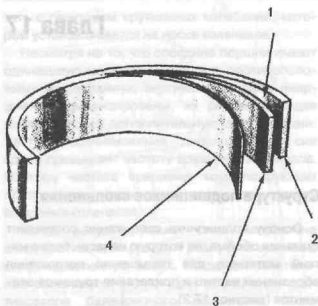
## Структура подшипников скольжения

Основу подшипника скольжения составляет стальная обойма, на которую нанесен более мягкий материал для повышения поглощения абразивных частиц и прилегания трущихся элементов (рисунок 17.2).

Наибольшее применение получили подшипники со стальной основой, на которую нанесен бронзовый слой со свинцовым, оловянным или индиевым наружным покрытием. Широко применяются также подшипники со стальной основой и многослойной медно-свинцовой структурой (на подшипник наносится свинцово- оловянное покрытие) или подшипники со стальной

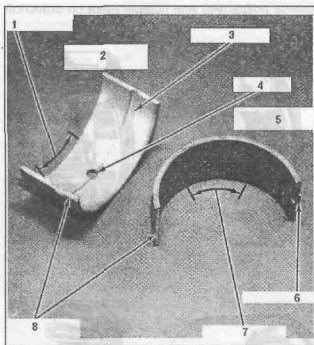


17.1 Типовые подшипники, используемые в дизелях



### 17.2 Структура подшипника скольжения

1. Связывающий подслои для нанесения никеля
2. Стальная основа
3. Подслой из алюминиевого сплава
4. Оловянно-свинцовое покрытие



### 17.3 Подшипник коренной шейки коленвала

1. Кромка подшипника
2. Верхний вкладыш
3. Смазочная канавка
4. Смазочное отверстие
5. Нижний вкладыш
6. Выступ
7. Кромка
8. Тыльная поверхность

основой и спеченной медно-никелевой структурой, на которую нанесено покрытие из свинцового сплава. Применяются также подшипники со стальной основой и спеченным подслоем из медного сплава, барьерным слоем и оловянным покрытием и другие подшипники, в которых также используется стальная основа, подслои из различных сплавов (например, натриево-алюминиевого) со свинцовым или оловянным покрытием.

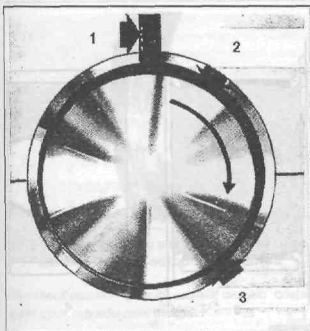
**Внимание!** В большинстве подшипников для лучшего сцепления с наружным покрытием на подслои наносится тонкая пленка меди или никеля.

Подшипник скольжения (например, вкладыш шейки коленвала) удерживается по месту с помощью специальных ушек, которые заходят в углубление удерживающей оснастки (Рисунок. 17.3). Диаметр разъемной части подшипника скольжения обычно несколько превышает размер отверстия, в которое подшипник устанавливается (на 0,125-0,75 мм, в зависимости от размера подшипника и его конструкции). Деформация подшипника при затягивании крышек корпуса не превышает 0,006 мм. При недостаточной деформации подшипник может провернуться, что приведет к усиленному износу вала.

Таблица 17.1. Материалы, применяемые в подшипниках и их свойства

| Свойство                     | Основа<br>100% -<br>сталь | Подслой<br>(75% меди<br>и 25%<br>свинца) | Покрытие<br>(90%<br>свинца и<br>10% олова) | 100% -<br>алюминий |
|------------------------------|---------------------------|--|--|--------------------|
| Усталостная прочность        | высокая                   | средняя                                  | низкая                                     | высокая            |
| Сопрягаемость                | низкая                    | средняя                                  | высокая                                    | средняя            |
| Поглощение абразивных частиц | низкая                    | средняя                                  | высокая                                    | низкая             |
| Коррозионная стойкость       | высокая                   | средняя                                  | высокая                                    | высокая            |
| Понижение трения             | низкая                    | средняя                                  | высокая                                    | низкая             |
| Термостойкость               | высокая                   | средняя                                  | низкая                                     | высокая            |

Подшипники должны обеспечивать необходимый масляный зазор, необходимый для смазки, охлаждения и образования клина, центрирующего смазываемую шейку при вращении (Рисунок. 17.4).



17.4 Масляный клин, образующийся при вращении вала

1. Подвод масла
2. Объем, заполненный маслом
3. Масляный клин

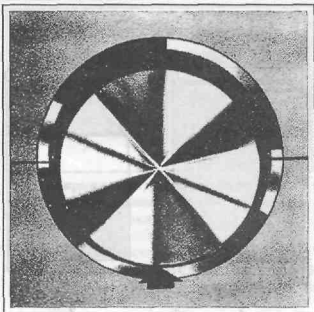
### Процессы, происходящие в подшипнике

При остановке двигателя шейка коленвала опирается на нижний вкладыш (рисунок 17.5).

При вращении вала масло заполняет область, в которой приложена нагрузка. Затем происходит отрыв шейки от вкладыша подшипника из-за образования масляного клина (который формируется молекулами масла). Толщина пленки масла между шейкой и подшипником меняется при вращении шейки вала и зависит от скорости вращения и нагрузки. При больших нагрузках остается лишь монослой молекул на поверхностях подшипника и вала, что может привести к локальному перегреву и заклиниванию двигателя. С этой целью в нижних вкладышах выполнены канавки, равномерно распределяющие масло по поверхностям вала и подшипника при вращении вала..

### Причины усиленного износа шатунных и коренных вкладышей

По степени износа этих вкладышей можно судить о состоянии двигателя в целом. Различают следующие причины усиленного износа вкладышей: загрязнение (45%), применение некачественного масла (25%), выход из строя из-

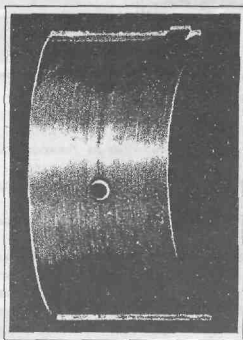


17.5 Неподвижный вал опирается на нижний вкладыш

за неправильной эксплуатации, или установки подшипников (15%), действие поверхностных реакций (15%).

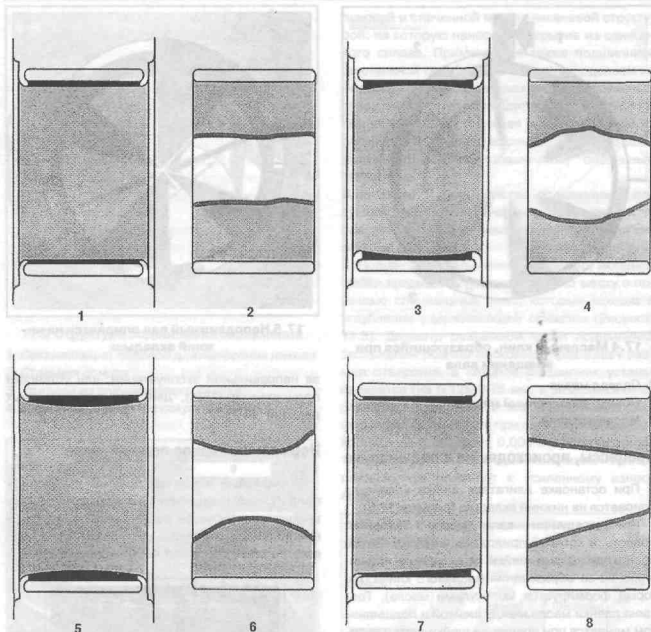
### Нормальный износ подшипников

Нормальный износ как правило обусловлен приработкой подшипника на протяжении первых нескольких часов работы дизеля. На рисунке 17.6 показан вкладыш подшипника грузового автомобиля после 4500 часов работы ди-



17.6 Типичный нормальный износ подшипника коленвала





**17.7 Ненормальный износ подшипника из-за нарушения формы шейки коленвала**

1. Нормальный профиль шейки
2. Нормальный износ подшипника
3. Бочкообразный профиль шейки
4. Износ подшипника из-за бочкообразного профиля шейки коленвала
5. Гантелеобразная форма шейки коленвала

6. Износ подшипника из-за гантелеобразного профиля шейки коленвала
7. Конусность шейки коленвала
8. Износ подшипника из-за конусности шейки коленвала

зеля. Это типичный нормальный износ. Удален только тонкий свинцово-оловянный слой, под которым обнажается покрытие (медно-никелевое или алюминиевое). Максимальный износ имеет место только вблизи центральной части, где диаметр был минимален. Если такой износ обнаруживается на дизелях тягача или гусеничного трактора, проработавшего 2000 часов (или через 170000 км пробега), то он считается

ненормальным, обусловленным попаданием грязи в масло.

### Износ из-за нарушения формы шейки коленвала

На рисунке 17.7 представлен вид типичного износа подшипников коленвала из-за неправильной формы шейки. Конусность, овальность,



**17.8 Типичный износ вкладыша из-за попадания в масло посторонних частиц**

гантелеобразная форма шейки сильно сокращает срок службы двигателя.

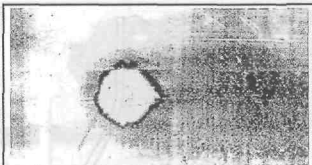
### **Износ из-за попадания грязи в масло**

В процессе эксплуатации в масло попадают частицы, образующиеся в результате износа

движущихся частей, из загрязненного масляного фильтра, из-за некачественной очистки двигателя после расточки или хоннингования. На рисунке 17.8 показан типичный износ в результате попадания в масло посторонних частиц. Глубокие царапины уменьшают теплоотвод от подшипника и ухудшают смазку. Частицы удаленного металла (алюминия) смешиваются с частицами, вызывая локальный перегрев и оплавления свинцового покрытия вкладыша.

### **Износ из-за недостаточного прилегания вкладыша к стенкам сопряженного отверстия или неправильной установки**

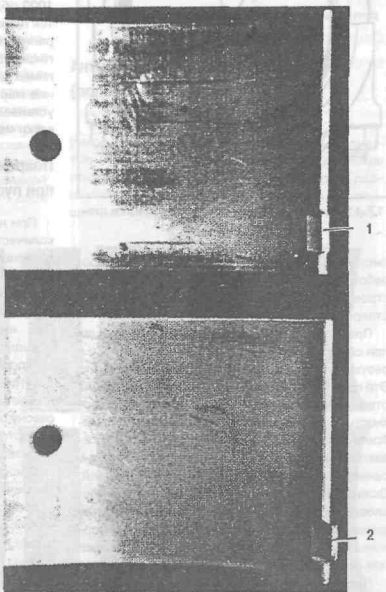
Этот вид износа обусловлен попаданием частиц между подшипником и стенкой сопряженного отверстия еще при сборке (Рисунок. 17.9). При этом уменьшается зазор в подшипниках, снижается эффективность смазки,



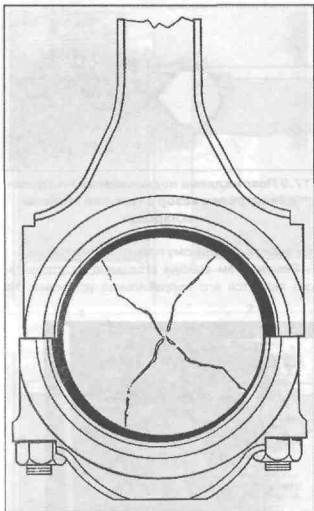
**17.9 Повреждение подшипника из-за попадания грязи в зазор с тыльной стороны вкладыша**

что ведет к локальному перегреву вкладыша.

Результатом выхода вкладыша из строя также является его неправильная установка. На



**17.10 Повреждение подшипника коленвала из-за нарушения совмещения смазочных отверстий**



**17.11 Неправильная установка крышки шатуна**

рисунке 17.10 показан вкладыш, который проработал только 2 часа. Причиной выхода из строя явилось не совмещение смазочных отверстий.

При недостаточной затяжке болтов крышек при сборке посадка вкладышей ослабляется и в результате вкладыш приобретает овальность. Это приводит к повышению трения и ухудшению отвода тепла от подшипника. Тыльная поверхность "ослабленного" вкладыша обычно приобретает глянцевый вид, на ней также обнаруживаются следы фреттинга (коррозии из-за истирания) или износ в местах стыковки вкладышей. Ослабление вкладышей также может быть обусловлено конусностью постели, увеличенным диаметром постели (или крышки) против нормального, деформацией постели или крышки при работе двигателя с перегрузкой.

Неправильная установка крышки шатуна (Рисунок. 17.11) приводит к поломке вкладыша около смазочного отверстия или около угол-

щенной его части из-за недостаточного усилия сжатия.

### **Повреждение вкладышей из-за длительных перегрузок или долгой работы на холостом ходу**

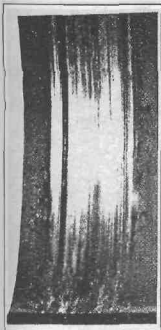
### **Повреждение подшипников коленвала из-за ненормального пуска двигателя**

Обычно после пуска двигателя или после работы двигателя на холостом ходу в подшипниках коленвала остается масло. Давление в системе смазки нарастает до необходимого уровня спустя только 15-30 сек после пуска. Если за этот период обороты двигателя превышают 1000 об/мин, то подшипники коленвала остаются практически без смазки и происходит вытирание поверхностного слоя. В результате многократного повторения пуска шатунные подшипники выходят из строя. Чтобы повысить давление масла сразу после пуска на части дизелей устанавливаются насосы предварительной подкачки масла.

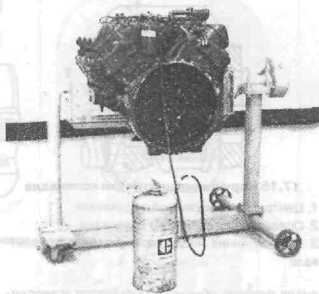
### **Повреждение подшипников коленвала при пуске холодного двигателя**

При низкой температуре масла (ниже  $-6,6^{\circ}\text{C}$ ) количество остаточного масла в подшипниках снижается. Поэтому, при пуске двигателя те подшипники, которые находятся вдали от смазочных каналов, будут испытывать длительное масляное голодание и быстрее изнашиваться. При низких температурах обороты следует повышать до рабочих только после полного прогрева двигателя. Вязкость масла должна соответствовать сезону эксплуатации. Если масло стекает со щупа, то его вязкость соответствует сезону эксплуатации и его вязкость не скажется на состоянии двигателя, в противном случае дизель перед пуском следует разогреть.

Преждевременный выход подшипников коленвала из строя может быть обусловлен также недостаточным уровнем масла, попаданием в масло охлаждающей жидкости (в этом случае масло приобретает сероватый оттенок или молочную окраску и обнаруживается на щупе), разбавлением масла топливом, попадающим через большой зазор между поршнем и цилиндром в изношенном двигателе. После длитель-



**17.12 Износ подшипника из-за недостаточной смазки вследствие пониженного уровня масла**

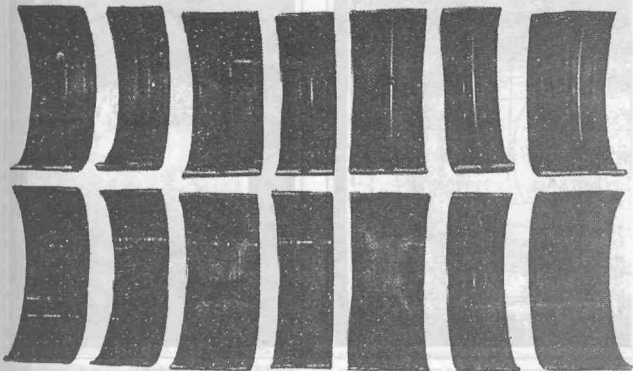


**17.13 Предварительная смазка дизеля под давлением**

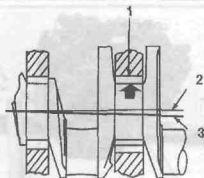
ного хранения дизеля (например, после ремонта) следует выполнить смазку под давлением с помощью специального агрегата. Причинами износа подшипников также могут быть нарушения центровки коленвала из-за деформации блока цилиндров, химические и электрохимические реакции (например при использовании блока цилиндров в качестве "массы" при сварочных работах), кавитация (аэрация масляной пленки и разрушение тонкого наружного слоя подшипника).

### Антифрикционные подшипники (подшипники качения)

Подшипники качения подразделяются на шариковые, цилиндрические роликовые и игольчатые (Рисунок. 17.19). Устройство подшипников показано на рисунках 17.20-17.24. Шарикоподшипников изготавливаются из стали с повышенным содержанием хрома, в качестве мате-



**17.14 Износ подшипников коленвала из-за нарушения центровки коленвала**



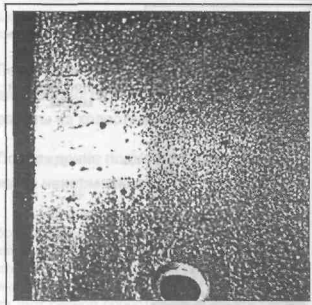
**17.15 Нарушение центровки коленвала**

1. Центральный коренной подшипник
2. Осевая линия погнутого коленвала
3. Осевая линия недеформированного коленвала

риала роликов обычно используется углеродистая сталь.

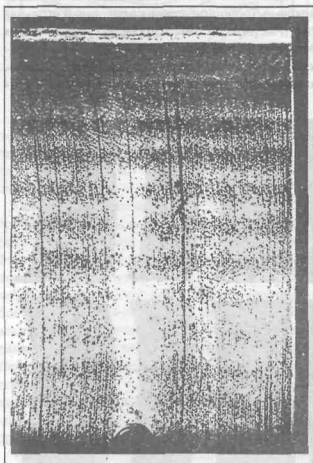
### Снятие и установка подшипников качения

Для снятия и установки подшипников используются специальные съемники и оправки (Рису-

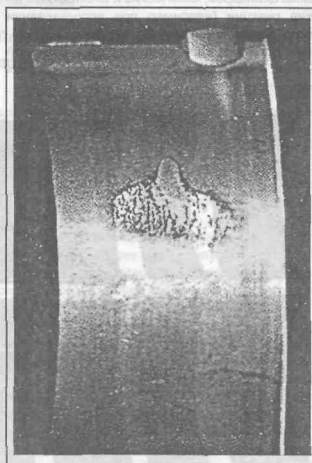


**17.17 Химическая коррозия вкладыша подшипника коленвала**

нок. 17.25-17.29), так как внутренняя обойма подшипника напрессована на вал. При снятии подшипника не допускается сбивать его молотком, нагревать пламенем горелки.



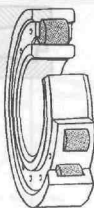
**17.16 Электрохимическая коррозия вкладыша подшипника коленвала**



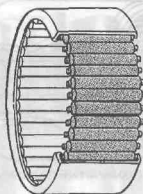
**17.18 Кавитационная коррозия вкладыша подшипника коленвала**



1



2



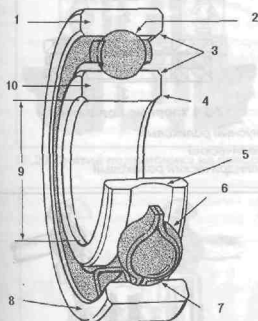
3

### 17.19 Подшипники качения

1. Шариковый

2. Роликовый

3. Игольчатый

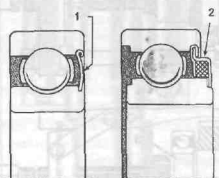


### 17.20 Устройство шарикового подшипника

1. Наружное кольцо
2. Шарик
3. Кромка
4. Фаска
5. Внутренняя обойма
6. Сепаратор
7. Наружная обойма
8. Лицевая сторона
9. Отверстие
10. Внутреннее кольцо

При снятии подшипника силовой элемент сепаратора должен упираться в обойму.

Наиболее просто подшипник можно установить, предварительно нагрев его до температуры 121°C (Рисунок. 17.30), либо охладить вал. После нагрева (или охлаждения вала) подшипник должен быть установлен незамедлительно.



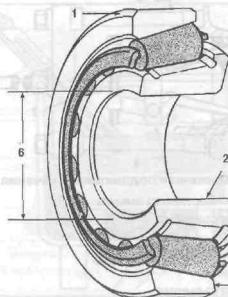
(a)

(b)

### 17.21 а). Полузакрытый подшипник, б). Закрытый подшипник

1. Экран (шайба)

2. Уплотнение



### 17.22 Радиально-упорный роликовый подшипник

1. Наружное кольцо

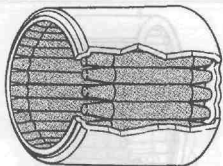
2. Конус

3. Ролик

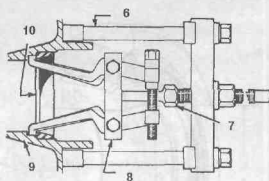
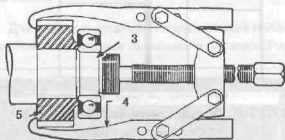
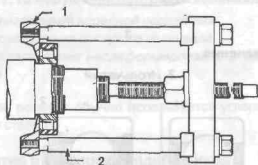
4. Сепаратор

5. Обойма

6. Отверстие

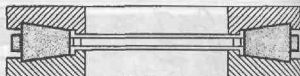


17.23 Игольчатый подшипник



17.25 Съёмники подшипников качения

1. Упорная пластина съёмника
2. Шпилька съёмника
3. Вал
4. Двухлапный съёмник
5. Шестерня
6. Шпилька съёмника
7. Резьбовой наконечник
8. Съёмник обоймы радиально-упорного подшипника
9. Ступица или корпус
10. Кольцо подшипника



1



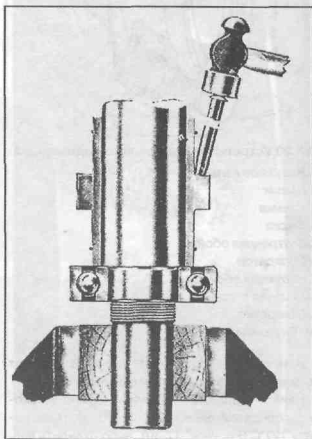
2



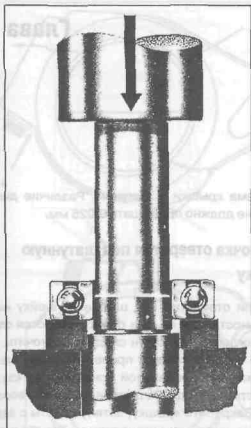
3

17.24 Упорные подшипники

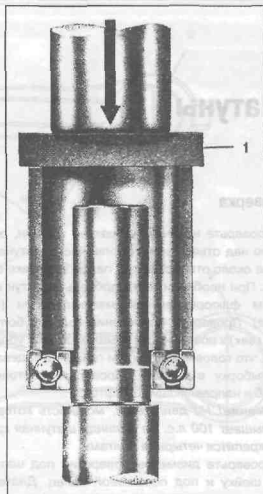
1. Конусный роликовый
2. Сферический
3. Цилиндрический роликовый



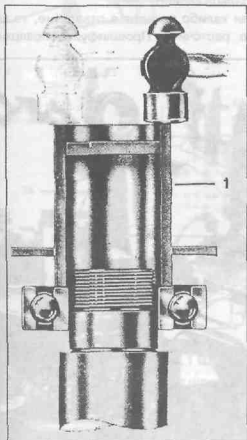
17.26 Снятие подшипника ударами по оправке



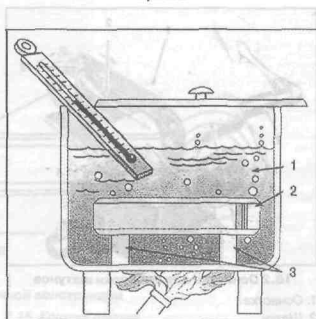
17.27 Снятие подшипника на прессе



17.28 Установка подшипника с помощью пресса



17.29 Напрессовка подшипника с помощью оправки



17.30 Нагрев подшипника перед установкой на вал

1. Масляная ванна

2. Подшипник

3. Подставки



## Глава 18

## Шатуны

## Проверка

Проверьте наличие на шатуне трещин, особенно над отверстием нижней части шатуна. И также около отверстия под палец в головке шатуна. При необходимости проверьте шатун методом флюоресцентной магнитоскопии (см. выше). Проверьте прилегание головок болтов (или гаек) к поверхности крышки шатуна, убедитесь, что головка болта (или гайка) не задевают за выборку в крышке. Проверьте состояние резьб и направляющих штифтов.

**Внимание!** На двигателях, мощность которых превышает 100 л.с. на цилиндр шатунная крышка крепится четырьмя болтами.

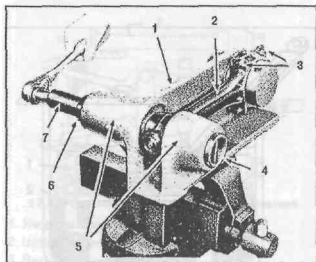
Проверьте диаметры отверстий под шатунную шейку и под поршневой палец. Диаметр отверстия под шатунную шейку измеряется в двух местах, под углами  $30^\circ$  относительно линии

разъема крышки с шатуном. Различие диаметров не должно превышать 0,025 мм.

## Расточка отверстия под шатунную шейку

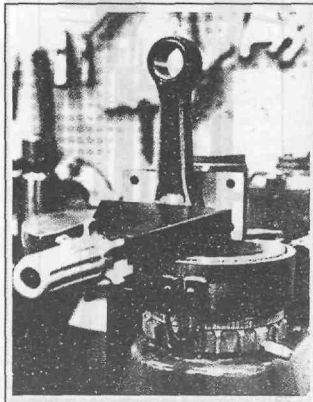
Если отверстие под шатунную шейку имеет овальность, или на нем обнаруживаются следы повреждений, то шатун следует расточить. Для этого сначала следует проверить длину шатуна с помощью специальной оснастки, так как при недостаточной длине шатуна расточка невозможна. Закрепите крышку, затянув болты с заданным моментом, и установите шатун в оснастку (Рисунок. 18.2) вставьте в отверстие поршневого пальца калибр.

Если калибр заходит в отверстие, то шатун можно расточить. Пршлифуйте поверхность

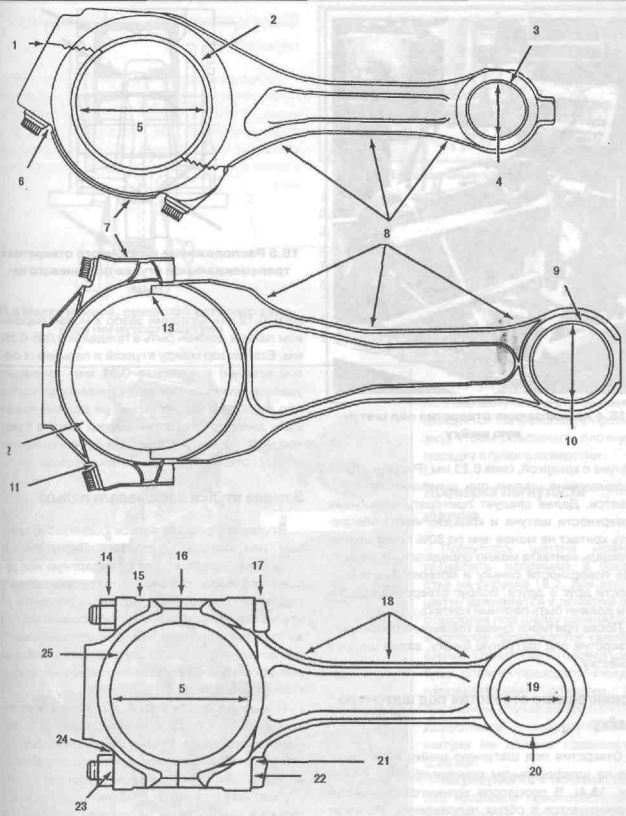


18.2 Оснастка для проверки шатунов

1. Оснастка
2. Шатун
3. Выборка под болты
4. Передняя направляющая втулка
5. Направляющие
6. Задняя направляющая втулка
7. Развертка или калибр поршневого пальца

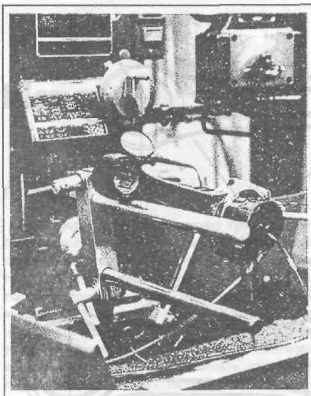


18.3 Шлифовка шатуна



18.1 Шатуны различной конструкции

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1, 13, 16. Линия разъема крышки с шатуном | 7, 15. Крышка шатуна  |
| 2, 11, 25. Упорная поверхность            | 8, 18. Тело шатуна    |
| 3, 9, 20. Втулка поршневого пальца        | 14. Гайка             |
| 4, 9, 19. Отверстие под поршневой палец   | 17. Болт              |
| 5. Отверстие под шатунную шейку           | 23. Выборка под гайку |
| 6, 11, 24. Выборка под головку болта      |                       |



**18.4 Хонингование отверстия под шатунную шейку**

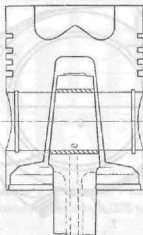
шатунa с крышкой, сняв 0,23 мм (Рисунок. 18.3), перемещение шатуна при шлифовке не допускается. Далее следует притереть разъемные поверхности шатуна и крышки, чтобы обеспечить контакт не менее чем по 80% поверхности. Площадь контакта можно определить, нанеся на обе поверхности синьку и потеряв эти поверхности друг о друга. Вокруг отверстий под болты должен быть плотный контакт

После притирки снова проверьте овальность отверстия под шатунную шейку, зажав шатун в оснастку.

### **Хонингование отверстия под шатунную шейку**

Отверстия под шатунную шейку хонингуются на шлифовальном приспособлении (Рисунок. 18.4). В процессе хонингования шатун перемещается в обоих направлениях. По мере хонингования следует периодически проверять диаметр отверстия (овальность не должна превышать 0,012 мм).

Если отверстие под поршневой палец по внешнему виду имеет незначительный износ и следы повреждений отсутствуют, то измерьте величину износа, который не должен превы-



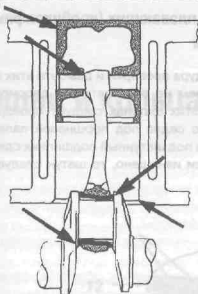
**18.5 Расположение смазочного отверстия в трапецевидальной втулке поршневого пальца**

шать 0,12 мм. Средний зазор в новом поршневом пальце должен быть в пределах 0,025-0,050 мм. Если зазор между втулкой и пальцем (в снятом шатуне) превышает 0,05 мм, то следует удалить втулку и проверить диаметр отверстия под втулку пальца, который не должен превышать диаметр отверстия нового шатуна более чем на 0,012 мм. В противном случае отверстие следует отхонинговать или заменить шатун.

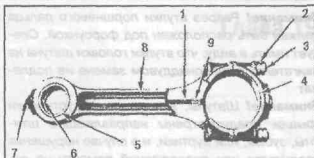
### **Замена втулки поршневого пальца**

Втулка выпрессовывается съемником, пресом, или ударами по оправке. Перед тем как установить новую втулку (стандартную или ремонтную) смажьте отверстие в головке шатуна и тщательно совместите смазочные отверстия во втулке и шатуне. Втулка запрессовывается тем же приспособлением, которое использовалось для ее удаления. После запрессовки новой втулки проверьте совмещение смазочных отверстий (рисунок 18.5).

При необходимости отверстие под втулку разворачивается в специальной оснастке до ремонтного размера. Втулка разворачивается после запрессовки, причем центр втулки должен в точности совпасть с центром отверстия в головке шатуна. Развертка должна поворачиваться только в направлении по часовой стрелки. После разворачивания втулки надо проверить диаметр втулки под поршневой палец. Если развертка неравномерно удаляет материал втулки, или толщина развернутой втулки неравномерна по окружности, то шатун погнут (или перекошен) и его следует выправить или заменить (Рисунок. 18.6).

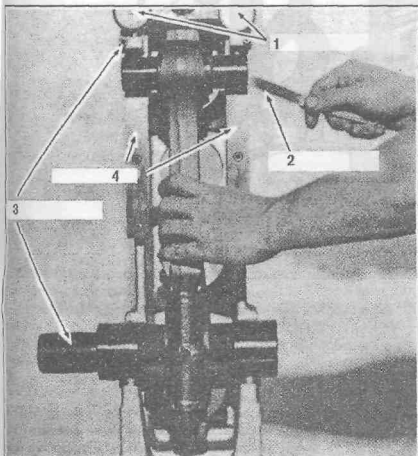


18.6 Места износа, причиной которого является погнутость шатуна



18.8 Смазочные каналы шатуна

1. Масляный канал
2. Гайка
3. Болт
4. Крышка
5. Втулка
6. Масляный канал
7. Форсунка
8. Шатун
9. Отверстие для подвода масла



18.7 Приспособление для контроля деформации шатуна. Деформации шатуна проверяются стрелочными индикаторами

1. Стрелочные индикаторы
2. Щуп
3. Калибры
4. Опорные площадки

Некоторыми изготовителями вместо развертки отверстия в головке шатуна под втулку рекомендуется запрессовать протяжку, чтобы обеспечить плотную посадку втулки в отверстие.

### Проверка погнутости шатуна

Погнутость шатуна можно проверить, например, в оснастке на рисунке 18.2. Для этого шатун зажимается в оснастке за отверстие под шейку коленвала, в которое пропускается калибр шейки. Отверстие в головке шатуна должно проходить между направляющими оснастки. В противном случае шатун погнут. Допустимое перекручивание шатуна не должно превышать 0,20 мм.

На рисунке 18.7 показано более надежное приспособление для контроля деформации шатуна, в котором можно измерить степень погнутости или пропеллерности.

При проверке шатунов дизелей Detroit проверьте чистоту масляных каналов, отверстий и форсунки (Рисунок. 18.8).

***Внимание!** Разрез втулки поршневого пальца должен быть расположен под форсункой. Следует иметь в виду, что втулки головки шатуна на двигателях с турбонаддувом замене не подлежат*

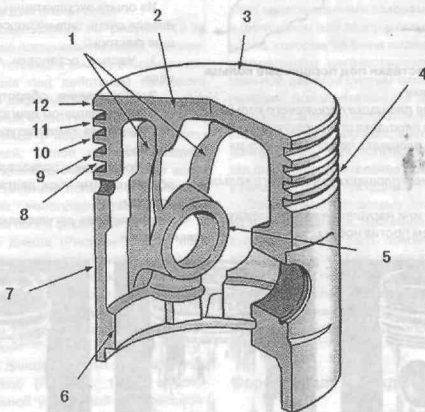
***Внимание!** Шатуны, в которых для установки крышек предусмотрены направляющие штифты, зубцы, или буртики, и в случае нарушения овальности или повреждений ремонту не подлежат.*

## Шатуны плавающих (крейцкопфных) поршней

Процедура проверки и ремонта этих шатунов почти ничем не отличается от рассмотренной выше. В этих шатунах следует проверить деформацию седла под поршневой палец. Если отверстие под шатунный подшипник сдеформировано или изношено, то шатун следует заменить.

# Глава 19

## Поршни и кольца



**19.1 Конструкция поршня дизеля**

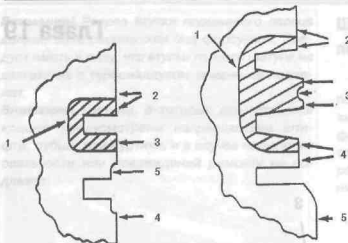
- |  |                                 |                     |
|--|---------------------------------|---------------------|
| 1. Усиленное ребро бобышки поршневого пальца | 5. Бобышка поршневого пальца    | 9. 4-я канавка      |
| 2. Усиленное ребро днища поршня              | 6. Усиленный пояс юбки          | 10. 3-я канавка     |
| 3. Днище                                     | 7. Юбка                         | 11. 2-я канавка     |
| 4. Отверстия для стока масла                 | 8. Канавка под поршневое кольцо | 12. Верхняя канавка |

Конструкция поршней, применяемых в дизелях, показана на рисунках 19.1 и 19.2. Поршни изготавливаются из алюминиевого сплава, или чугуна. Алюминиевые поршни устанавливаются почти во всех четырехтактных дизелях. Так как температура в камере сгорания дизеля ( $700^{\circ}\text{C}$ ) превышает точку плавления алюминия ( $675^{\circ}\text{C}$ ), то поршни следует охлаждать, что обеспечивается установкой форсунок, направляющих струю масла на тыльную сторону днища поршня.

### Причины повреждения поршней

На рисунке 19.3 показаны типичные повреждения поршней из-за заводского брака, или в результате нарушения технического обслуживания.

Причинами повреждений на рисунке 19.3а являются перегрев из-за низкого уровня охлаждающей жидкости, недостаточного поступления охлаждающей жидкости, длительного пуска



### 19.2 Типовые вставки под поршневые кольца

1. Кольцевая вставка
2. Верхняя опорная площадка поршневого кольца
3. Вторая опорная площадка поршневого кольца
4. Третья опорная площадка поршневого кольца
5. U-образная выборка
6. Четвертая опорная площадка поршневого кольца

холодного дизеля или нарушение зазора между поршнем и пальцем против нормы.

Причинами повреждений на рисунке 19.3б являются перегрев из-за нарушения нормальной работы системы охлаждения (низкого уровня жидкости, засорение каналов системы и радиатора), системы смазки, системы питания (отказ турбокомпрессора, выход из строя форсунки, неправильная регулировка топливного насоса впрыска), а также частые остановки перегретого дизеля.

Из опыта эксплуатации, выходу из строя дизеля очень сильно способствуют следующие факторы:

1. Частые остановки перегретого дизеля.
2. Повышение оборотов свыше 1000 об/мин на холодном двигателе (когда стрелка указателя температуры еще не отклонилась).
3. Чрезмерное пользование средствами, облегчающими пуск двигателя (например, эфиром)
4. Неправильная регулировка регулятора подачи топлива.



(a)



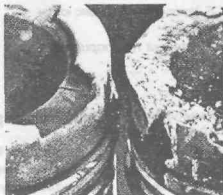
(b)



(c)



(d)



(e)

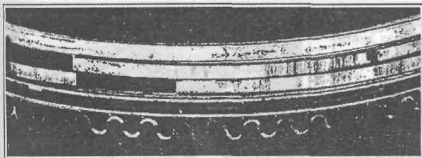


(f)



(g)

19.3 Повреждения поршней: а). Задиры по краям отверстия под поршневой палец, б). Задиры по всей поверхности поршня, в). Задиры на боковых поверхностях (на упорной и противоположной сторонах), д). Выгорание наружной части днища, е, ф). Повреждение днища, г). Поломка поршневых колец



**19.4 Истирание поршневых колец**

5. Отсутствие ухода за выхлопной системой
6. Попадание в двигатель грязи.

Причинами повреждений на рисунке 19.3в являются сколы на поршневых кольцах, чрезмерное попадание топлива в камеру сгорания, деформация поршня под действием теплового расширения или деформация гильзы цилиндра или уплотнительных колец гильзы.

Выгорание днища (Рисунок. 19.4г) обусловлено детонацией, малой подачей воздуха, чрезмерным использованием эфира при запуске дизеля, чрезмерным попаданием топлива в камеру сгорания, неисправностью форсунки или расширением сопла форсунки.

Повреждение днища (Рисунок. 19.3д) обусловлено неправильной установкой поршневых колец, и, как результат, их поломкой, повреждением клапана или направляющей втулки клапана, сильным износом шатунных подшипников, попаданием посторонних частиц с топливом или воздухом.

Повреждение днища с поломкой канавки под поршневое кольцо (Рисунок. 19.3е) обусловлено неправильной установкой компрессионных поршневых колец, поломкой кольца при установке, либо дефектом литья (брак изготовителя). Кроме того, такой дефект может быть результатом частого использования эфира при запуске двигателя или детонации.

Если на поршне обнаруживаются отложения черного или коричневого цвета, то это свидетельствует о прорыве газов из-за ослабления поршневых колец, низкого качества масла, нарушения периодичности замены масла и перегрева дизеля.

## Повреждения поршневых колец

Истирание поршневых колец (Рисунок. 19.4) является основной причиной затрудненного пуска двигателя, снижения мощности, повышения расхода масла и снижения компрессии в цилиндре.

Усиленный износ поршневых колец обусловлен ненормальными зазорами между поршнем и цилиндром или зазорами в стыках поршневых колец, которые не были выдержаны при сборке, применением некачественного масла, ненормальной работой систем охлаждения, смазки и питания. Дополнительными причинами усиленного износа колец являются неправильная регулировка насоса впрыска, выход из строя турбокомпрессора, термостата, неправильная обкатка двигателя, длительное простаивание дизеля в начале его эксплуатации.

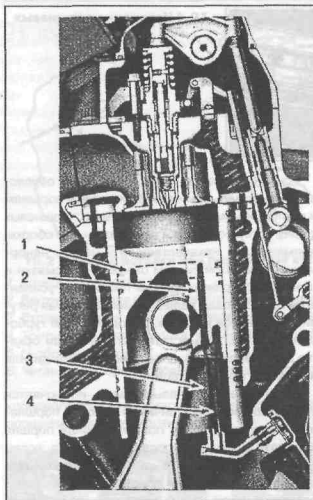
Залипание поршневых колец исключается установкой замков. Причиной поломки поршневых колец могут быть поломка днища поршня или детонация. Как правило, поломка колец обусловлена неправильной их установкой при сборке. Реже причиной поломки является выработка в верхней части цилиндра, — если буртик не удалить, то верхнее компрессионное кольцо ломается.

## Форсунки для охлаждения поршней

Охлаждение поршней масляными форсунками применяется в основном на мощных дизелях с турбонаддувом. На рисунке 19.5 показана схема охлаждения поршня дизеля Caterpillar серии 3500. Струя масла попадает в вертикальный канал поршня, откуда масло проходит через канавку в днище поршня, охлаждая верхнюю часть поршня и кольца.

Подача масла к форсункам обеспечивается либо из смазочной магистрали распределителя, либо из масляного коллектора. В двигателях большой мощности предусмотрен перепускной канал, закрываемый клапаном. При запуске дизеля клапан закрывается, обеспечивая быстрое повышение давления масла в магистрали дизеля. Когда давление масла достигает 275,8 кПа, перепускной клапан открывается и масло поступает в охлаждающие форсунки.





**19.5 Схема охлаждения поршня масляной форсункой (дизель двигателя Caterpillar серии 3500)**

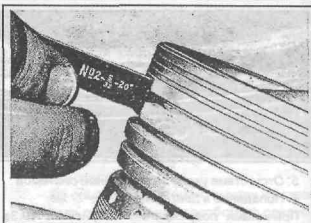
1. Канавка поршня
2. Вертикальный канал
- 3, 4. Струи масла 1 и 2

**Внимание!** Поврежденную или деформированную форсунку (например с нарушением юстировки сопла) следует заменить, ремонтировать форсунку самостоятельно запрещается.

## Проверка и ремонт поршней

Поршни следует заменить при обнаружении следующих дефектов.

1. При повреждении отверстия под палец, канавки под кольцо, или днища.
2. При поломке любой части поршня.
3. При внедрении в юбку или в днище поршня металлических частиц.
4. При обнаружении заметных следов соприкосновения днища поршня с головкой клапана.
5. При ослаблении посадки в поршне металлической вставки под поршневое кольцо.



**19.6 Проверка износа канавки под поршневое**

6. При обнаружении на юбке поршня следов прихвата и задиров.

7. Если износ канавок под поршневые кольца превышает норму.

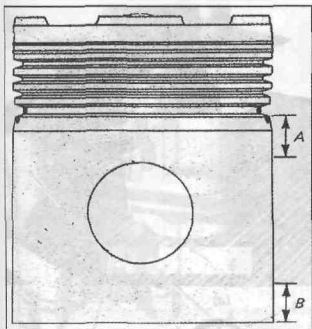
Нагар в канавках под кольца удаляется специальным приспособлением или обломком старого поршневого кольца, при этом следует соблюдать осторожность, чтобы не удалить из канавок металл. Дренажные отверстия для стекания масла очищаются растворителем или сверлом, диаметр которого равен диаметру дренажного отверстия.

**Внимание!** Очищать поршни растворителем крайне не рекомендуется, так как в некоторых растворителях содержатся агрессивные вещества, которые могут повредить поверхность поршня. Также не следует применять для очистки поршня металлические щетки, так как на части поршней имеется антифрикционное покрытие, которое может быть повреждено.

После очистки поршней проверьте состояние бобышек поршневых пальцев и износ канавки под кольцо (рисунок 19.6). Износ канавки не должен превышать 0,152 мм, в противном случае поршень замените.

Как правило, наибольший износ имеют канавки верхнего и нижнего компрессионных колец, что является основной причиной необходимости замены поршня. Канавка под маслосъемное кольцо, юбка или отверстия под палец изнашиваются гораздо слабее. Изготовители не рекомендуют устанавливать поршни с восстановленными канавками.

Проверьте зазор между поршнем и цилиндром, измерив диаметр поршня и сравнив его с диаметром гильзы цилиндра. Зазор в среднем должен быть около 0,152 мм, но не менее 0,050 мм. Диаметр поршня измеряется в соотве-



19.7 Проверка диаметра прямых или конусных поршней

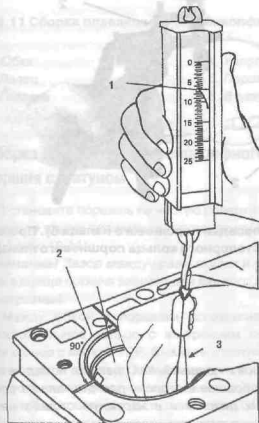
тствии с указаниями по ремонту. Например, диаметр поршня с овальной юбкой измеряется под прямым углом по отношению к оси поршневого пальца. Диаметр прямых или конусных поршней измеряется в местах А и В (Рисунок. 19.7).

**Внимание!** Диаметр должен измеряться при температуре 21°C.

Для прямых поршней овальность не должна превышать 0,001 мм. Зазор между поршнем цилиндром для прямых поршней должен измеряться как показано на рисунке 19.8. При измерении этим способом поршень и гильза смазываются маловязким маслом и вставляются в цилиндр щуп толщиной 0,1 мм с динамометром. Опустите поршень в цилиндр на глубину 50 мм от разъёмной плоскости блока цилиндров так, чтобы ось пальца была параллельна оси коленвала. Далее вытяните щуп и проверьте показание динамометра, которое должно соответствовать норме (на самом деле, зазор примерно на 0,025 мм превышает толщину щупа). Измерения следует повторить в направлении перпендикулярном первому, повернув поршень и переставив щуп. Если зазор превышает 0,254 мм поршень (а иногда и гильзу) следует заменить.

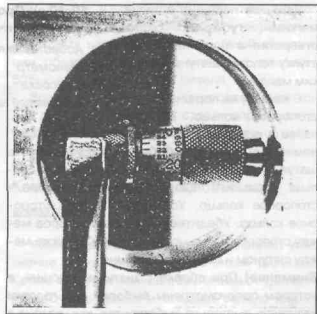
### Проверка диаметра отверстия под палец и диаметра пальца

Измерения выполняются при температуре 21°C. Диаметр отверстия под палец измеряется



19.8 Проверка зазора между поршнем цилиндром

1. Показание динамометра, которое должно соответствовать норме
2. Поверните измерения в направлении перпендикулярном первому, повернув поршень и переставив щуп
3. Щуп



19.9 Измерение внутреннего диаметра отверстия под поршневой палец

нутромером (рисунок 19.9). Допустимая овальность пальца 0,025 мм, на пальце не должно наблюдаться следов коррозии. В противном случае палец следует заменить. Крайне не рекомендуется разворачивать отверстие под палец и устанавливать ремонтный палец, так как при выполнении этой процедуры возможно нарушение соосности, что приведет к заклиниванию поршня и разрушению шатунных подшипников.

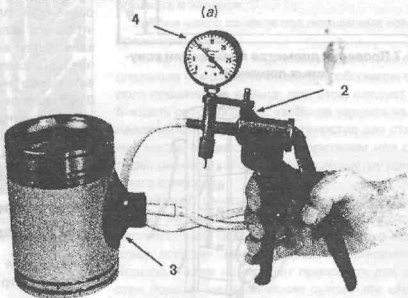
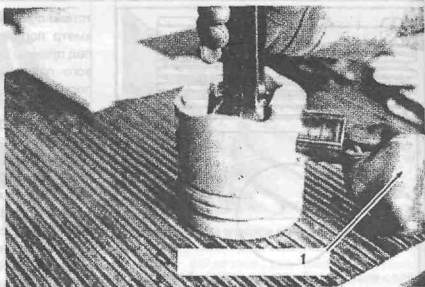
### Сборка поршня открытого типа с шатуном

Перед сборкой убедитесь в правильной ориентации шатуна и поршня. При сборке шатуна бывшего в употреблении с новым поршнем следует проверить посадку пальца в шатуне (Рисунок. 19.10а). Следует учитывать, что на некоторых дизелях перед установкой пальца поршень рекомендуется нагреть до 99°C. При установке пальца в поршень должно прикладываться значительное усилие от руки. В шатуне посадка пальца сравнительно слабее.

Зажмите поршень в тиски с мягкими губками, смажьте отверстие в поршне, палец и втулку головки шатуна маловязким маслом.

В канавку на поршне вставьте стопорное кольцо. Втолкните палец в поршень так, чтобы он немного выступал из бобышки, ориентируйте шатун и оденьте его на выступающую часть пальца. Втолкните палец с усилием до упора в стопорное кольцо. Убедитесь в наличии зазоров между стопорным кольцом и пальцем, а также между шатуном и бобышкой поршня.

**Внимание!** При сборке с шатуном поршня, в котором предусмотрены выборки под головки клапанов, выставьте выборки так, как указано в паспорти по ремонту. Проверьте ориентацию

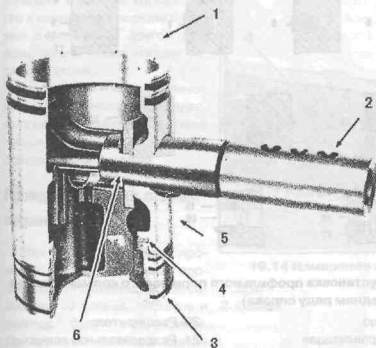


19.10 а). Проверка посадки поршневого пальца б). Проверка герметичности стопорного кольца поршневого пальца

1. Асбестовая перчатка
2. Манометр
3. Присоска
4. Вакуумный насос

шатун и поршня. Как правило, номер на шатуне обращен в сторону распредвала на односторонних дизелях и в наружную сторону на V-образных дизелях.

На дизелях Detroit стопорное кольцо служит также для предотвращения попадания воздуха из воздушной коробки в картер коленвала. После установки второго стопорного кольца на этих дизелях проверьте герметичность с помощью вакуумного насоса и манометра (Рисунок. 19.10б).



19.11 Сборка плавающего (крейцкопфного) поршня с шатуном

- |            |                          |
|------------|--------------------------|
| 1. Юбка    | 4. Уплотнительное кольцо |
| 2. Палец   | 5. Поршень               |
| 3. Головка | 6. Втулка                |

### Сборка плавающего (крейцкопфного) поршня с шатуном

Установите поршень на чистую поверхность и вставьте втулку подшипника на половину длины (Рисунок. 19.11).

**Внимание!** Зазор между краем втулки и канавкой в днище поршня зависит для каждого двигателя разный.

Между юбкой и поршнем устанавливается уплотнительное кольцо с внутренним скосом или кольцо с меткой TOP. Смажьте уплотнительное кольцо и канавку. С помощью приспособления установите уплотнительное кольцо в днище так, чтобы скошенная часть или метка TOP были обращены к верхней части днища поршня. Кольцо не должно заедать в канавке, а зазор не должен превышать предельно допустимый. Смажьте поверхность, к которой прилегает уплотнительное кольцо в юбке. Сожмите кольцо и оденьте юбку на днище. Юбка поршня должна свободно поворачиваться от руки.

Совместите юбку и днище, смажьте отверстие под палец, палец и втулку и установите палец по месту. Установите на болты шатуна регулировочные шайбы, смажьте резьбы, совместите отверстия в шатуне в пальце и затяните пальцы от руки. Зажмите шатун в тиски и затяните болты с заданным моментом. Установите стопорное кольцо и проверьте его герметичность.

### Конструкции поршневых колец

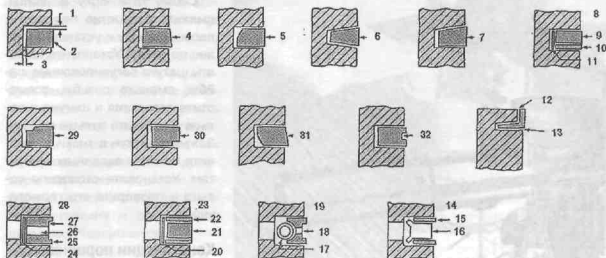
Поршневые кольца изготавливаются из чугуна или ковкой стали с добавлением углерода, хрома, ванадия, кремния, фосфора, хрома, меди, молибдена. Почти все компрессионные кольца хромированы, или имеют плазменное напыление для повышения износостойкости. В последнее время в дизелестроении стали широко применяться профильные поршневые кольца

(Рисунок. 19.12), которые устанавливаются по краю днища поршня. Такая конструкция исключает образование воздушной подушки в пространстве между боковой стенкой в верхней части днища и цилиндром (так называемого "спертого воздуха"). Согласно утверждениям некоторых изготовителей при такой конструкции обеспечиваются 5%-экономию топлива и 50%-снижение дымности дизеля.

Все кольца рассчитаны на определенное усилие растяжения и имеют строго определенную толщину. В свободном состоянии кольца имеют овальную форму.

### Компрессионные и маслосъемные кольца

Компрессионные кольца обеспечивают уплотнение между поршнем и стенкой цилиндра. Кроме того, эти кольца обеспечивают удаление избыточного масла и создают тонкую пленку, которая препятствует трению металла о металл. Деформация компрессионных колец при уста-



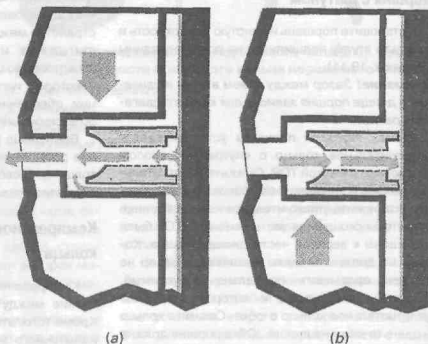
**19.12 Конструкция поршневых колец (установка профильного поршневого кольца показана в среднем ряду справа)**

- |                                     |                            |   |
|-------------------------------------|----------------------------|---|
| 1. Боковой зазор                    | 9. Кольцо                  | 20. Расширитель                                 |
| 2. Кольцо с гладкой поверхностью    | 10. Направляющая           | 21. Разделительное кольцо                       |
| 3. Внутренний зазор                 | 11. Расширитель            | 22. Направляющая                                |
| 4. Кольцо с конической поверхностью | 12. Днище поршня           | 23. Секционированное кольцо                     |
| 5. Кольцо с внутренней фаской       | 13. Профильное кольцо      | 24. Расширитель (предусмотрен на части поршней) |
| 6. Замок                            | 14. Прилегающее кольцо     | 25. Нижнее кольцо                               |
| 7. Полузамок                        | 15. Направляющая           | 26. Паз   |
| 8. Секционированное кольцо          | 16. Радиальный расширитель | 27. Выборка                                     |
|                                     | 17. Пружина                | 28. Вентилируемое кольцо                        |
|                                     | 18. Чугунное кольцо        |   |
|                                     | 19. Подпружиненное кольцо  |   |

новке не допускается, так как ослабление статического давления кольца приводит к повышению расхода масла. Наоборот, при большом статическом давлении кольцо быстро повреждается и изнашивается, — на нем образуются сколы и задиры.

Маслосъемные кольца ограничивают попадание избытка масла на компрессионные кольца и обеспечивает смазку поршня и цилиндра. Избыточное масло, которое не удаляется компрессионными кольцами, попадает в камеру сгорания.

На рисунке 19.13 показано маслосъемное кольцо, установленное в поршне. Когда поршень движется вниз, масло сни-



**19.13 Действие маслосъемного кольца при движении поршня вниз (а) и вверх (б)**

мается со стенок цилиндра и попадает в каналы кольца, затем в отверстия в поршне и стекает в поддон. С другой стороны, масло также отводит тепло от поршня.

Иногда для маслосъемных колец применяют экспандер, который прижимает скребковые кольца к цилиндру со строго определенным усилием.

### Проверка зазора в стыках поршневых колец

Этот зазор необходимо проверить перед установкой поршня в сборе в цилиндр. Если зазор мал, то кольца, поршень и цилиндр будут повреждены. При слишком большом зазоре падает компрессия в цилиндрах, ускоряется отложение нагара в камере сгорания и на днище поршня.

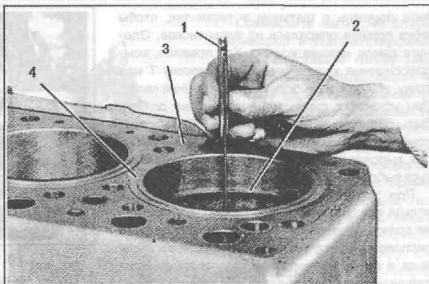
Вставьте кольцо в соответствующий цилиндр и протолкните поршнем на глубину, равную половине хода поршня. Кольцо должно быть установлено перпендикулярно стенкам цилиндра. Щупом измерьте зазор в стыке кольца (Рисунок 19.14).

Кольцо при необходимости можно подпилить, зажав надфиль в тиски. Ширина надфиля должна быть равна зазору в стыке кольца. Материал кольца снимается в направлении от наружной поверхности к внутренней.

Не допускается подпиливание торцов хромированного кольца, так как впоследствии хромовое покрытие отслоится, что приведет к повреждению поршня или гильзы.

### Установка колец на поршень

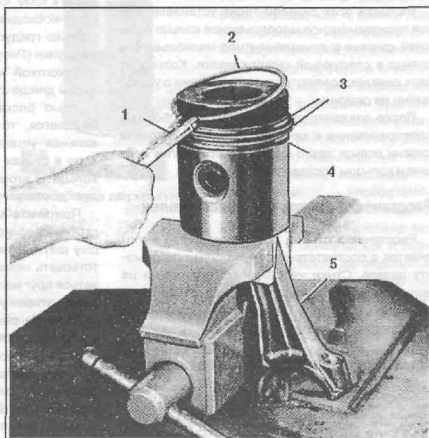
Смажьте поршень и кольцо маслом для двигателя. Устано-



19.14 Измерение зазора в стыке поршневого кольца

1. Щуп
2. Кольцо

3. Блок цилиндров
4. Гильза



19.15 Установка поршневых колец

1. Приспособление для снятия и установки поршневых колец
2. Компрессионное кольцо (хромированное)
3. Компрессионные кольца
4. Маслосъемное кольцо

вите поршень с шатуном в тиски так, чтобы юбка поршня опиралась на лапы тисков. Одевайте самое нижнее кольцо. Как правило, компрессионные кольца имеют маркировку Т или точку, или фаску (выборку) на внутренней части. При установке фаска или маркировка должна быть обращена к днищу поршня. Скребок компрессионное кольцо (у этого кольца выборка выполнена снаружи) должно устанавливаться выборкой в сторону юбки.

При установке составного маслосъемного кольца следует учесть, что торцы расширителя не должны перекрываться. Торцы должны быть расположены над отверстием поршневого пальца, в стыке расширителя должна просматриваться цветная маркировка. Установите направляющую так, чтобы стык располагался под углом  $45^\circ$  к оси пальца. Стык второй направляющей должен располагаться противоположно стыку первой направляющей.

На некоторых дизелях Detroit предусмотрено два трехэлементных маслосъемных кольца.

На части этих дизелей также устанавливаются трехэлементное маслосъемное кольцо в нижней канавке и двухэлементное маслосъемное кольцо в следующей снизу канавке. Кольца на этих дизелях одеваются в соответствии с указаниями по ремонту.

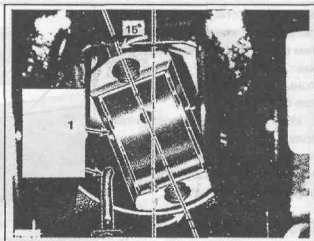
После одевания колец проверьте свободу их проворачивания в канавке, убедитесь, что при сжатии кольца зазор между поверхностью поршня и кольцом составляет 0,05 мм.

## Расстановка стыков поршневых колец

Расстановка стыков поршневых колец выполняется в соответствии с указаниями по ремонту дизеля. Стыки не должны совпадать, и не должны также располагаться над отверстием под палец, на упорной поверхности поршня и на поверхности ей противоположной.

## Установка поршня с шатуном в цилиндр

Снимите с шатуна крышку. Проверните коленвал и установите шатунную шейку в НМТ. Проверьте расстановку стыков поршневых колец, убедитесь, что номер шатуна соответствует номеру цилиндра. Вложите в шатун и крышку вкладыши подшипников, смажьте вкладыши. Сориентируйте шатун, обожмите кольца приспособлением и введите шатун в цилиндр. При сборке рекомендуется одеть на резьбовые



19.16 Установка поршня

1. Шатун повернут, чтобы не задеть форсункой о край цилиндра

части болтов отрезки шланга, чтобы не поцарапать стенки гильзы.

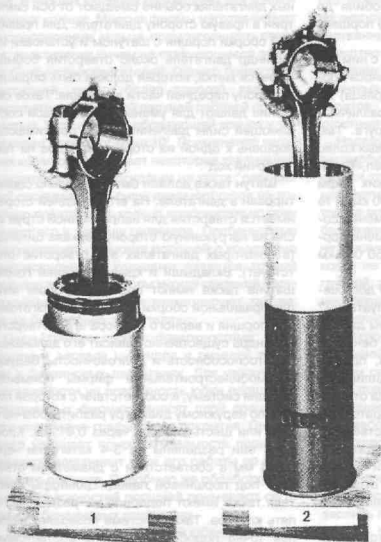
Сориентируйте поршень. Если в поршне предусмотрены масляные форсунки, то примите меры к тому, чтобы не погнуть трубки форсунок. При необходимости поверните поршень на несколько градусов, чтобы при сборке не задеть форсунки (Рисунок. 19.16).

Рукояткой молотка толкните поршень так, чтобы днище стало заподлицо с разъемной плоскостью блока цилиндров. Если поршень не поддается, то причинами могут быть неправильная установка колец, несоответствие зазора в стыках норме, загрязнение канавок под кольца. В этом случае поршень с шатуном следует достать и устранить дефект.

Притяните шатун к шейке, убедившись в чистоте поверхности вкладыша. Установите крышку шатуна (номер на крышке должен соответствовать номеру шатуна, номера должны оказаться друг напротив друга и указывать в ту сторону, которая указана в руководстве).

Смажьте резьбы болтов крышки. Проверьте зазор между подшипником и шатунной шейкой таким же способом, который использовался для определения зазора в коренных подшипниках. Для нового коленвала зазор не должен превышать 0,076 мм. Предельный зазор не должен превышать 0,18 мм. Проверьте осевой люфт шатуна в шейке, который должен быть не более 0,13 мм для однокордного двигателя и не более 0,12 мм для V-образного.

При сборке двухтактных дизелей Detroit вставьте поршень в сборе с шатуном в гильзу (Рисунок. 19.17). Установите гильзу на деревянный



19.17 Установка поршня в гильзу при сборке двухтактных дизелей Detroit

1. Этап 1

2. Этап 2

бруску так, чтобы маркировка гильзы была обращена в сторону угла бруска. На 1-м этапе расставьте стыки поршневых колец, смажьте поршень и компрессор колец и введите поршень с шатуном в компрессор (оправку для сжатия колец). Далее установите оправку на гильзу и введите поршень до освобождения компрессора (предварительно убедившись, что номер на шатуне обращен в сторону маркировки на гильзе). Снимите крышку шатуна и достаньте компрессор. Установите верхний шатунный вкладыш и введите поршень так, чтобы кольца прошли входное окно гильзы. Установите гильзу в сборе с шатуном и поршнем в блок цилиндров.

Совместите метки на блоке цилиндров и соответствующей гильзе и вставьте гильзу так, чтобы фланец гильзы зашел в расточку цилиндра. Установите крышку шатуна с вкладышем и затяните болты с заданным моментом. Чтобы предотвратить смещение гильзы при проворачивании коленвала во время установки второго поршня, гильзу следует закрепить зажимом.

## Износ поршней

Двигатель автомобиля иногда сравнивают с сердцем человека. Действительно, он работает постоянно, пока машина движется. Правда, такое сравнение не вполне корректно. Ведь сердце, как и всякий живой организм, непрерывно самовосстанавливается: в нем постоянно идут процессы отмирания старых клеток и замещения их новыми, молодыми. Чего никак не скажешь о неживом механизме — об автомобильном двигателе. Он, несмотря на все наши старания, изнашивается практически необратимо. Однако интенсивность такого износа, ресурс двигателя до капитального ремонта, как и долговечность всего автомобиля в целом, во многом зависят от того, насколько качественно он сделан и грамотно эксплуатируется.

Особенно подвержены износу главные детали двигателя — поршни с поршневыми кольцами, шатуны и цилиндры. Работа поршней двигателя наиболее впечатляет. Ведь, двигаясь возвратно-поступательно между верхней и нижней мертвыми точками, они покрывают огромное расстояние. Так, при частоте вращения коленчатого вала 5000 об/мин и ходе поршня в 75 мм суммарный путь поршня в минуту составляет 375 м. За час работы это расстояние будет уже 2 км 250 м, а за месяц эксплуатации по 8 часов в день, включая выходные, поршень переместится на 460 км. При интенсивной ра-



боте автомобиля за 5 лет (а именно такую продолжительность эксплуатации автомобиля до капремонта подтверждает статистика) поршень покроеет расстояние в 24 000 км!

Итак, износ поршня и сопряженных с ним деталей неизбежен. Однако величины износа поршневых групп (поршни-поршневые кольца) до капитального ремонта двигателей различных фирм весьма отличаются друг от друга. Так, предельный износ поршней и поршневых колец двигателей Mercedes-Benz, Volkswagen, BMW, большинства американских и японских фирм наступает после пробега около 300 000 км. В то же время двигатели других, скажем, менее совершенных моделей, нуждаются в замене поршней и поршневых колец уже после 50 000 км пробега (почти в 10 раз меньше!).

В чем же тут причина? И как зависит долговечность этих деталей от условий эксплуатации? Для ответа на эти вопросы рассмотрим две типичные конструкции поршневых групп бензинового двигателя и дизеля. Напомним, прежде всего, что давление газов внутри цилиндров этих двигателей в начале рабочего хода отличается примерно в два раза. В карбюраторном двигателе или в двигателе с непосредственным впрыском бензина оно составляет  $40\text{--}55 \text{ кг/см}^2$ , в дизеле – это  $70\text{--}80 \text{ кг/см}^2$ . Поэтому и поршни бензинового и дизельного двигателей отличаются один от другого, хотя главные конструктивные решения у них одинаковы.

Типичный поршень карбюраторного двигателя отлит из алюминиевого сплава и покрыт снаружи слоем олова для улучшения прирабатываемости к зеркалу цилиндра. Его верхняя часть – головка – имеет меньший на 0,1 мм диаметр, чем внутренний диаметр цилиндра. Это сделано для предотвращения заклинивания головки в цилиндре при разогреве. В кольцевых канавках размещены два компрессионных и одно маслосъемное кольцо. Нижняя часть поршня – юбка – в поперечном сечении овальна, а по высоте имеет коническую форму: в верхней части – меньший диаметр, чем в нижней. Кроме того, внутри бобышек поршня с отверстиями под поршневой палец впаялены две стальные терморегулирующие вставки. Все это сделано для предотвращения увеличения трения между юбкой и зеркалом цилиндра при нагревании поршня. Имея меньший, чем у алюминия, коэффициент теплового расширения, эти вставки стягивают юбку в направлении, перпендикулярном оси поршневого пальца.

Отверстие под поршневой палец в современных двигателях обычно смещают от оси симметрии в правую сторону двигателя. Для правильной сборки поршня с шатуном и установкой их в цилиндр двигателя около отверстия бобышки имеется метка, которая должна быть обращена в сторону передней части двигателя. Такое смещение делают для уменьшения боковой составляющей силы давления газов, прижимающей поршень с одной из сторон цилиндра на такте "рабочий ход".

Шатун также должен быть правильно сориентирован в двигателе. На его передней стороне имеется отверстие для направленной струи масла на нагруженную сторону зеркала цилиндра (в некоторых двигателях это отверстие отсутствует). Вкладыши и крышка нижней головки шатуна также имеют соответствующие метки для правильной сборки. От точности изготовления поршня и верного подбора его к отверстию цилиндра существенно зависит его дальнейшая работоспособность и долговечность. Ведущие автомобилестроительные фирмы применяют сегодня систему, в соответствии с которой поршни по наружному диаметру разбиты обычно на пять или шесть классов через 0,01 мм. Кроме того, они разделены на 3-4 категории через 0,004 мм в соответствии с диаметром отверстия под поршневой палец. Цилиндры двигателя также имеют подобное же разделение на пять классов. Такая система позволяет наиболее точно подобрать поршень соответствующего класса к любому, даже изношенному цилиндру, и палец нужной категории к отверстию в бобышках и к шатуну. Для капитального ремонта двигателей, заключающемся обычно в расточке цилиндров, фирмы выпускают ремонтные поршни увеличенных размеров.

Поршень современного дизеля рассчитан на восприятие более высоких давлений, поэтому он имеет большую толщину днища и бобышек. Кроме того, конструкция поршня дизеля несколько отличается от рассмотренной ранее. Главное отличие – это размещение камеры сгорания непосредственно в головке поршня. Поскольку сгорание происходит при нахождении поршня вблизи верхней мертвой точки, горячие газы сильнее нагревают головку поршня, а стенки верхней части цилиндра нагреваются относительно меньше, чем в бензиновых двигателях. Для надежного уплотнения поршня в цилиндре на его наружной поверхности сделаны пять канавок под поршневые кольца. В трех вер-

ных канавках установлены компрессионные кольца. В нижних канавках размещены два маслосъемных кольца. Многие фирмы изготавливают компрессионные кольца прямоугольного сечения, практически ничем не отличающиеся от колец бензиновых двигателей. Однако более прогрессивной, хотя и более дорогой, является конструкция с конусной верхней рабочей поверхностью. Угол наклона образующей конуса у таких колец делают обычно  $10^\circ$ . Применение конусных колец обеспечивает некоторое увеличение их долговечности, поскольку на такте "рабочий ход" составляющая силы давления газов на конусную поверхность кольца дополнительно прижимает его к зеркалу цилиндра. Особенностью обслуживания и ремонта поршней с конусными компрессионными кольцами является точный контроль зазоров. Зазоры между канавкой и маслосъемными кольцами контролируют так же, как и в бензиновых двигателях.

Силы трения между поверхностями юбки поршня и зеркала цилиндра у дизелей выше, чем в бензиновых двигателях. Для увеличения долговечности на поверхность юбки поршней в современных фирмах наносят слой специального коллоидно-графитового покрытия. Оно намного улучшает прирабатываемость поршня к цилиндру и удлинит срок его работы до капитального ремонта. Подобную же обработку трудных поверхностей поршней применяют сегодня и на бензиновых двигателях.

Кроме износа поверхностей юбки, изнашиваются также канавки под компрессионные кольца поршня. Кроме того, изнашивается канавка под маслосъемное кольцо, хотя такой износ обычно куда меньше. При износе канавок кольца начинают все более интенсивно перемещаться вниз и вверх по высоте канавки, и все более ощутимым становится так называемое насосное действие колец. Это проявляется во все более увеличивающемся расходе картерного масла двигателя. Попадая в камеру сгорания, оно сгорает там, образуя сизый дым, выходящий из выхлопной трубы автомобиля. При значительном износе канавок замена колец на новые мало улучшает ситуацию. Наступает объективная необходимость в замене всей поршневой группы с весьма желательной расточкой цилиндров на ремонтный размер. Все описанные виды износа – это естественный и, к сожалению, неотвратимый процесс.

С естественным износом двигателя можно успешно бороться, продлевая его работоспосо-

дность. Америк тут открывать не следует. Просто нужно scrupulously выполнять требования по эксплуатации автомобиля, пользоваться качественным маслом и масляными фильтрами, грамотно регулировать топливную аппаратуру. Хорошие результаты дает применение качественных модификаторов масла и топлива, препаратов, изменяющих микроструктуру поверхностных слоев трения двигателей.

Наряду с этим износ двигателя, как и всего автомобиля в целом, во многом зависит от водителя, от его квалификации и технической грамотности. Ведь не зря же автомобили одной и той же марки у одних водителей служат долго и безотказно, у других – ремонтируются чуть ли не каждую неделю. Опытный водитель почти никогда не допускает работы двигателя с перегрузкой, а тем более – детонацией. Он постоянно слушает, как работает его двигатель, и немедленно реагирует на перегрузку, сопровождаемую гулким, низкочастотным звуком на пониженной частоте вращения коленчатого вала. Режим разгона автомобиля также сопровождается повышенным износом двигателя. Здесь напрашивается аналогия с лошадью и наездником: заботливый хозяин не будет без особой нужды хлестать своего четвероногого друга, заставляя его бежать с места в карьер, особенно когда лошадь еще не разогрелась. Конечно, в критических ситуациях водитель может себе позволить лихо, предельно резко разогнать автомобиль. Но если такой крутой стиль езды входит в привычку, ремонт двигателя у такого лихача наверняка обеспечен вдвое раньше, чем это предусмотрено техническими условиями.

Зачастую наблюдается и другой, не предусмотренный никакими инструкциями вид износа. Это аварийная поломка шатунно-поршневой группы и, прежде всего, колец и перемычек кольцевых канавок поршня. В бензиновых двигателях это связано прежде всего с детонацией. Напомним, что детонация – это взрывоподобное сгорание горючей смеси в цилиндре, сопровождаемое скачкообразным повышением давления в камере сгорания. Это равносильно резкому удару увесистой кувалдой по неподвижному поршню и кольцам. Детали, естественно, не рассчитаны на нагрузку и могут ломаться, повредив затем острыми осколками зеркало цилиндра. Причин детонации несколько. Однако главные из них – эта работа двигателя на бензине с более низким, чем это предусмотрено техническими условиями, окта-

новым числом, а также перегрев и работа на богатой горючей смеси. Опытный водитель обязан слышать детонационные стуки при работе двигателя и немедленно уменьшать подачу топлива при разгоне, а затем устранять причины детонации. Звук детонации – это высокочастотные металлические щелчки, совпадающие по частоте с оборотами коленчатого вала. Они могут быть еле слышны на фоне других звуков работающего двигателя, особенно – при слегка раннем зажигании, и пропадать при совсем незначительном уменьшении подачи топлива (газа). Такая еле заметная детонация свидетельствует о правильно отрегулированном угле опережения зажигания. Но бывает и так, что детонационные стуки появляются сразу же при нажатии на педаль газа, что, конечно же, недопустимо, и продолжать движение в таком режиме равносильно разбиванию молотком внутренностей двигателя.

Дизельные двигатели не столь чувствительны к изменению состава дизельного топлива,

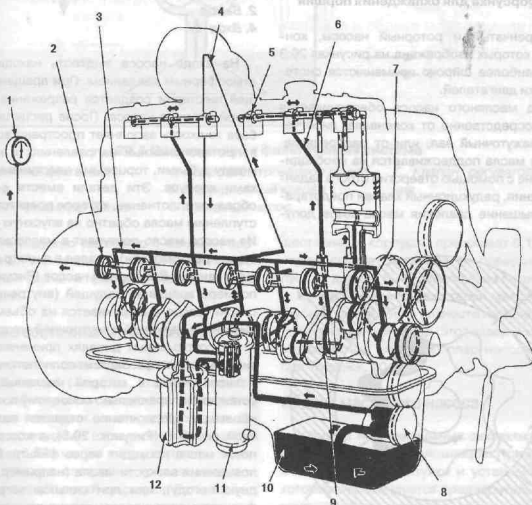
хотя и в них случаются неприятности, ведущие к повышенному износу деталей кривошипно-шатунной группы. Это, прежде всего, перегрев двигателя и связанное с ним уменьшение вязкости масла, особенно, если оно невысокого качества. Повышенный износ может быть следствием и неправильной регулировки насоса высокого давления, и ухудшения распыления топлива в камерах сгорания из-за нарушения работы форсунок. И, конечно же, многое зависит от самого водителя.

Итак, из всего вышесказанного можно сделать такие обобщенные выводы. Долговечность вашего автомобиля, а равно как и всего транспортного средства в целом, зависит от двух факторов: от качества изготовления, за которое ответственна фирма-производитель, и от уровня технической эксплуатации, за который, в конечном счете, ответственен водитель. Об этом нужно помнить как при покупке автомобиля, так и при подготовке и обучении водителей.

# Масляные насосы и маслоохладители

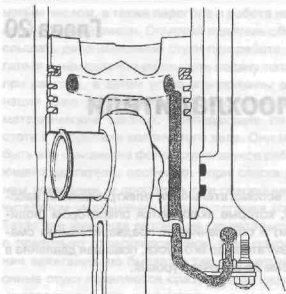
Устройство типовой системы смазки дизеля показано на рисунке 20.1. Почти во всех дизелях помимо указанных компонентов системы смазки предусмотрены маслоохладитель и форсунки для охлаждения поршней (Рисунок 20.2). Некоторые изготовители комплектуют ди-

зели вспомогательными электрическими насосами, которые включаются оператором (водителем) и обеспечивают предварительную смазку двигателя до его пуска, повышая давление в системе до рабочего уровня.



**20.1 Устройство типовой системы смазки дизеля**

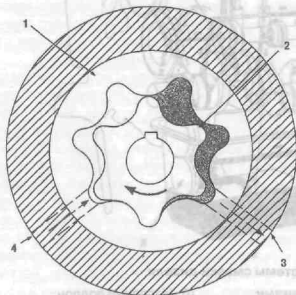
- |   |   |                     |
|---|---|---------------------|
| 1. Указатель давления масла                         | 5. Коромысла с валиками                     | 10. Масляный поддон |
| 2. Подшипник распревала                             | 6. Отверстие для подвода масла к коромыслам | 11. Маслоохладитель |
| 3. Главная магистраль подвода масла                 | 7. Шатунные подшипники                      | 12. Масляный фильтр |
| 4. Магистраль смазки турбокомпрессора под давлением | 8. Масляный насос                           |                     |
|   | 9. Коренные подшипники                      |                     |



20.2 Форсунка для охлаждения поршня

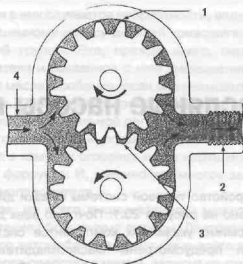
Шестеренчатый и роторный насосы, конструкция которых изображена на рисунках 20.3 и 20.4, наиболее широко применяются системах смазки двигателей.

Привод масляного насоса обеспечивается либо непосредственно от коленвала, либо через промежуточный вал, или от распредвала. Давление масла поддерживается на необходимом уровне с помощью отверстий строго заданного сечения, редукционный клапан предотвращает повышение давления масла выше допустимого.



20.4 Схема роторного масляного насоса

1. Наружный ротор
2. Внутренний ротор
3. Выход
4. Вход



20.3 Шестеренчатый масляный насос

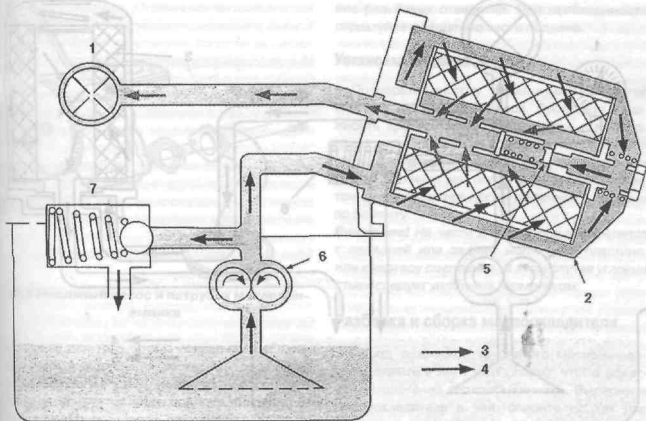
- 1, 3. Место формирования уплотнения
2. Выход
4. Вход

На входе насоса жидкость находится под атмосферным давлением. При вращении ведущей шестерни создается разрежение на впускной стороне насоса. После расцепления зубьев жидкость заполняет пространство и течет в противоположных направлениях в карманах между зубьями, торцовыми пластинами и стенками корпуса. Эти детали вместе с маслом образуют уплотнение, которое препятствует поступлению масла обратно на впускную сторону. Из насоса масло поступает в маслоохладитель (если предусмотрен) и далее в фильтр и смазочные каналы. В роторном насосе (Рисунок. 20.4) по мере вращения ведущей (внутренней) шестерни масло выдавливается из объема, ограниченного наружной и внутренней шестернями.

На современных дизелях применяются два типа фильтрующих систем: полнопоточная и неполнопоточная, в которой масляный фильтр установлен параллельно основному потоку. Наибольшее предпочтение отдается полнопоточной системе (Рисунок. 20.5), в которой весь поток масла проходит через фильтр. В случае повышения вязкости масла (например, в холодную погоду), или при сильном загрязнении фильтра масло предусмотрена прямая подача масла в подшипники коленвала.

### Разборка масляного насоса

Очистите насос, снимите маслоприемник, шестерню привода, и крышку насоса. Обозначьте маркером взаимную ориентацию шестерен



**20.5 Полнопоточная фильтрующая система**

- |                           |                             |                               |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Подшипники двигателя   | 4. Непрофильтрованное масло | 7. Клапан регулятора давления |
| 2. Фильтр                 | 5. Редукционный клапан      |                               |
| 3. Профильтрованное масло | 6. Масляный насос           |                               |

и снимите ведущую шестерню с валиком, промежуточный или ведомый валик. Снимите редукционный клапан и промойте все детали в растворителе.

### Проверка состояния масляного насоса

Проверьте состояние шестерен, наличие на них повреждений (задилов, сколов и выработок). При обнаружении заметных повреждений или износа шестерни замените. Проверьте зазор между втулкой и валиком. Если зазор превышает 0,076 мм, то втулку или валик замените. Проверьте состояние крышки насоса и трущихся поверхностей шестерен. Если износ с всасывающей стороны насоса распространился так, что занимает область более 90°, то корпус насоса замените.

Износ деталей насоса более точно проверяется путем измерений зазоров между шестерней и корпусом и зазора в зацеплении шестерен. Измерения выполняются щупом (Рисунок. 20.7) на всасывающей стороне. Если зазор между

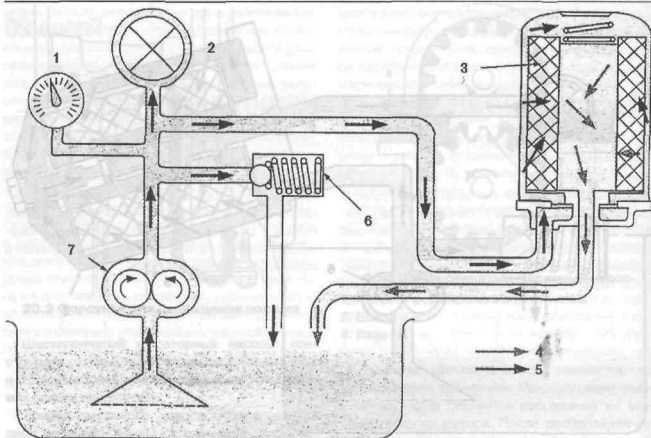
шестерней и корпусом превышает 0,101 мм, то корпус следует заменить. На поверхности корпуса не должно быть царапин или пятен износа.

Проверьте высоту шестерен микрометром и глубину корпуса и по разности измерений определите торцовый зазор (этот зазор можно также определить с помощью пластмассового калибра, Рисунок. 20.8).

### Сборка масляного насоса

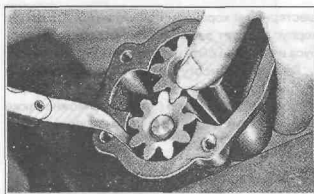
Удалите незначительные дефекты с шестерен, крышки, шпонок и шлицов. При необходимости спрессуйте втулки и установите новые, которые рекомендуется предварительно развернуть (глубина одевания втулки должна быть указана в пособии по ремонту). Проверьте состояние сетки маслоприемника.

Проверьте длину пружины редукционного клапана, при необходимости пружину замените (растягивать пружину не допускается). Смажьте обильно все детали маслом для двигателя и соберите насос в обратном порядке. Если шесте-



### 20.6 Неполнопоточная фильтрующая система

- |                             |                             |                               |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Указатель давления масла | 4. Профильтрованное масло   | 6. Клапан регулятора давления |
| 2. Подшипники двигателя     | 5. Непрофильтрованное масло | 7. Масляный насос             |
| 3. Фильтр                   |                             |                               |



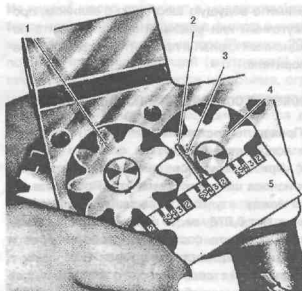
20.7 Проверка зазора между шестерней и корпусом

ри меняются, то проверьте зазор в зацеплении новых шестерен. Ведомая шестерня нагревается и напрессовывается на валик.

### Установка масляного насоса

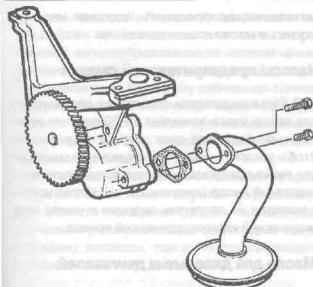
#### на двигатель

Почти на всех дизелях масляный насос устанавливается на направляющих штифтах. Это не-



20.8 Проверка зазора в зацеплении шестерен масляного насоса и торцового зазора

- |                         |
|-------------------------|
| 1. Ведущая шестерня     |
| 2. Торцовый зазор       |
| 3. Пластмассовый калибр |
| 4. Ведомая шестерня     |



**20.9 Масляный насос и патрубок маслоприемника**

обходимо для того, чтобы сохранить неизменным зазор в зацеплении шестерен насоса после регулировки. На части масляных насосов этот зазор регулируется путем подбора толщины регулировочных прокладок, либо путем сверления отверстий под направляющие штифты в монтажной пластине.

После установки насоса присоедините патрубки (рисунок 20.9). В дизелях большой мощности и в дизелях землеройных машин в масляном насосе предусмотрена отдельная пара шестерен для отсоса масла из задней части масляного поддона.

## Проверка масляного поддона

Очистите поддон и проверьте его состояние (наличие вмятин, трещин, ослабления крепления маслоотражателей). Проверьте состояние краев отверстий под болты крепления, состоя-

ние резьбовых отверстий. При необходимости открутите фланцевые части поддона.

## Установка поддона

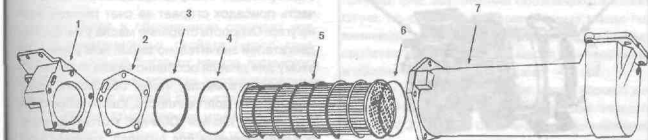
Проверьте чистоту разъемных плоскостей поддона и блока цилиндров. Проверьте надежность крепления маслоприемника и маслоотражателей. Установите поддон с прокладкой на направляющие штифты или наверните два болта. Затяните все болты с заданным моментом в последовательности указанной в пособии по ремонту.

**Внимание!** На части дизелей поддон крепится к передней или задней монтажной пластине, или к картеру сцепления. В этом случае угловые стыки следует уплотнить герметиком.

## Разборка и сборка маслоохладителя

Перед разборкой трубчатого маслоохладителя залейте в него уайт-спирит, чтобы облегчить извлечение теплообменника. Выдержите маслоохладитель в уайт-спирите до тех пор пока не перестанут выделяться пузырьки и не прекратится пеновыделение. Тип рекомендуемого растворителя может оговариваться в пособии по ремонту.

Чтобы снять теплообменник, снимаяла следует снять крышку, затем держатель прокладки и кольцо. Вверните в технологические отверстия теплообменника два болта, на которых закрепите брус съемника. Чтобы избежать отвердевания осадка, очистите теплообменник сразу же после его извлечения. Промойте его в трихлорэтане или в щелочном растворе, тщательно очистите пространства между трубкой и внутренний объем, залив в теплообменник указанное моющее средство. По окончании промойте теплоо-



**20.10 Маслоохладитель с трубчатым теплообменником**

1. Охлаждаемая головка
2. Прокладка

3. Стопорное кольцо
- 4, 6. Уплотнительное кольцо

5. Теплообменник
7. Корпус



бменник изнутри и снаружи струей горячей воды. Если при промывке теплообменника маслоохладителя в изобилии обнаруживаются металлические частицы от износа деталей двигателя, то маслоохладитель (или теплообменник следует заменить).

## Проверка маслоохладителя

Просушите маслоохладитель сжатым воздухом, и прополощите трубки маслом. Проверьте состояние трубок, наличие трещин на пайке, состояние резьб, состояние перепускного клапана и пружины. При обнаружении коррозии на клапане и пружине их следует заменить. Герметичность маслоохладителя (или теплообменника) проверяется сжатым воздухом. Для этого следует заглушить теплообменник пластиной с ввернутым в нее штуцером, для проверки маслоохладителя вверните штуцера в резьбовые отверстия в корпусе.

Испытательное давление указано в пособии по ремонту (обычно это давление составляет от 103 до 550 кПа).

Поместите теплообменник в горячую воду (80°C) и убедитесь в отсутствии пузырьков. При обнаружении пузырьков установите их происхождение. При обнаружении нарушения герметичности теплообменника его следует отремонтировать в специальной мастерской, или заменить. Трещины в пайке устраняются повторной локальной пайкой. Чтобы устранить повреждение трубки, вставьте в нее трубку меньшего диаметра и развальцуйте окончания, припаяйте окончания новой и поврежденной трубок.

**Внимание!** Маслоохладитель вышедшего из строя двигателя дальнейшей эксплуатации не подлежит, так как в нем содержатся крупные

металлические фрагменты, которые могут поступить в масло нового двигателя.

## Насосы предварительной смазки

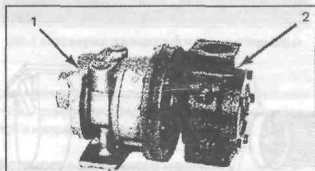
В больших дизелях нарастание давление масла после пуска занимает 15-30 сек, что существенно сокращает срок эксплуатации дизеля. Чтобы ускорить нарастание давление масла после пуска предусматривается вспомогательный масляный насос (рисунк 20.11). Насос устанавливается на двигатель снаружи и имеет пневматический или электрический привод.

## Масло для дизельных двигателей

Чтобы более точно сформулировать требования к маслу для дизелей, полезно посмотреть на некоторые особенности их рабочего процесса, который заметно отличается от рабочего процесса бензиновых моторов.

Дизельные двигатели более теплонапряжены, работают на более бедных горючих смесях, а смесеобразование и сгорание у них происходит в сотни раз быстрее. В результате у дизелей труднее обеспечить полное сгорание топлива, и в продуктах сгорания всегда содержится большое количество частиц сажи. Из-за большого давления в камере сгорания прорыв газов в картер и, соответственно, окисление масла в дизеле существенно выше. Значит, ускоряется процесс, называемый старением масла.

Суть процесса старения заключается в том, что при работе двигателя свойства смазочных материалов постепенно меняются: происходит загрязнение механическими примесями, водой, продуктами износа деталей и сгорания топлива. Одновременно накапливаются продукты окисления, а введенные в масло при его производстве присадки быстрее срабатываются, причем часть присадок сгорает за счет расхода масла на угар. Скорость старения масла у изношенных двигателей значительно выше, чем у новых. Поэтому для дизеля особенно важна стабильность всех свойств масла, чтобы обеспечить максимальную его долговечность. Каким должно быть масло для дизеля. Обычно моторные масла, предназначенные для дизелей, требуют несколько иной композиции (пакета) присадок, чем для бензиновых двигателей. Так, из-за уже упомянутой неполноты сгорания топлива необходимо увеличить количество диспергирующих и



20.11 Насос предварительной смазки (дизель фирмы Caterpillar)

1. Пневмопривод (воздушный двигатель)

2. Насос

моющих присадок. Первые поддерживают чистоту сажи во взвешенном состоянии, вторые снижают нагарообразование на деталях цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма. Поскольку дизельное топливо содержит большое количество серы, то для увеличения стойкости масла против окисления в него вводят больше противоокислительных и щелочных присадок.

В то же время современная технология производства ГСМ и новые научные разработки в этой области позволили создать масла с действительно универсальными свойствами как по диапазону вязкости, так и по применяемости для различных типов двигателей.

## Качество и вязкость масла

Обратимся к принятому в мире обозначению масел для автомобильных двигателей различных типов. При этом мы, естественно, вынуждены повторить то, о чем не раз писали, и что большинству наших читателей, наверное, хорошо известно. Но, во-первых, "повторенье – мать ученья". А, во-вторых, к автомобильному делу каждый день и каждый час прирастают новинки. И для них все это – чистое откровение. Первым в обозначении указан индекс вязкости по SAE (Society of Automotive Engineers – Американское общество автомобильных инженеров). Например, 10W-40. Далее следует указание качества масел по AP (American Petroleum Institute – американский институт нефти) – например SF/CC.

Рассмотрим эти параметры более подробно и начнем со спецификации. Первая буква S (Service) говорит о применимости масла в бензиновых двигателях, а C (Commercial) – в дизельных. Форма записи через дробь означает универсальность масла – оно допущено к применению как в бензиновых, так и в дизельных моторах.

Вторая буква в обозначении означает уровень эксплуатационных свойств (класс качества). Чем дальше буква от начала латинского алфавита, тем выше уровень удовлетворяемых требований. Для дизелей это выглядит так:

CC – дизели атмосферные или с умеренным наддувом, работающие в тяжелых условиях;

CD – с высоким наддувом, работающие в тяжелых условиях на высокосернистом топливе;

CE – с высоким наддувом выпуска после 1983 г.;

CF-4 – четырехтактные выпуска после 1990 г.;

CG-4 – выпуска после 1994 г. Улучшены характеристики CF-4 и ужесточены требования к токсичности.

Масла классов CA и CB в продаже не встречаются, а CD-11 и CF-2 – означают допуск к применению в двухтактных дизелях.

Помимо спецификации по API, в обязательном порядке указывается класс масла по ACEA (Ассоциация европейских производителей автомобилей). Применительно к дизельным двигателям это выглядит так:

B1-96 – для легковых автомобилей без турбонаддува;

B2-96 – для легковых автомобилей с турбонаддувом или без него (стандартный класс);

B3-96 – для легковых автомобилей с турбонаддувом или без него (экстракласс);

E1-96 – для грузовых автомобилей с высоким наддувом, работающих в тяжелых условиях (стандартный класс);

E2-96 – то же, но с лучшими, чем у E1-96, свойствами;

E3-96 – для грузовых автомобилей с высоким наддувом, работающих в тяжелых условиях (экстракласс).

Итак, резюмируем: в современных легковых дизелях без наддува не следует применять масла классом ниже CD по API или B1 по ACEA, а в турбодизелях выпуска после 1990 года – ниже CE или B2. Более высокие требования к маслу для двигателей с турбонаддувом связаны не только с большими нагрузками на детали, но и с обеспечением надежности и долговечности турбокомпрессора – агрегата весьма недешевого.

Другим важнейшим параметром, определяющим выбор масла для дизеля, является индекс вязкости. Как известно, масла в зависимости от этого параметра делятся на летние, зимние и всесезонные. Наиболее вязкие летние масла имеют обозначение вязкости в виде числа (например, SAE 30). Зимние обозначаются аналогично, но с буквой W. Всесезонные масла под влиянием загущающих присадок приобретают свойства летних и зимних масел одновременно и обозначаются двумя числами.

Но не всякое всесезонное масло хорошо для дизеля. Например, масло с индексом вязкости SAE 10W-30 хотя и обеспечивает удовлетворительные условия холодного пуска, но в современных легковых дизелях, как правило, применяться не может из-за недостаточного класса качества.

Необходимый класс качества и индекс вязкости масла всегда указываются в инструкциях по

эксплуатации автомобиля. Этим рекомендациям надо следовать неукоснительно.

### Минеральное или синтетическое?

Выбор типа масла не столь принципиален, как выбор класса качества и индекса вязкости. Определяющим здесь является скорее известный критерий "качество/цена". В самом деле, эксплуатация двигателя на минеральном масле дешевле, но синтетическое или полусинтетическое имеет более стабильные характеристики в течение всего срока службы, обеспечивает снижение износа двигателя и увеличение его ресурса. Кроме того, "синтетика" предпочтительнее из-за лучших низкотемпературных свойств. В то же время лишено какого-либо основания часто высказываемое мнение о необходимости применения в современном турбодизеле только синтетического масла. И если минеральное масло соответствует рекомендуемому инструкцией по вязкости и классу качества, значит, его можно применять без ограничений, и оно обеспечит заданный межремонтный ресурс мотора,

### Castrol, Shell или Лукойл?

Вопрос о выборе производителя масла обычно встает не только перед владельцем дизельного автомобиля, но и перед механиком, его обслуживающим, и вызывает некоторые трудности. Совсем недавно советский автолюбитель делал выбор между двумя сортами масел — M63/10G1 или M63/12G1. Теперь же глаза разбегаются от изобилия вариантов.

Сравнивать продукцию известных производителей масел — дело совершенно неблагодарное. И можно быть уверенным в том, что масло любого из них соответствует всем необходимым требованиям, если, конечно, это не подделка. Однако не следует часто переходить с одного сорта используемого масла на другой: несмотря на то, что все они в обязательном порядке проходят тест на совместимость, у разных фирм-производителей используются разные пакеты присадок. И при взаимодействии два разных масел могут образовываться плохорастворимые отложения, ведь в моторе всегда есть пусть и небольшой, но несмываемый остаток.

### Что еще надо знать о масле для дизелей

Вопросов, касающихся моторных масел, так много, что в рамках одной публикации на все не

ответить. Мы выбрали самые распространенные и постараемся на них ответить.

**- Должно ли вызывать опасение быстрое (через 500-1000 км) потемнение масла?**

Нет, не должно. Это нормальное явление, связанное с повышенным образованием сажи и работой упоминавшихся выше моющих и диспергирующих присадок.

**- Можно ли увеличивать пробег между сменой масла при применении высококачественной "синтетики"?**

Нет, нельзя. Более того, с учетом повышенного содержания серы в отечественном дизтопливе сроки смены масла следует уменьшить вдвое по отношению к требованиям заводских инструкций независимо от того, что залито в двигатель.

**- Надо ли промывать двигатель промывочным маслом или "5-минутным" добавками перед очередной сменой масла?**

При правильной эксплуатации двигателя и своевременной смене масла никакой промывки двигателя не требуется. Правда, промывка может понадобиться, если вы купили автомобиль с дизельным двигателем и есть подозрение, что он эксплуатировался с нарушениями сроков замены и сорта применяемого масла. Промывка будет необходима и в случае, если есть явные признаки некачественного масла (повышенная вязкость, сгустки, грязь под клапанной крышкой).

**- Нужно ли промывать двигатель перед сменой минерального масла на синтетическое?**

При переходе с минерального масла на синтетическое (и наоборот) в случае нормальной эксплуатации двигателя никакой промывки не требуется. Вопреки распространенному мнению, никакого "свертывания" в подобном случае не произойдет, т.к. не сливаемый остаток при полном сливе масла с горячего двигателя пренебрежимо мал и вреда принести не может. В то же время следует помнить о наличии на ряде турбодизельных моторов масляных радиаторов и принимать специальные меры, чтобы слить из них масло. Но прямо смешивать или доливать масла на разной основе (минеральной и синтетической) ни в коем случае нельзя, иначе это самое пресловутое "свертывание" вполне возможно.

**- Можно ли использовать различные присадки и добавки, улучшающие, как утверждают рекламные проспекты, отдельные свойства моторных масел?**

Однозначный ответ дать трудно. Вообще говоря, улучшить современное масло практически невозможно – все, чем его можно было улучшить, в него уже добавили производители. Добавки могут в лучшем случае не испортить масло, но чаще всего они нарушают заданный баланс присадок.

**- Можно ли восстановить рабочие параметры изношенного двигателя, применяя так называемые средства безразборного восстановления типа Lubrifilm, "РиМЕТ" и др.?**

Восстановить изношенные детали подобными препаратами, по нашему мнению, невозможно. Вся эта продукция – реметаллизаторы, кондиционеры металла и прочее – создана и продвигается на рынок по большей части "наперсточниками" от автохимии. Насколько нам известно, ни один из этих препаратов не прошел полномасштабных испытаний в соответствующих научно-исследовательских организациях.

**АБС. Г.Цвелев. Моторсервис.**

## Глава 21

## Головка цилиндров и клапаны

## Причины выхода из строя

Как показывает опыт, основными причинами выхода из строя головки цилиндров и клапанного механизма являются неправильная регулировка и недостаточное техническое обслуживание.

Нарушение порядка затягивания болтов головки цилиндров приводит к деформации клапанов, или к залипанию форсунок, что является причиной перебоев в работе двигателя.

Деформация клапанов обусловлена тем, что головка клапана неравномерно прилегает к седлу, — одна сторона входит в соприкосновение с седлом раньше чем другая и охлаждается быстрее. Поэтому, сила прижатия клапана с одной стороны больше чем с другой. Горячие газы проходят через неплотно прилегающую часть клапана, и из-за теплового расширения гайтели клапана клапан приоткроется еще больше. Эта

цепочка событий приводит к выходу клапана из строя.

Развитие трещин между отверстием под клапан и форсункой часто обусловлено перегревом или чрезмерным попаданием топлива, частыми остановками перегретого двигателя, ухудшением качества охлаждающей жидкости. Кроме того, трещины в этом месте возникают из-за частого пользования эфиром для пуска двигателя.

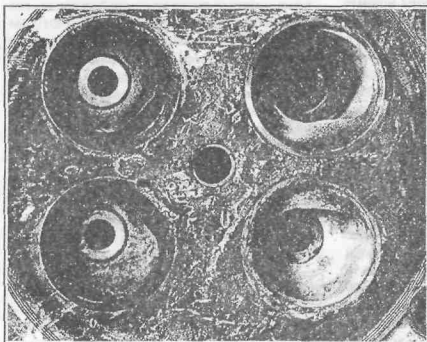
Повреждение головки цилиндров, показанное на рисунке 21.1 является результатом попадания в камеру сгорания материала от поврежденного клапана, сломанного седла клапана, обломка поршня или поршневого кольца.

## Причины повреждения клапанов и седел

Причинами усиленного износа фаски клапана и седла являются несоответствие нормам усилия пружины клапана, увеличение зазоров в клапанах против нормы, длительная работа дизеля на больших оборотах или частый перегрев дизеля. Если такой дефект обнаруживается только на впускных клапанах и их седлах, то причиной его является попадание грязи с всасываемым воздухом.

Искривление клапана обусловлено неправильной установкой седла, интенсивным образованием нагара и смолистых отложений, недостаточным охлаждением, засорением воздушного тракта, частыми перегрузками двигателя, выходом из строя турбокомпрессора, уменьшением зазоров в клапанах, потерей упругости пружин клапанов.

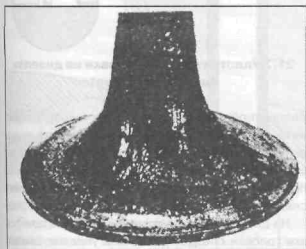
Зольные отложения белого цвета, или нагар (Рисунок. 21.2) обычно обусловлены остатками



21.1 Повреждение головки цилиндров попадания в камеру сгорания постороннего материала



21.2 Зольные отложение я белого цвета (слева) или нагар (справа) на головке клапана



21.3 Нагар на клапане

сгоревшего масла. Масло могло попасть через поломанный поршень, изношенные маслосъемные кольца, через трещины в гильзе цилиндра, или из-за повышенного уровня масла в двигателе. Масло также попадает через увеличенные зазоры между коромыслом и втулкой или изношенные направляющие втулки клапанов.

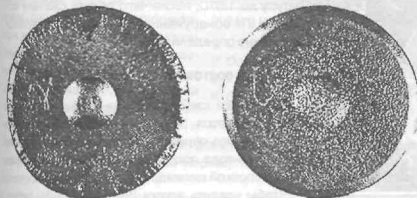
У клапана, показанного на рисунке 21.3 повреждена фаска и наблюдаются отложения на-

гара на галтели. Причинами этих дефектов являются неправильная регулировка клапанов, неполным сгоранием топлива, засорением выпускных патрубков, длительная работа на холостом ходу при низкой температуре, редкая замена масла и масляного фильтра, загрязнение масла.

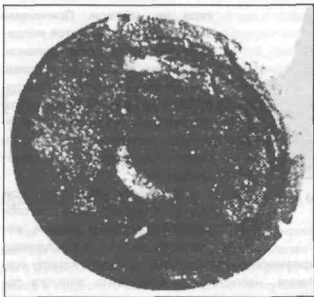
Разрушение клапана на рисунке 21.4 может быть обусловлено перегревом дизеля, недостаточным охлаждением, чрезмерным попаданием топлива в камеру сгорания, несоответствие момента впрыска топлива заданному, перегрузка дизеля, засорение впускного воздушного тракта, выход из строя турбокомпрессора. Длительная работа при любых из этих условий ведет к перегреву седел клапанов и прогоранию клапанов. Если трещина наблюдается на нескольких седлах, то причиной является перегрев дизеля, если же трещина только на одном седле, то это следствие неправильной сборки, — несоосность седла, неправильная раззенковка, или ослабление седла клапана.

Причиной повреждения клапана, показанного на рисунке 21.5, является соударение с поршнем. Эта поломка случается редко, однако причинами являются поломка пружины клапана, заедание клапана в направляющей втулке, недостаточная смазка, погнуто стержня клапана, обильные отложения нагара на стержне клапана и направляющей втулке. Соударение головок клапанов с поршнями может также случиться и при работе дизеля на высоких оборотах, в результате неправильной сборки клапанного механизма, износа сухарей или канавок в клапане под сухари.

Причинами усиленного износа направляющей втулки клапана являются попадание абразивного материала в масло, недостаточная смазка, перегрев, овальность седла клапана, деформация пружины клапана, неправильной шлифовкой дуговой части коромысла, упирающейся в торец стержня клапана. Недостаточная смазка обусловлена малым зазором между направляющей втулкой и



21.4 Повреждение клапана из-за перегрева



**21.5 Разрушение клапана из-за соударения с поршнем**

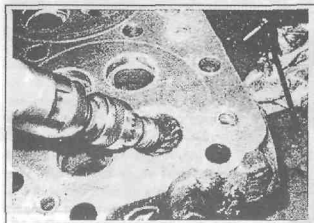
клапаном, низким уровнем масла в двигателе, недостаточным давлением масла (изношен масляный насос), загрязнением масла.

### Техническое обслуживание головки цилиндров

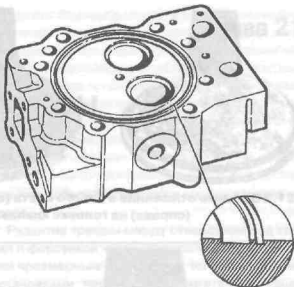
После полной разборки головку цилиндров следует продуть струей пара. Удалите жесткой щеткой нагар (Рисунок. 21.6).

Сильно загрязненную головку цилиндров следует промыть в ванне горячей очистки.

Проверьте головку внешним осмотром. Особое внимание следует уделять местам около направляющих втулок, седел, между форсунками и отверстиями под клапаны, где вероятность образования трещин наибольшая. Рекомендуется проверить головку методом флуо-



**21.6 Очистка головки цилиндров**



**21.7 Уплотнительные канавки на дизелях фирмы Volvo-Penta**

ресцентной магнитоскопии (см. выше). Проверьте деформацию разъёмной плоскости головки цилиндров с помощью калибра и щупа. При значительной деформации плоскости, а также при обнаружении коррозии и царапин головку следует шлифовать.

На дизелях фирмы Volvo-Penta после шлифовки головки следует расточить уплотнительные канавки, чтобы придать им необходимую глубину (Рисунок. 21.7).

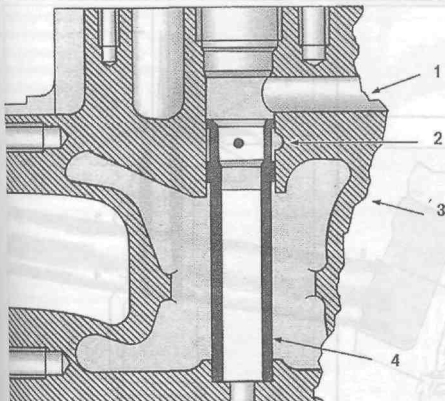
### Проверка герметичности головки цилиндров

Создайте внутри головки цилиндров давление 275,8 кПа и погрузите головку цилиндров в воду. Выход пузырьков из под стыков направляющих втулок и седел клапанов с головкой не допускается. Можно также заполнить головку цилиндров водой, создать в ней давление 275,8 кПа и обдуть паром, чтобы повысить ее температуру до 127°C, после чего обдуть сжатым воздухом. По обнаружению увлажнений поверхности можно определить места трещин.

### Проверка состояния втулок под форсунки

Эти втулки как правило, не требуют ухода и легко меняются (исключение составляют дизели Cummins серии K и Caterpillar 3500, в этих дизелях гнезда под форсунки отливаются заодно с головкой цилиндров).

Чтобы удалить втулку (Рисунок. 21.8), нарежьте в ней резьбу и вверните болт с проушиной,



### 21.8 Втулка под форсунку

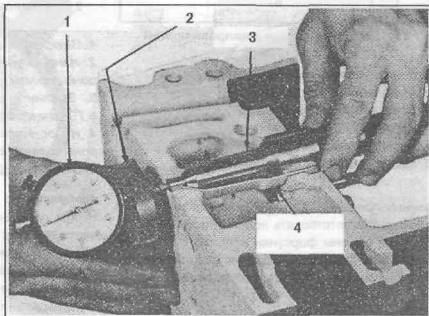
1. Отверстие под впускной патрубком
2. Канал для стока топлива
3. Головка цилиндров
4. Втулка

после чего удалите форсунку ударным съемником.

Продуйте головку цилиндров паром, доведя температуру до 127°C. Смажьте новую втулку маслом и герметиком и запрессуйте оправкой по месту. После запрессовки втулку следует развернуть, чтобы обеспечить надежный контакт форсунки с втулкой.

На двух- или четырех- цилиндровых дизелях Detroit и дизелях Cummins порядок технического обслуживания этих втулок несколько сложнее, при этом требуется специальная оснастка. Даже если на форсунках этих дизелей не обнаруживаются никаких повреждений и утечек жидкости, следует проверить выступание форсунки и след от посадки форсунки. Если след неудовлетворительный, то втулку следует развернуть и снова проверить выступание форсунки. Если выступание форсунки выше нормы, то втулку следует заменить.

На дизелях Cummins проверяется посадочный след колпачка форсунки. Для этого слегка

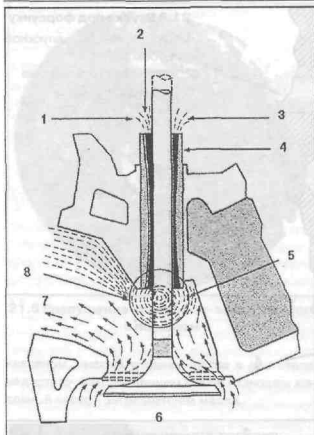


### 21.9 Измерение выступания форсунки на дизелях Detroit

1. Стрелочный индикатор
2. Основание
3. Калибр
4. Отверстие под форсунку

смажьте колпачок берлинской лазурью (синий краситель на основе гидратированного ферроцианида железа) и затяните форсунку с заданным моментом. Снимите форсунку и проверьте посадочный след, который должен быть в за-





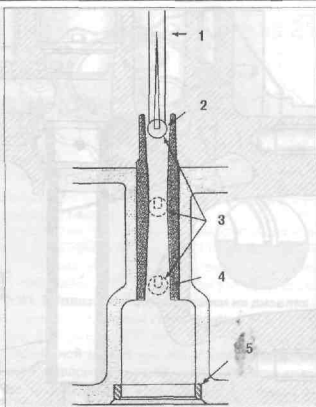
**21.10 Износ клапана и направляющей втулки**

1. Действие силы тяжести
2. Атмосферное давление
3. Действие сил инерции
4. Направляющая втулка
5. Амортизация
6. Камера сгорания

данных пределах, а выступание головки также должно соответствовать норме (Рисунок. 21.9). Порядок замены форсунки изложен в пособии по ремонту (для каждого дизеля рекомендуются индивидуальная оснастка и порядок замены).

## Направляющие втулки клапанов

В дизелях как правило применяются заменяемые направляющие втулки клапанов (Рисунок. 21.10). Втулки изготовлены из чугуна и обладают повышенной коррозионной устойчивостью и износостойкостью по сравнению с материалом головки цилиндров. Длина втулок как правило составляет половину длины клапана. Втулка запрессовывается в головку цилиндров так, что торец находится заподлицо с поверхностью отверстия под клапан. Это необходимо для того, чтобы исключить препятствие потоку



**21.11 Колоколообразная направляющая втулка**

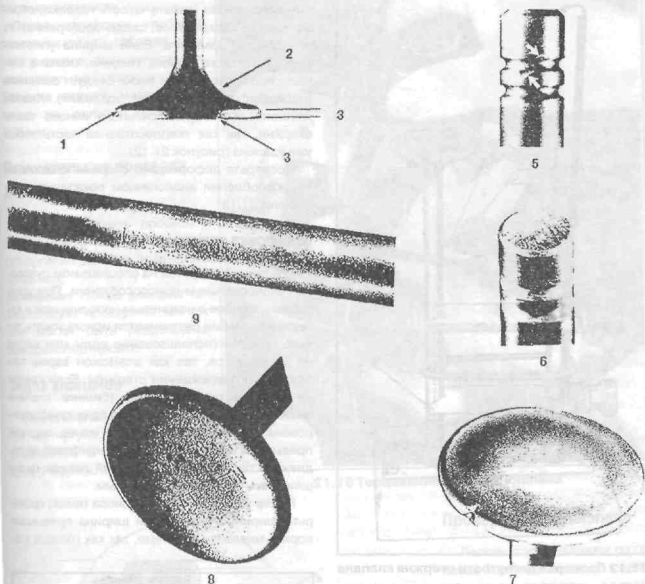
1. Внутренний диаметр втулки
2. Износ втулки (образование растрескивания со стороны головки цилиндров)
3. Заменить втулку если диаметр превышает 8,796 мм в любом месте втулки
4. Износ втулки (образование растрескивания со стороны головки клапана)
5. Седло выпускного клапана

всасываемого воздуха или выхлопных газов. Чтобы уменьшить трение и улучшить смазку, на части дизелей устанавливаются втулки с кольцевыми канавками или с накаткой. На втулках выпускных клапанов делается расточка для того, чтобы предотвратить образование нагара и уменьшить передачу тепла стержню клапана.

## Проверка состояния и замена направляющих втулок

Износ втулок показан на рисунке 21.10.

Измерять внутренний диаметр втулки целесообразно после проверки их состояния. Отложения нагара удаляются металлической щеткой, насаженной на дрель. Внутренний диаметр втулки проверяется нутромером малого диаметра, выставленным на наибольший износ втулки. Проверьте диаметр в местах, указанных



# 21.12 Места износа клапана.

1. Уплотнительный пояс
2. Галтель
3. Фаска клапана
4. Головка клапана

5. Повреждение канавок подсухарей
6. Торцев стержня клапана
7. Поврежденная головка клапана

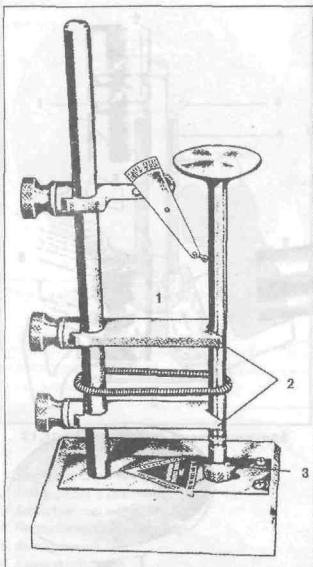
8. Тарельчатость головки клапана
9. Эрозия стержня клапана

на рисунке 21.11. Если втулка прослаблена в любом месте, то втулку следует заменить, или запрессовать накатанную вставку.

## Замена направляющих втулок

Направляющая втулка клапана выпрессовывается со стороны разъемной плоскости головки цилиндров. Проверьте состояние отверстия

под втулку, при необходимости разверните отверстие и запрессуйте ремонтную втулку. Новая втулка запрессовывается оправкой так, чтобы торец втулки выступал на заданную высоту над поверхностью опорной шайбы пружины. Если в пособии по ремонту выступание втулки не указано, то втулка запрессовывается заподлицо с торцевой поверхностью отверстия в головке цилиндров со стороны головки кла-



**21.13 Проверка погнутости стержня клапана**

1. Замените клапан, если биение превышает 0,050 мм
2. Зажимы
3. Патрон

пана. Новую втулку рекомендуется отхоннинговать или развернуть, однако, некоторыми изготовителями предлагается лишь измерение внутреннего диаметра.

### Проверка состояния и замена клапанов

Очистите клапан, промыв в растворителе. Отполируйте стержень очень мелкой наждачной тканью. Отложение нагара на галтели клапана, на головке или на фаске удаляется промывкой в растворителе со стеклянными шариками. Не допускается промывка стержня клапана в этом растворителе, так как усиливается износ стер-

жня. Если на клапане обнаруживаются следы сильного износа (тарельчатость головки, образование микрократеров, следы прогорания), то его следует заменить. Если ширина уплотнительного пояса головки клапана меньше нормы, то клапан также следует заменить (перешлифовке клапан не подлежит). Клапан меняется и в случае сильного износа торца стержня, так как твердосплавная часть торца уже удалена (рисунок 21.12).

Проверьте деформацию стержня клапана на приспособлении аналогичном показанному на рисунке 21.13

### Шлифовка клапанов

Клапаны шлифуются на специальном суппортно-шлифовальном приспособлении. При шлифовке клапанов с натриевым наполнением в качестве эмульсии разрешается использовать только керосин (использование воды или масла не допускается, так как возможен взрыв при случайном повреждении стержня). Если клапан не удастся сцентрировать (биение клапана выше нормы), или головка клапана деформирована, то клапан погнут или износ стержня превышает норму. Этот клапан шлифовке не подлежит, так как уплотнительный пояс после шлифовки будет неравномерным.

После удаления следов износа (ямки) проверьте ширину пояса. Если ширина превышает норму, то клапан замените, так как головка кла-



**21.14 Шлифовка головки клапана**

пана в седле окажется ниже допустимого предела.

После шлифовки клапанов проточите торец стержня клапана в станке, аналогичном показанному на рисунке 21.15. Толщина снятого материала с торца не должна превышать 0,38 мм.

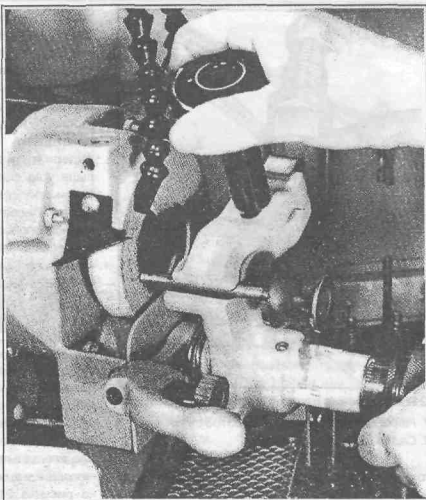
## Окончательная проверка клапана

После проточки проверьте ширину фаски клапана и биение (которое не должно превышать 0,025 мм).

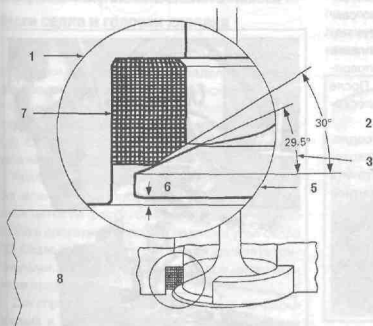
**Внимание!** Новые клапаны также следует проверить, так как они могли быть повреждены при транспортировке.

## Седла клапанов

Седло клапана изготавливается из чугуна. Седло запрессовывается в головку цилиндров (Рисунок. 21.16).



21.15 Торцевание стержня клапана

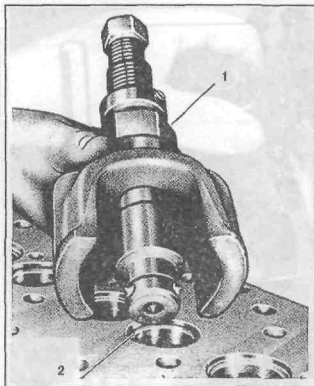


21.16 Клапан и седло

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1. Головка цилиндров  | 6. Глубина клапана |
| 2. Угол фаски седла   | 7. Седло           |
| 3. Угол фаски клапана | 8. Блок цилиндров  |
| 5. Клапан             |                    |

## Проверка седла клапана

Легким постукиванием по головке цилиндров около седла, проверьте плотность посадки седла. Проверьте ширину фаски седла, которая должна быть от 1,52 до 3,04 мм. Если ширина фаски седла не соответствует норме, а шлифовкой исправить этот дефект невозможно, то седло надо заменить. Проверьте расстояние от плоскости головки цилиндров до головки клапана (глубину клапана). Если глубина (Рисунок. 21.16) меньше нормы, то головка клапана может столкнуться с поршнем. Если глубина больше нормы, то падает компрессия в цилиндре. Если седло клапана выполнено заодно с головкой цилиндров,



**21.17 Съёмник для удаления седла клапана**

1. Гайка для раздвижения захватов съёмника
2. Седло выпускного клапана

то в случае износа седла следует запрессовать вставку.

Седло удаляется съёмником (например, показанным на рисунке 21.17). При отсутствии захватного съёмника можно прогреть седло сварочным электродом, сделав наплавки в двух местах с внутренней стороны седла (при наплавке следует принять меры к тому, чтобы не повредить направляющую втулку клапана). После охлаждения седло достаётся рукой или плоскогубцами.

Проверьте состояние отверстия под седло. Мелкие трещины и задиры удалите. Некоторыми изготовителями рекомендуется расточить отверстие под седло и запрессовать ремонтное седло.

Новая втулка запрессовывается оправкой или с помощью пресса. На части дизелей после установки седла рекомендуется раскернить металл вокруг седла притупленным керном.

## Шлифовка седла клапана

### Инструмент

После шлифовки должен быть выдержан угол фаски седла, ширина и фаски должна соответ-

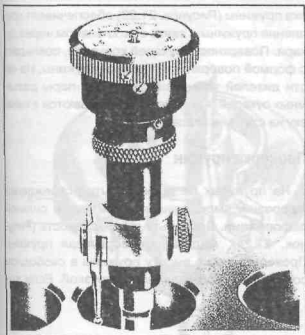
ствовать норме, а фаска должна быть строго соосной с направляющей втулкой. Для шлифовки седла применяется машинка с шарошками, которые одеваются на направляющую. Диаметр направляющей должен быть в точности равен внутреннему диаметру направляющей втулки (последний должен соответствовать норме). Некоторыми изготовителями рекомендуется выдержать угол фаски клапана на 0,5-1,5° больше угла фаски седла. Этот угол называется углом прилегания. Этот угол выдерживается с целью обеспечить герметичный узкий уплотнительный поясok на холодном дизеле. По мере прогрева дизеля клапан и седло прилегают друг к другу по более широкому участку вследствие теплового расширения и "закручивания" фаски клапана.

### Шлифовка

При шлифовке (Рисунок. 21.18) шарошка прижимается к седлу небольшим усилием, с помощью микрометрической головки. Металл снимается только до получения гладкой поверхности. Перед снятием нижней части фаски седла следует проверить его соосность с направляющей втулкой с помощью приспособления на рисунке 21.19. Допустимое отклонение от соосности 0,050 мм. Если отклонение от соосности превышает норму, то проверьте износ



**21.18 Шлифовка седла клапана**



**21.19 Приспособление для проверки соосности седла и направляющей втулки клапана**

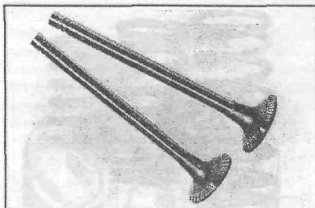
направляющей втулки и направляющей шлифовальной машинки. Если нарушение соосности не может быть обусловлено износом или повреждением этих деталей, то допускается повторная шлифовка седла.

### Определение уплотнительного пояса фаски седла и головки клапана

Расположение и форма уплотнительного пояса фаски седла клапана определяется путем подкраски седла синькой (берлинской лазурью) и приведением обеих частей в быстрый и плотный контакт (взаимное вращение не допускается). Область контакта должна быть расположена на необходимой высоте.

Расположение и форму уплотнительного пояса можно также проверить, нанеся карандашные метки на фаску головки клапана (Рисунок 21.20) и провернув клапан в седле на угол около  $10^\circ$ . Седло и соосность считаются удовлетворительными, если в месте контакта все метки окажутся стертыми.

Для определения области контакта на фаске клапана и в то же время для уменьшения его ширины до нормы, шлифуйте клапан шарошкой с углом  $15^\circ$ , — это приведет к понижению посадки клапана. Шлифовка клапана  $60^\circ$ -шарошкой приведет к повышению посадки клапана.



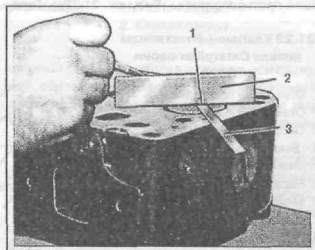
**21.20 Карандашные метки на головке клапана**

Проверка расстояния от головки клапана до плоскости головки цилиндров

Эта процедура выполняется с помощью шупа и калибра или стрелочного индикатора (Рисунок 21.21). Результат сравните с нормативным, указанным в пособии по ремонту. Если расстояние больше нормы, то клапан или седло перешлифовываются. Если расстояние меньше нормы, то клапан и/или седло следует заменить.

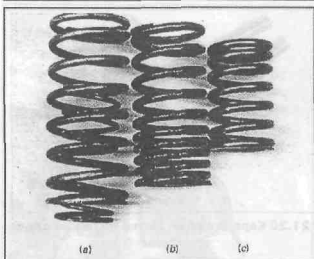
### Проверка герметичности прилегания клапана к седлу

Простейший рекомендуемый многими изготовителями способ проверки герметичности прилегания клапана к седлу заключается в следующем. Установите клапан в седло. Поверх клапана приложите к плоскости головки цилин-



**21.21 Проверка расстояния от головки клапана до плоскости головки цилиндров**

1. Измеряемое расстояние
2. Калибр
3. Шуп



**21.22 Пружины клапанов а). С однородным шагом и противоположным направлением витков, б). С переменным шагом витков, в). С однородным шагом витков**

дров присоску, соединенную с резиновой грушей и сдавите грушу. Если присоска отстанет от поверхности не ранее чем через 15 сек после отпускания груши, то герметичность удовлетворительная.

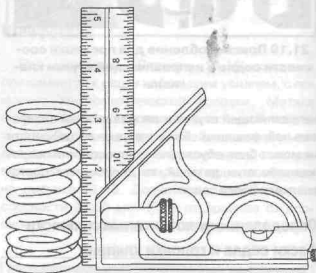
### Пружины клапанов, тарелки и сухари

Пружина клапана обеспечивает необходимое усилие прижатия клапана и центровку стержня клапана в тарелке и сухарях. На дизелях с большим подъемом клапана или работающих на высоких оборотах, применяются две пружины, установленные так, чтобы направления витков были противоположны (Рисунок. 21.22а). Таре-

лка пружины (Рисунок. 21.23) обеспечивает крепление пружины и связь ее с клапаном через сухари. Поверхность сухарей конусная, совпадает с формой поверхности тарелки пружины. На части дизелей устанавливается две пары разъемных сухарей, которые устанавливаются в канавку на стержне клапана.

### Проверка пружин

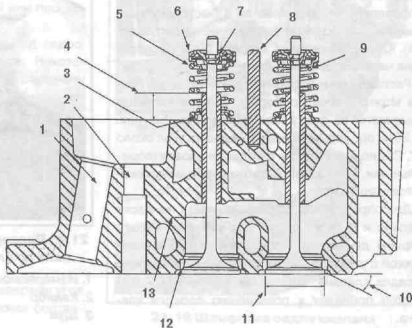
На пружинах не должно быть повреждений (коррозии, ямок, трещин на витках) и сильной деформации. Проверьте вертикальность (Рисунок. 21.24), медленно поворачивая пружину. Проверьте также высоту пружины в свободном состоянии и под заданной нагрузкой. Если вы-

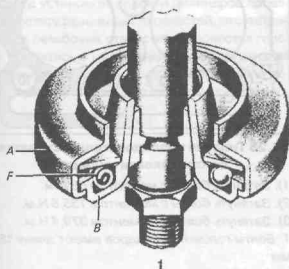


**21.24 Проверка вертикальности пружины**

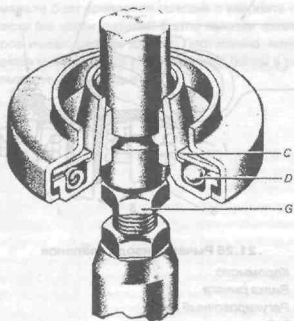
### 21.23 Клапанный механизм дизеля Caterpillar серии 3500

1. Отверстие под толкатель
2. Отверстие под штангу
3. Опорная шайба пружины
4. Выступание направляющей втулки клапана
5. Наружная пружина клапана
6. Механизм поворота клапана
7. Сухарь
8. Направляющий штифт
9. Внутренняя пружина клапана
10. Угол фаски седла клапана
11. Диаметр

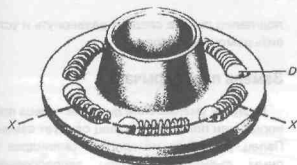




1



2



3



## 21.25 Позитивный механизм поворота клапана

A. Неподвижная обойма

B. Подвижная обойма

C. Гибкая шайба

D. Шарики

E. Наклонные направляющие

F. Пружины

G. Толкатель

1. Клапан закрыт

2. Клапан открыт

сота пружины меньше нормативной, то пружину замените (допускается отклонение нагрузки от указанной в пособии по ремонту не более чем на 5%).

**Внимание!** Если суммарное удаление материала с клапана и с седла при шлифовке превышает 0,76 мм, то высоту пружины следует увеличить, подложив прокладку.

## Механизм поворота клапана

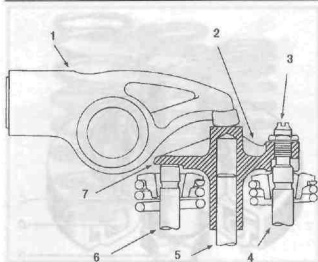
Механизм поворота клапана устанавливается на части дизелей и предназначен для повышения долговечности клапанов. Не позитивный механизм поворота клапана состоит из конической пружины, установленной между двухсек-

ционной тарелкой клапана и спиральной пружиной, одетой на коническую. Когда клапан находится под усилием коромысла, действие пружины клапана ослабевает и клапан поворачивается.

В позитивном механизме поворота (Рисунок 21.25) вместо конической пружины установлены стальные шарики. Шарики уложены в профилированные канавки и удерживаются пружинами. При смещении клапана под действием коромысла пружина сжимается, заставляя шарики двигаться в канавках, поворачивая клапан. При снятии усилия от коромысла шарики занимают исходные положения.

Состояние механизма поворота клапана проверяется осмотром. Можно также проверить





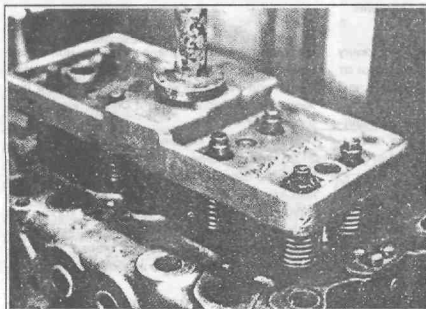
21.26 Рычаг привода клапанов

1. Коромысло
2. Вилка рычага
3. Регулировочный винт
4. Стержень клапана
5. Палец
7. Рычаг

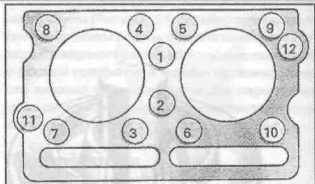
механизм на работающем двигателе, нанеся метки на обоях. Метки на исправном механизме должны смещаться друг относительно друга.

### Проверка рычага привода клапанов

Проверьте состояние трущихся поверхностей рычага (Рисунок. 21.26). При обнаружении износа рычаг замените. Изношенное отверстие



21.27 Компрессор пружин клапанов



21.28 Типовая последовательность затяжки болтов головки цилиндров

- 1). Затянуть болты с моментом 68 Н.м.
- 2). Затянуть болты с моментом 135,5 Н.м.
- 3). Затянуть болты с моментом 379,4 Н.м.
1. Болты головки цилиндров имеют длину 139,7 мм

под палец рычага следует развернуть и установить ремонтный палец.

### Замена пальца рычага

В случае уменьшения диаметра пальца против нормы или погнутости палец следует заменить. Палец удаляется из головки цилиндров ударным съемником. Палец запрессовывается оправкой до заданной высоты.

### Маслосъемные колпачки

На дизелях устанавливаются тефлоновые маслосъемные колпачки, которые предотвращают попадание масла в камеру сгорания.

### Сборка головки цилиндров

Перед сборкой головку следует тщательно очистить от абразивного материала и продуть сжатым воздухом. Протрите седла кисточкой, смоченной маслом. Смажьте стержни клапанов и установите по месту. Окуните маслосъемные колпачки в масло и оденьте на стержни клапанов и направляющие втулки. Сожмите пружину и установите тарелку пружины или механизм поворота клапана и сухари.

### Установка головки цилиндров

Перед установкой головки цилиндров проверьте чистоту разъемных плоскостей, отсутствие масла в резьбовых отверстиях и полостях головки. Убедитесь в том, что все форсунки каналов системы охлаждения на месте и правильно ориентированы. Установите прокладку (надпись

TOP должна быть обращена вверх) и все уплотнители. Установите головку по месту. Слегка смажьте болт крепления головки и вверните по месту (на части дизелей болты головки цилиндров имеют разную длину). Постепенно, наращивая момент на 68 Н.м., затяните болты в рекомендуемом порядке.

## Глава 22

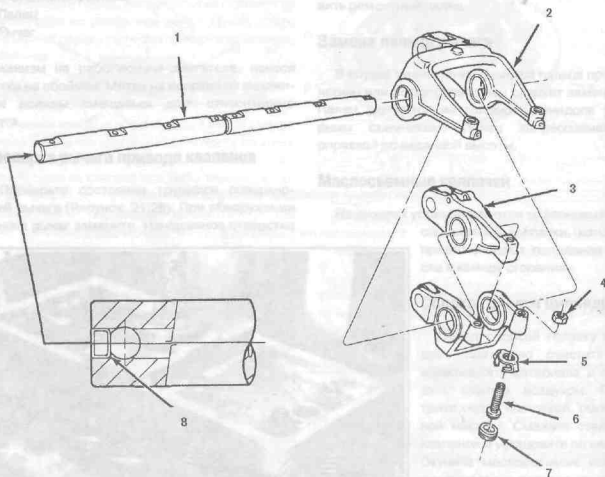
## Газораспределительный механизм

## Проверка, ремонт и замена коромысел

Как правило, детали газораспределительного механизма изнашиваются незначительно. Исключение составляют валики и втулки коромысел и некоторые другие детали, которые выходят из строя из-за неправильной сборки, неудовлетворительного технического обслуживания дизеля, или из-за неправильной эксплуатации. При сборке следует расставить коромы-

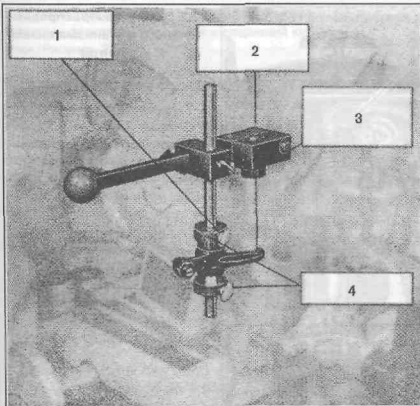
сла и кронштейны валиков в соответствии с нанесенными на них метками. Некоторые коромысла весьма похожи по внешнему виду, однако, углы их упорной части могут несколько отличаться и при неправильной установке коромысло изнашивается быстрее. Чтобы избежать неправильной сборки, каждое коромысло снимайте в отдельности.

Валики коромысел в тиски зажимать не рекомендуется, чтобы деформаций.



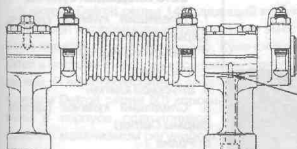
22.1 Газораспределительный механизм дизелей Detroit

- |   |                                     |                             |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Валик коромысел                      | 4. Контргайка регулировочного винта | 7. Колпачок стержня клапана |
| 2. Коромысло выпускного клапана в сборе | 5. Пружинная скоба                  | 8. Торцевая заглушка        |
| 3. Коромысло форсунки                   | 6. Регулировочный винт              |                             |



## 22.2 Шлифование коромысла под рычаг привода клапанов

1. Установочный винт
2. Подставка
3. Регулировочный винт
4. Конуса



## 22.3 Валик в сборе с коромыслами

1. Перекрывание смазочных отверстий из-за их несоответствия

Проверьте наличие на коромыслах трещин, повреждений резьб, состояние шаровой поверхности регулировочного винта. При обнаружении износа и повреждений коромысла замените. Изношенные упорные поверхности шлифуйте, не допуская снятия материала более чем на 0,25 мм и не нарушая исходного профиля поверхности.

Проверьте зазоры между валиками и коромыслами. Зазор между новой втулкой и валиком около 0,025 мм. Втулка выпрессовывается из

коромысла и запрессовывается новая (в новой запрессованной втулке по месту высверливается смазочное отверстие). После запрессовывания втулку разверните и отполируйте.

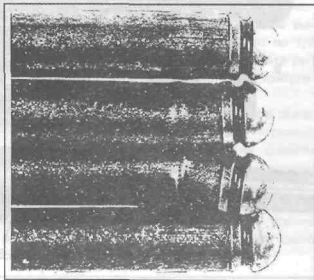
## Сборка валиков коромысел

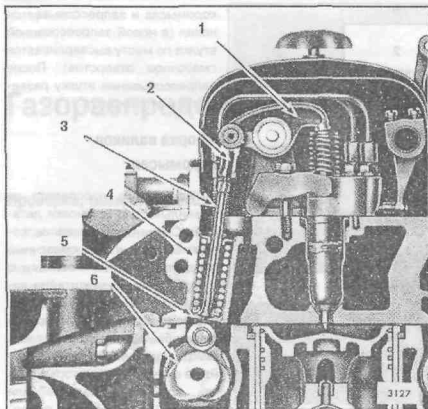
При сборке проследите за правильностью установки деталей. Сориентируйте валик коромысел так, чтобы смазочные отверстия в валике совпали с отверстиями в кронштейне коромысла (Рисунок. 22.3), т.е. необходимо, чтобы отверстия были обращены в сторону головки цилиндров а не вверх. Имейте в виду, что в некоторых болтах крепления валиков или кронштейнов имеются смазочные отверстия, поэтому болты крепления следует также заворачивать по месту.

## Толкатели и штанги толкателей

Причиной повреждения толкателей на рисунке 22.4 является длительная работа дизеля на предельных оборотах.

## 22.4 Повреждение толкателей



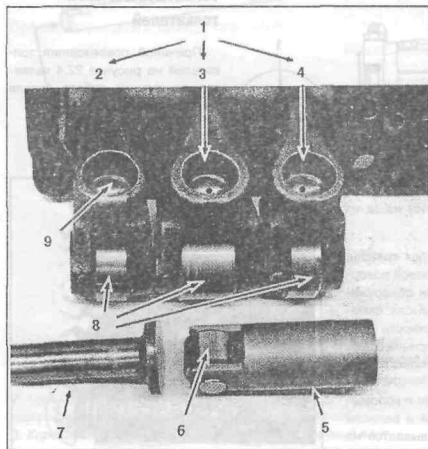


## 22.5 Детали газораспределительного механизма дизеля Detroit

1. Коромысло
2. Ось
3. Толкатель
4. Следящий кулачок
5. Смазочное отверстие
6. Распредвал

С одной стороны толкатель имеет шаровое окончание, а с другой – шаровое углубление. Когда усилие передается коромыслу, окончание толкателя описывает полукругность.

Толкатели дизелей Detroit серии 53, 71 и 92 ввернуты в ось резьбовыми окончаниями. С другой стороны имеется шаровое углубление, которое упирается в следящий кулачок. Пру-



## 22.6 Следящий кулачок

1. Следящий кулачок (дизель фирмы Cummins)
2. Выпускной клапан
3. Форсунка
4. Впускной клапан
5. Следящий кулачок (дизель фирмы Detroit)
6. Ролик
7. Корпус толкателя
8. Ролики
9. Шаровые углубления

жина толкателя обеспечивает заданное усилие, с которым толкатель упирается в следящий кулачок (Рисунок. 22.5).

## Проверка состояния толкателей (или штанг толкателей)

Прямолинейность толкателей проверяется прокатыванием его по гладкой твердой поверхности, или в призмах с помощью стрелочного индикатора. Допустимая деформация толкателя 0,508 мм. Погнутые толкатели замените. Проверьте состояние контакта шаровых поверхностей, подкрасив их синькой. Если площадь контакта меньше 80%, то толкатель замените. Шаровая поверхность проверяется калибром заданного радиуса.

## Следящий кулачок

Следящий кулачок предназначен для снижения трения и выравнивания усилия на кулачок распредвала при открывании или закрывании клапана или форсунки. Следящий кулачок движется вверх и вниз в своем отверстии при обкатывании кулачка распредвала.

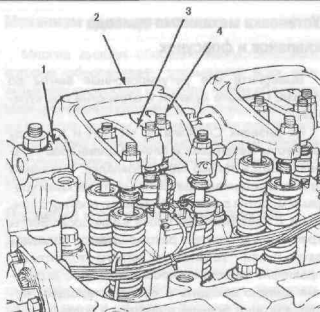
Проверьте состояние отверстий под кулачки в блоке цилиндров. Изношенные отверстия следует расточить.

В дизеле Detroit серии 149 следящий кулачок впрессован в коромысло и представляет вместе с ним неразборную конструкцию. Кулачок находится в постоянном соприкосновении с распредвалом. В верхнеклапанных дизелях (например в дизеле Detroit серии 60) коромысла расположены в корпусе подшипников распредвала. Вместе с механизмом регулировки они смонтированы над клапанами, кулачки распредвала действуют прямо на ролики (Рисунок. 22.7).

На однорядных дизелях Cummins следующие ролики заделаны в рычаг, который качается на оси в отдельном корпусе. Толкатель упирается в сменное гнездо, в котором предусмотрено отверстие для смазки кулачка. При сборке это отверстие следует очистить, создав в нем разрезание.

## Проверка следящих кулачков и толкателей кулачков

Поверхность кулачков должна быть гладкой без малейших изъянов. Не допускается наличие



**22.7 Детали газораспределительного механизма на верхнеклапанных дизелях**

1. Валик коромысел
2. Коромысло выпускного клапана
3. Коромысло форсунки
4. Коромысло впускного клапана

выполаживания поверхности, даже незначительного, так как значительно нарушается момент открывания клапан или форсунки. Плоскую поверхность толкателей при обнаружении износа можно шлифовать, сняв не более 025 мм.

## Регулировка рычагов привода клапанов

Зажмите рычаг в тиски, отпустите контргайку регулировочного винта и поверните винт против часовой стрелки. Установите рычаг на палец (см. Рисунок. 21.26). Слегка прижав пальцем рычаг к стержню клапана, заверните винт до соприкосновения с торцом клапана. Чтобы выбрать слабину резьбы, доверните винт на 1/8 оборота и заверните контргайку. Зажмите рычаг в тиски. Удерживая винт, затяните контргайку.

Для проверки регулировки установите рычаг по месту и проверьте зазор между тарелкой пружины и рычагом. Например, на дизелях Detroit серии 71 и 92 между рычагом и торцом стержня каждого клапана прокладывается пакет шайб. При нажатии на рычаг оба пакета шайб должны быть одинаково захвачены. Если усилие распределяется неравномерно, то пакет шайб снимается и регулировка повторяется.

## Установка механизма привода клапанов и форсунок

Выверните все регулировочные винты до отказа. Смажьте кулачки и отверстия под кулачки.

На дизелях Cummins N, NT, NH и K между корпусом механизма и блоком цилиндров устанавливается только одна прокладка. Механизм привода устанавливается по месту легкими ударами молотка с мягким бойком до плотного контакта с поверхностью блока цилиндров. Болты крепления затяните в рекомендуемой последовательности. Установите штанги толкателей, правильно их сориентировав (шаровое окончание должно заходить в соответствующее гнездо, а штанга большего диаметра должна заходить в центральный толкатель). Замените прокладку корпуса, вверните винты и установите механизм в сборе. Совместите гнезда на штангах с ответными шаровыми окончаниями коромысел. Затяните болты крепления с заданным моментом в рекомендуемой последовательности.

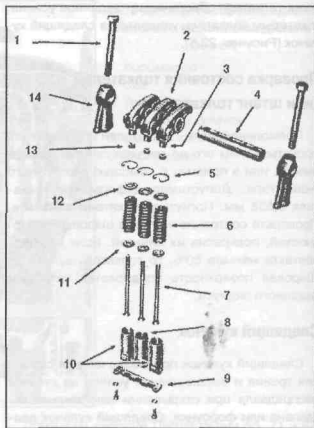
На дизелях Detroit серий 53, 71 и 92 одените на толкатель нижнюю опорную шайбу пружины, пружину толкателя, верхнюю опорную шайбу и верхнее стопорное кольцо пружины. Наверните на толкатель контргайку. Установите в головку цилиндров тарелку пружины. Введите собранный узел снизу через отверстие под толкатель. Наверните толкатель на ось так, чтобы под толкателем была видна одна нитка резьбы. Закрепите болтом направляющую толкателя.

**Внимание!** Смазочные отверстия в нижней части следящего кулачка должны располагаться со стороны задней части распределителя.

Смажьте втулки коромысел и валик. Вставьте валик в три втулки. Установите кронштейны валика, установите рычаги (если предусмотрены) на палец, убедитесь, что рычаг упирается в торцы стержней клапанов без перекосов. Пропустите болты через валик и кронштейн, затяните болты с заданным моментом.

## Регулировка клапанов

Ниже рассматривается процедура регулировки клапанов на 6-цилиндровом дизеле с порядком работы цилиндров 1-5-3-6-2-4. Если поршень 1-го цилиндра находится в ВМТ такта сжатия, то поршень 6-го цилиндра также нахо-



**22.8 Детали газораспределительного механизма на дизелях Detroit серий 53, 71 и 92**

1. Болт
2. Коромысла
3. Ось
4. Валик
5. Стопорное кольцо пружины
6. Пружина
7. Толкатель
8. Следящий кулачок форсунки
9. Направляющая
10. Следящий кулачок выпускных клапанов
11. Опорная шайба верхняя
12. Опорная шайба нижняя
13. Контргайка
14. Кронштейн

дится в ВМТ, но после такта выпуска (впускной и выпускной клапаны открыты). Поршень 5-го цилиндра находится в 120° до ВМТ, совершая такт сжатия, поршень 2-го цилиндра также находится в 120° до ВМТ, совершая такт выпуска, поршень 3-го цилиндра находится в 120° после ВМТ, совершая такт впуска, поршень 4-го цилиндра находится в 120° после ВМТ, совершая рабочий ход.

В указанном положении поршней выставьте зазоры в выпускном клапане 1-го цилиндра,

впускных клапанах 2-го и 4-го цилиндров и выпускных клапанах 3-го и 5-го цилиндров.

Для регулировки зазора вставьте щуп нужной толщины между рычагом и коромыслом, между стержнем клапана и коромыслом, или кулачком распредвала и толкателем (в зависимости от двигателя). Отпустите контргайку и заверните регулировочный винт, вращая его по часовой стрелке, или заверните его, вращая по часовой стрелке, чтобы уменьшить или увеличить зазоры в тех местах, в которых проложен щуп. Если зазор выставлен правильно, то щуп должен перемещаться в зазоре под небольшим усилием. Удерживая винт, затяните контргайку и снова проверьте каждый зазор. Проверните коленвал на 360°, чтобы выставить поршень 6-го цилиндра в ВМТ такта сжатия. Отрегулируйте зазоры обоих клапанов 6-го цилиндра, впускных клапанов 3-го и 5-го цилиндра, выпускных клапанов 2-го и 4-го цилиндров.

## **Механизм декомпрессии**

Многие дизели оборудованы устройством, которое обеспечивает открывание всех впускных или выпускных клапанов, чтобы облегчить проворачивание коленвала. Устройство состоит из рычагов, кулисы и валика декомпрессии, который имеет палец или лыску с одной стороны (регулировочный винт рычага декомпрессии упирается в лыску валика).

## **Проверка и регулировка механизма декомпрессии**

Детали механизма изнашиваются незначительно, однако, при разборке следует осмотреть валик и рычаги привода, проверить их деформацию. После замены любой детали механизма убедитесь, что его валик упирается в предохранитель или валик после его остановки не находится в зацеплении с деталями газораспределительного механизма.



## Глава 23

# Картер сцепления, маховик и крышка газораспределительного механизма

## Проверка состояния, ремонт и установка картера сцепления

Удалите из картера все уплотнители, очистите и продуйте сжатым воздухом. Проверьте диаметры отверстий и диаметры соответствующих втулок и валиков. При обнаружении выработки замените эти детали. Проверьте деформацию разъемных плоскостей с помощью калибра и щупа. Проверьте состояние резьбовых отверстий, особенно под болты крепления опор силового агрегата.

Задняя крышка картера сцепления устанавливается в следующем порядке. Если задний сальник запрессован в крышку или картер, установите его в отверстие, затем установите сальники промежуточного вала (если предусмотрен). Смажьте сальник и шестерни маслом для двигателя, установите прокладку (уплотнительные кольца) между блоком цилиндром и карте-

ром сцепления, которую рекомендуется смазать герметиком (Рисунок. 23.1).

Чтобы защитить сальник при монтаже картера сцепления, оденьте на сальник колпак и вверните направляющие шпильки в блок цилиндров, что облегчит монтаж картера (Рисунок. 23.2).

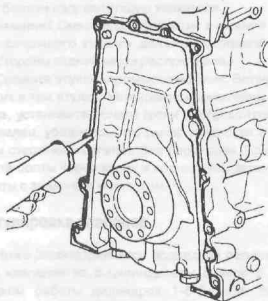
Установите картер на шпильки и на направляющие штифты и затяните болты с заданным моментом в порядке, указанном в пособии по ремонту. Следует иметь в виду, что на части двигателей болты крепления картера сцепления имеют разную длину, поэтому, их следует ввернуть по месту. На некоторых двигателях на болты одеваются уплотнители, которые поджимаются плоскими шайбами.

## Проверка центровки картера сцепления и коленвала

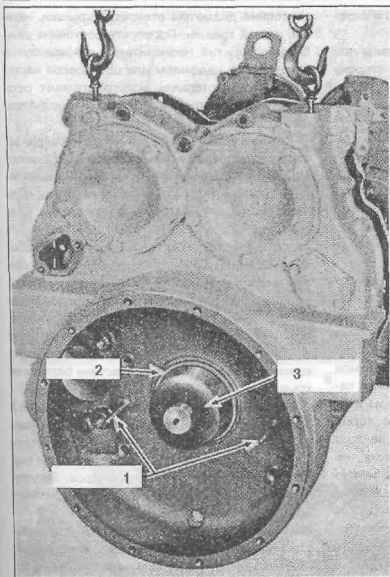
Центровка привалочной плоскости под картер проверяется по биению маховика относительно этой плоскости, которое измеряется с помощью стрелочного индикатора (Рисунок. 23.3). Ножка индикатора должна быть перпендикулярна плоскости. Проворачивая коленвал на 90°, считайте показания индикатора. Допустимое отклонение от соосности не должно превышать 0,12 мм. Затянув болты картера, проверьте биение маховика относительно плоскости картера. Для этого переставьте индикатор на фланец картера.

Сместите коленвал вперед, чтобы исключить осевой люфт, и проверните на 1 оборот, считывая показания через 90°. Допустимое биение плоскости маховика 0,25 мм.

Если соосность не соответствует норме, то удалите направляющие штифты и выставьте картер. Затяните болты и снова проверьте биение маховика относительно фланца. Если бие-

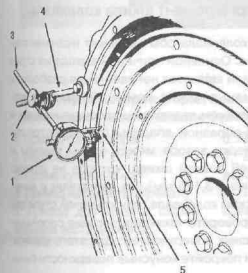


23.1 Смазка прокладки между блоком цилиндром и картером сцепления



23.2 Установка картера сцепления

1. Направляющие шпильки
2. Сальник
3. Коллак (расширитель)



23.3 Проверка биения маховика относительно плоскости под картер сцепления

1. Индикатор
2. Шарнир и переходная втулка
3. Держатель
4. Штатив

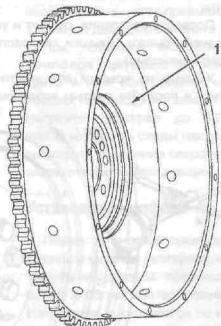
ние удовлетворительное, то разверните отверстия под штифты и запрессуйте новые штифты большего диаметра.

### Проверка состояния и ремонт маховика

Проверьте наличие на маховике сколов, задигов, трещин и следов износа, состояние резьбовых отверстий. Проверьте износ плоскости под диск сцепления с помощью калибра и щупа. При обнаружении значительных повреждений, или при большой конусности плоскости под диск сцепления маховик следует шлифовать.

### Замена зубчатого венца маховика

Венец маховика меняется при обнаружении локального износа зубьев. Венец сбивается с маховика ударами затупленного зубила, которые наносятся равномерно по периметру. Новый венец перед напрессовкой нагревается в печи до 232°C (проверяется специальным каранда-



23.4 Маховик

1. Плоскость под фрикционный диск сцепления

шом, который размягчается при 232°C и оставляет след на нагретой детали).

**Внимание!** Скошенная часть зубьев венца при установке должна быть направлены в сторону стартера

## Установка маховика

Маховик одевается на направляющие шпильки (штифты), после чего затягиваются болты. На части дизелей под болты маховика устанавливаются контрольные пластины, которые надо обжать на головках болтов. Некоторые болты фиксируются против отворачивания проволокой.

Если маховик устанавливается на новый коленвал, или устанавливается новый маховик, то после сборки проверьте биение в двух точках — на краю отверстия направляющего подшипника и по периферии, относительно плоскости под картер сцепления (Рисунок. 23.5). Допустимое биение не должно превышать 0,005 мм на каждом 10 см радиуса маховика. Вторая из этих процедур рассмотрена выше. Биение торца корпуса подшипника проверяется после того как установлено, что биение маховика не превышает 0,127 мм. Биение маховика можно привести в норму путем перетягивания болтов крепления в ином порядке. Если это не удастся, то замените направляющие штифты ремонтными, развернув отверстия под старые штифты.

Проверка состояния, ремонт и установка передней крышки (крышки газораспределительного механизма)

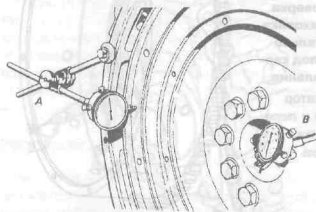
Удалите из крышки все уплотнители, очистите и продуйте сжатым воздухом. Проверьте

состояние диаметры отверстий крышки, наличие на ней трещин. Проверьте состояние резьбовых отверстий. Незначительные повреждения устраняются надфилем или шлифовкой мягкой шкуркой. Некоторыми изготовителями рекомендуется проверить соосность отверстия крышки с соответствующим валом.

Крышка устанавливается после проверки зазора в зацеплении всех шестерен и установки в крышку всех сальников. Вверните направляющие шпильки, оденьте маслоотражатель (если предусмотрен) и установите прокладку. Смажьте прокладку герметиком, Убедитесь, что смазочные отверстия прокладки не перекрывает. Оденьте пакет шайб, регулирующих осевой люфт распределителя (если предусмотрен), или установите крышку, а затем вставьте в крышку шайбы и упорную пластину. Проверьте осевой люфт распределителя, снимите или добавьте шайбы, приведя люфт в норму, после чего закрепите болтами упорную пластину болтами на крышке.

Установите крышку, сначала на шпильки, а затем на штифты. Приступайте, чтобы крышка стала по месту и затяните болты крепления. Проверьте совмещение нижней плоскости крышки с плоскостью блока цилиндров. Допустимое смещение плоскостей 0,101 мм. Затяните болты в заданном порядке..

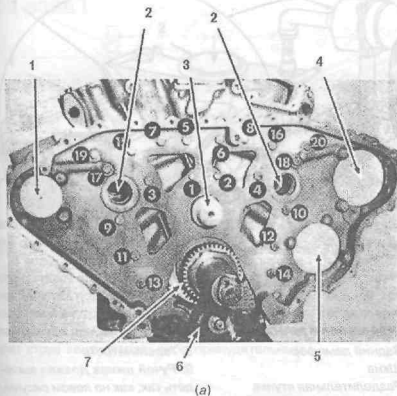
**Внимание!** Не допускается расширение отверстий крышки, или подпиливание штифтов для принудительной установки по месту, так как болты крепления не обеспечат соосное расположение крышки. В этом будет развиваться течь из под стыка между поддоном и нижней частью крышки, кроме того, даст течь сальник коленвала.



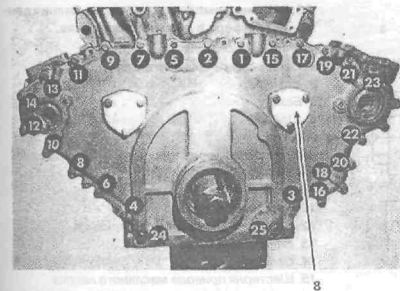
23.5 Проверка биения на периферии маховика (А) и на отверстия направляющего подшипника (В)

## Проверка и ремонт шкива коленвала

Шкив коленвала обычно имеет незначительный износ. Основной причиной выхода из строя этой детали являются неправильная разборка и сборка или дефекты ремня. Основными местами проверки являются шпоночная канавка и стенки V-образной впадины (проверяются путем проверки зазора между новым ремнем и внутренней полкой шкива, которое не должно быть меньше 3,175 мм). На двигателях с конусным носком коленвала (или конусной ступицей шкива) проверьте также прилегание сопряженных конусных поверхностей. Для этого удалите сальник и покройте конусные поверхности синь-



(a)



(b)

23.6 Корпус шестерен (торец блока цилиндров) (a) и последовательность затягивания болтов передней крышки (b)

1. Привод генератора
2. Распредвалы
3. Промежуточный вал
4. Привод навесного агрегата
5. Привод для подачи сырой воды (на части дизелей)
6. Масляный насос
7. Ведущая шестерня коленвала
8. Пакет шайб для регулировки осевого люфта распредвала

кой (берлинской лазурью), установите шкив (ступицу) на коленвал без перекоса, проверните шкив на 45° и снимите. Площадь контакта должна быть не менее 3/4 всей площади сопряженных поверхностей.

Шкив напрессовывается на коленвал легкими ударами, шкив с конусным отверстием устанавливается с помощью прессы. Чтобы установить шкив, показанный на рисунке 23.7а, смажьте носок коленвала и внутреннюю поверхность шкива, установите шпонку и шкив. Оденьте на болт стопорное кольцо и вверните его в отверстие носка коленвала, затяните болт с заданным моментом.

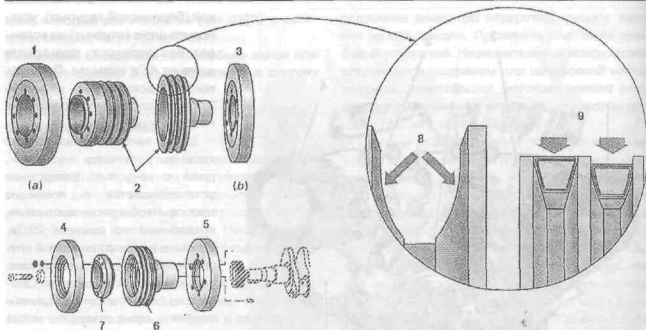
## Проверка состояния демпфера

При обнаружении трещин на резино-металлической основе инерционного демпфера глубиной больше 9,5 мм демпфер замените. Проверьте совмещение метки на монтажном фланце и инерционного элемента. Если несовпадение меток превышает 1,6 мм, то демпфер замените.

При проверке вязкостного демпфера тщательно его осмотрите и при обнаружении малейших повреждений замените. Нагрейте демпфер до 93°С, чтобы устранить следы масла, и проверьте состояние сварочных швов, отверстий или трещин.

## Установка демпфера

Перед установкой проверьте биение и качение демпфера, которые не должны превышать 0,10 и 0,08 мм соответственно. Измерения выполняются по наружному радиусу и наружной кромке демпфера. Чтобы проверить эти значения, устано-



### 23.7 Шкив коленвала и демпфер колебаний

1, 3. Демпфер

2. Шкивы

4. Передний демпфер

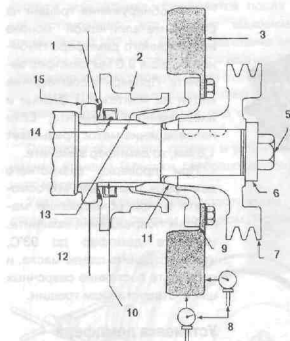
5. Задний демпфер

6. Шкив

7. Разделительная втулка

8. Тарельчатость

9. Ручей шкива должен выглядеть так, как на левом рисунке



### 23.8 Шкив, демпфер и проверка биения демпфера в двух направлениях.

1. Маслоотражатель

2. Передняя крышка двигателя

3. Демпфер

5. Болт

6. Шайба

7. Шкив

8. Стрелочные индикаторы

9. Ступица

10. Коленвал

11. Наружный конус

12. Передняя фаска блока цилиндров

13. Внутренний конус

14. Сальник

15. Шестерня привода масляного насоса

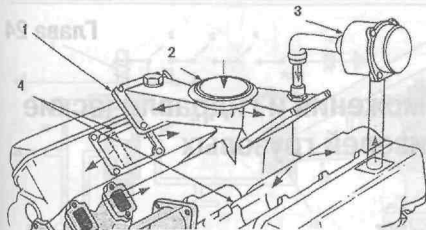
вите демпфер и затяните болты в три этапа с заданным моментом. Затем сместите коленвал, чтобы выбрать осевой люфт, и проверьте биение фланца в двух направлениях (Рисунок. 23.8).

Демпфер сначала крепится на ступице, а затем ступица устанавливается на коленвал. Прижмите ступицу от руки к маслоотражателю, установите шпонки и оденьте шкив (Рисунок.

23.8). Болт коленвала затяните с моментом 224 Н.м., пристукните болт молотком с массой 0,8 кг и дотяните с моментом 407 Н.м.

### Система вентиляции картера

Система вентиляции предназначена для удаления паров (кислот и воды) и газов из внутреннего пространства блока цилиндров. Неиспра-



### 23.9 Система принудительной вентиляции картера

1. Всасывающий патрубок
2. Фланец для крепления воздушного фильтра
3. Золотник принудительной вентиляции картера
4. Патрубки всасывающего коллектора

ность системы вентиляции приводит к течи из под сальников и прокладок.

В большинстве дизелей вентиляция картера осуществляется через золотник, который открывается под действием разности давлений снаружи и внутри двигателя. Давление снаружи понижается при движении автомобиля, либо за счет струи вентилятора, либо принудительным

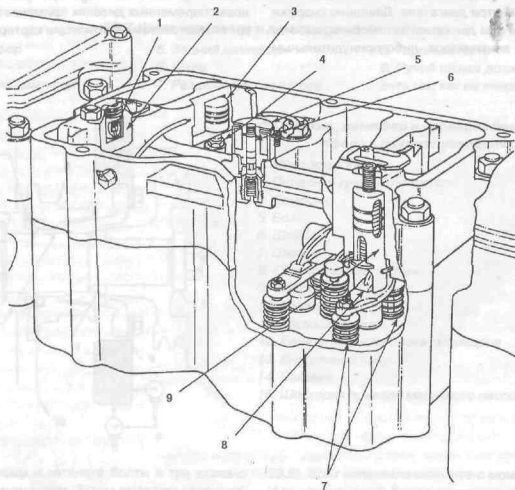
всасыванием воздуха в цилиндры (Рисунок. 23.9). На части V-образных дизелей используется 2 золотника с фильтрами. Золотники монтируются либо на крышке головки цилиндров, передней крышке, или на блоке цилиндров. На всех современных дизелях применяется принудительная система вентиляции картера.

## Глава 24

# Устройства торможения и гидравлические замедлители дизелей грузовых автомобилей

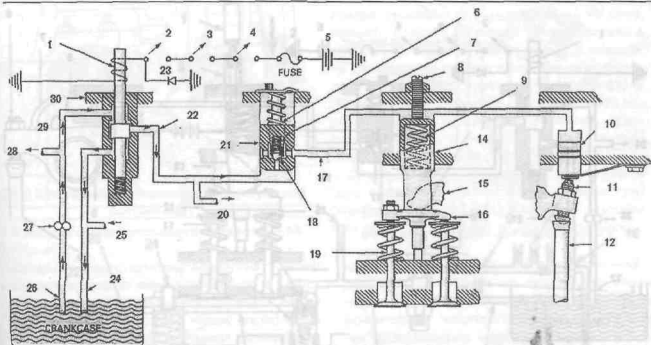
Устройства торможения двигателя способствуют увеличению эффективности торможения автомобиля снижении оборотов двигателя.

При этом продлевается срок службы деталей системы торможения (колодок, барабанов) а также шин.



**24.1 Детали системы торможения фирмы Jacobs, которая устанавливается на дизелях Cummins**

- |                              |   |                                     |
|------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1. Шариковый обратный клапан | 5. Соленоидный клапан                           | 8. Рычаг привода выпускного клапана |
| 2. Распределительный клапан  | 6. Трехходовой клапан (цилиндрический золотник) | 9. Поршень рабочего цилиндра        |
| 3. Главный цилиндр           | 7. Пружины выпускных клапанов                   |                                     |
| 4. Регулировочный винт       |   |                                     |



**24.2 Система торможения фирмы Jacobs, которая устанавливается на дизелях Cummins**

- |  |                                   |   |
|--|-----------------------------------|---|
| 1. Трехходовой клапан                    | 10. Поршень главного цилиндра     | 20. Трубка подвода масла к контуру поршня рабочего цилиндра |
| 2. Переключатель топливного насоса       | 11. Регулировочный винт коромысла | 21. Распределительный клапан                                |
| 3. Блокировочный переключатель сцепления | 12. Регулировочный винт           | 22. Трубка низкого давления                                 |
| 4. Переключатель на приборной панели     | 13. Толкатель форсунки            | 23. Диод  |
| 5. Батарея                               | 14. Поршень рабочего цилиндра     | 24. Слив масла в поддон                                     |
| 6. Пружина распределительного клапана    | 15. Коромысло выпускного клапана  | 25. От других устройств                                     |
| 7. Поршень распределительного клапана    | 16. Рычаг                         | 26. Отбор масла из поддона                                  |
| 8. Регулировочный винт                   | 17. Трубка высокого давления      | 27. Масляный насос двигателя                                |
| 9. Пружина рабочего цилиндра             | 18. Шариковый обратный клапан     | 28. К другим устройствам                                    |
|  | 19. Выпускные клапаны             | 29. Магистраль повышенного давления                         |
|  |                                   | 30. Соленоидный клапан                                      |

### Система торможения фирмы Jacobs (двигатель Якобса)

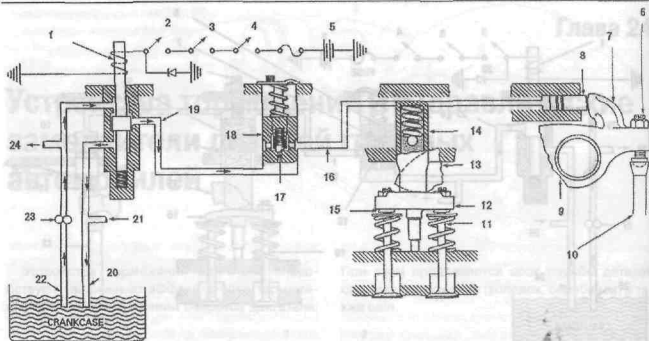
Действие системы торможения фирмы Jacobs основано на исключении из цикла двигателя такта рабочего хода. Перед достижением поршнем ВМТ компрессия в цилиндре резко понижается и прекращается подача топлива. Конструкция системы и количество управляемых цилиндров зависит от типа двигателя (см. Рисунок). Например, на дизелях Cummins модели К блок торможения управляет только одним цилиндром, а привод главного цилиндра обеспечивается выступом на коромысле. На других дизелях Cummins блок торможения

обслуживает 2 цилиндра, а привод главного цилиндра обеспечивается регулировочным винтом коромысла (Рисунок. 24.1).

### Принцип действия системы торможения двигателем фирмы Jacobs

Когда переключатель на приборной панели находится в положении OFF (выключено), соленоидный клапан обесточен и впускной канал закрыт. Поток масла из системы смазки перекрыт. Когда переключатель на приборной панели переводится в положение ON, двигатель работает на оборотах выше холостых, или при отпуске педели сцепления, цепь питания клапан остается разомкнутой, так как выключатель то-





**24.3 Система торможения фирмы Jacobs, которая устанавливается на дизелях Cummins серии К**

1. Трехходовой клапан
2. Переключатель топливного насоса
3. Блокировочный переключатель сцепления
4. Переключатель на приборной панели
5. Батарея
6. Регулировочный винт коромысла
7. Выступ на коромысле

8. Поршень главного цилиндра
9. Рычаг привода форсунки
10. Толкатель форсунки
11. Выпускные клапаны
12. Специальный рычаг
13. Рычаг коромысла выпускного клапана
14. Поршень рабочего цилиндра
15. Регулировочный винт специального рычага

16. Трубка высокого давления
17. Шариковый обратный клапан
18. Распределительный клапан
19. Трубка низкого давления
20. Слив масла в поддон
21. От других устройств
22. Отбор масла из поддона
23. Масляный насос двигателя
24. К другим устройствам

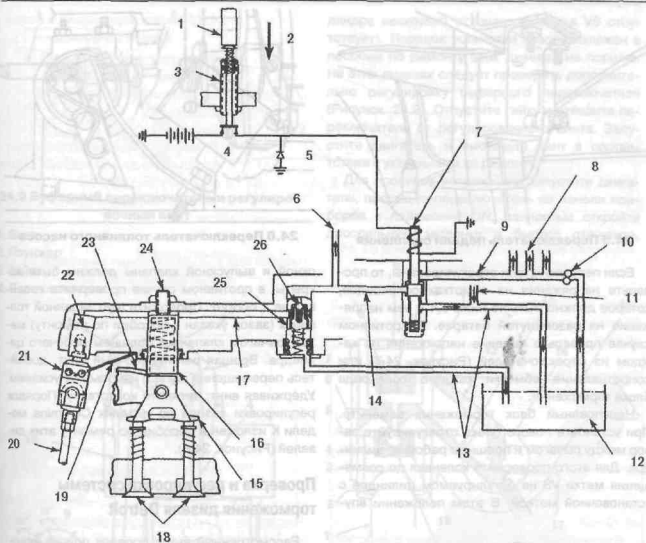
пливного насоса или буферный переключатель разомкнуты. Однако, при отпускании дроссельной заслонки, когда обороты падают ниже холостых, соленоидный клапан срабатывает и масло поступает к поршню распределительного клапана через золотник. Тогда открывается обратный и распределительный клапаны, масло поступает в рабочий и главный цилиндры, U-образное окончание поршня рабочего цилиндра упирается в рычаг клапана двигателя, а поршень главного цилиндра упирается в регулировочный винт коромысла форсунки. По действием пружины обратный клапан прижимается к седлу.

По мере подъема кулачка форсункикоромысло перемещает плунжер форсунки вниз, толкатель форсунки перемещает поршень главного цилиндра вверх, давление масла в трубке ме-

жду поршнем главного цилиндра и обратным клапаном возрастает. Поршень двигателя в этот момент находится примерно в 20° до ВМТ, поршень главного цилиндра продолжает перемещаться вверх, возросшее давление масла теперь перемещает поршень рабочего цилиндра вниз, выпускной клапан двигателя открывается и компрессия в цилиндре снижается (газы выходят в выпускной коллектор).

### Проверка и регулировка системы торможения дизеля Cummins

При отказе системы торможения проверьте регулировку переключателей топливного насоса и сцепления (Рисунок. 24.5). Для этого



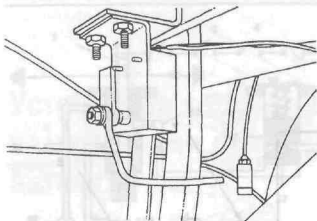
24.4 Базовая система торможения фирмы Jacobs

- |   |                                   |   |
|---|-----------------------------------|---|
| 1. Регулятор                                      | 10. Масляный насос двигателя      | 20. Толкатель форсунки                    |
| 2. Отключение подачи топлива, включения тормоза   | 11. Слив масла с других устройств | 21. Удлинитель главного цилиндра          |
| 3. Ограничительный винт                           | 12. Поддон                        | 22. Поршень главного цилиндра             |
| 4. Переключатель                                  | 13. Слив масла поддон             | 23. Коромысло выпускного клапана          |
| 5. Диод   | 14. Трубка низкого давления       | 24. Регулировочный винт рабочего цилиндра |
| 6. Распределительные клапаны системы подачи масла | 15. Рычаг выпускного клапана      | 25. Распределительный клапан              |
| 7. Трехходовой соленоидный питательный клапан     | 16. Поршень рабочего цилиндра     | 26. Шариковый обратный клапан             |
| 8. К другим питающим устройствам                  | 17. Трубка высокого давления      |   |
| 9. Подвод масла от насоса                         | 18. Выпускные клапаны             |   |
|   | 19. Пружина главного цилиндра     |   |

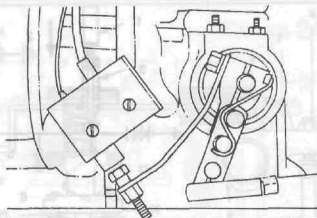
нажмите на педаль сцепления, переместив ее на 50 мм, и медленно отпустите. Примерно в 13 мм до исходного положения педали должен прослушиваться щелчок.

Для проверки переключателя топливного насоса переведите двигатель на холостой ход и остановите. Переведите рычаг дроссельной за-

слонки в положение OFF (выключено) и медленно переместите в положение, соответствующее оборотам холостого хода. Перед тем как заслонка займет положение соответствующее оборотам холостого хода, должен прослушиваться щелчок.



24.5 Переключатель педали сцепления



24.6 Переключатель топливного насоса

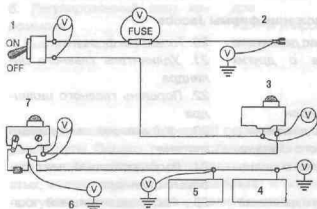
Если переключатели отрегулированы, то проверьте напряжения на обмотках соленоидов, которое должно быть не ниже 0,4 В чем напряжение на разомкнутой батарее. В противном случае проверьте падение напряжения на каждом из переключателей (Рисунок. 24.7) или сопротивление обмотки каждого соленоида блока торможения.

Неисправный блок торможения замените. При установке нового блока отрегулируйте зазор между рычагом и поршнем рабочего цилиндра. Для этого проверните коленвал до совмещения метки VS на регулируемом цилиндре с установочной меткой. В этом положении впу-

скай и выпускной клапаны должны быть закрыты, в противном случае проверните коленвал на 1 оборот. Проложите щуп заданной толщины (зазор указан в пособии по ремонту) между рычагом клапана и поршнем рабочего цилиндра. Вращая регулировочный винт, добейтесь перемещения щупа с небольшим усилием. Удерживая винт, затяните контргайку. Порядок регулировки зазора на дизелях Cummins модели K изложен в пособии по ремонту этих дизелей (Рисунок. 24.8).

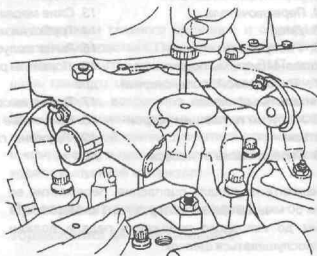
## Проверка и регулировка системы торможения дизеля Detroit

Рассмотренный выше порядок поиска неисправностей в системе торможения дизелей Cummins применим и к дизелям фирмы Detroit Diesel. Однако, порядок регулировки зазора между рычагом клапана и поршнем рабочего ци-

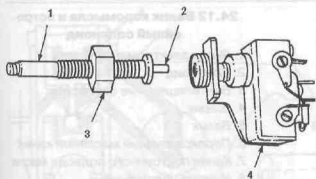


24.7 Места подключения вольтметра при проверке электрической цепи системы торможения двигателем.

1. Переключатель на приборной панели
2. От клавишного переключателя
3. Блокировочный переключатель сцепления
4. Тормоз
5. Двигатель
6. Место подключения отрицательной клеммы вольтметра к диоду
7. Буферный переключатель



24.8 Регулировка зазора между рычагом клапана и поршнем рабочего цилиндра на дизелях Cummins модели K

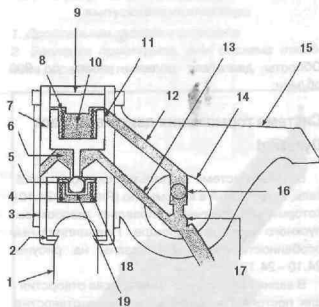


**24.9 Буферный переключатель и регулировочный винт**

1. Винт
2. Плунжер
3. Гайка
4. Переключатель

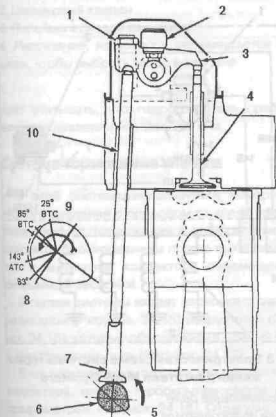
линдра несколько отличается (метка VS отсутствует). Порядок установки зазора изложен в пособии по ремонту этих дизелей на поршне. На этих дизелях следует проверить дополнительно регулировку буферного переключателя (Рисунок. 24.9). Отпустите гайку и отведите переключатель от регулировочного винта. Запустите двигатель и выставьте винт в соответствии с указаниями по ремонту.

Для проверки регулировки запустите двигатель, поставьте переключатель на панели приборов в положение ON, полностью откройте дроссельную заслонку и быстро отпустите.



**24.11 Коромысло, валик коромысел и гидротолкатель системы Mack Dynatard**

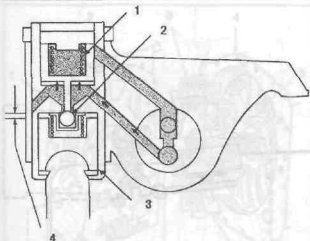
1. Толкатель
2. Стопорное кольцо
3. Поршень
4. Нижняя полость
5. Шариковый клапан
6. Резервуар
7. Гидротолкатель
8. Пружина
9. Тарелка пружины
10. Верхняя полость
11. Поршень
12. Верхний канал
13. Средний канал
14. Валик коромысла
15. Коромысло
16. Перекрываемый масляный канал
17. Канал подвода масла
18. Гнездо
19. Нижняя пружина



**24.10 Система торможения двигателя Mack Dynatard**

1. Гидротолкатель
2. Соленоид
3. Коромысло выпускного клапана
4. Выпускной клапан
5. Направление вращения
6. Кулачок распредвала выпускных клапанов
7. Толкатель
8. АТС – после ВМТ
9. ВТС – до ВМТ
10. Штанга толкателя





**24.14 Действие гидротолкателя при блокировании подвода масла**

1. Пружина
2. Шариковый клапан
3. Поршень в гнезде толкателя
4. Расстояние, на которое перемещается поршень, чтобы выбрать зазор в клапане

дует учитывать, что гидротолкатель срабатывает при давлении не ниже 207 кПа.

## Система торможения Williams

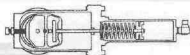
В этой системе используется компрессор низкого давления с приводом от колес автомобиля. Эффект торможения в этой системе достигается блокированием потока выхлопных газов в выпускном коллекторе перемещением скользящей заслонки.

В состав системы входят заслонка с пневмоцилиндром (Рисунок. 24.15) и пружиной (Рисунок. 24.16), которые объединены в единый блок, и электрическая цепь (Рисунок. 24.17).

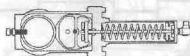
Блок тормоза смонтирован вниз по потоку от коллектора, или за турбокомпрессором (если предусмотрен, Рисунок. 24.18). Отрегулированный блок тормоза создает добавочное давление в коллекторе 207-414 кПа. Давление воздуха в цилиндре заслонки стабилизировано на уровне 585 кПа.

## Действие системы торможения Williams

Система действует автоматически, включая тормоз при положении ON тумблера на приборной панели, отпущенной педали акселератора и нажатой педали сцепления. При нажатии на педаль акселератора тормоз автоматически отключается.



1



2

**24.16 Закрывание и открывание заслонки выпускного коллектора**

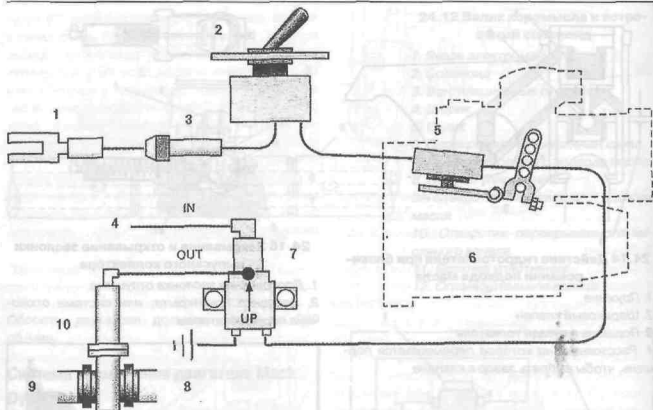
1. Дроссельная заслонка отпущена
2. Заслонка приоткрыта, или система отключена переключателем



**24.15 Заслонка с пневмоцилиндром системы торможения Williams**

## Уход за системой

Система требует тщательного периодического контроля. Уход за системой сводится к проверке состояния креплений, наличия трещин и утечек газов из соединений. Следует периодически очищать и смазывать фильтр воздушного цилиндра. При эксплуатации дизеля в



24.17 Электрическая цепь системы торможения Williams

1. На ключ зажигания

4. Подача воздуха

8. От выпускного коллектора

2. Переключатель на приборной панели

5. Микропереключатель

9. К глушителю

3. Предохранитель

6. Топливный насос

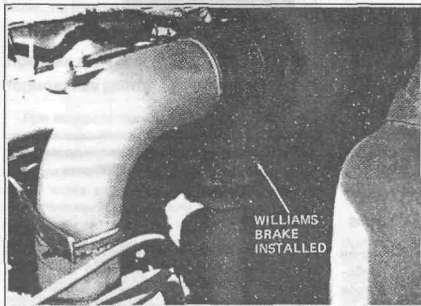
10. Заслонка тормоза

7. Соленоид

пыльных и грязных условиях на цилиндре привода заслонки должен быть предусмотрен удаленный вентиляционный клапан.

## Гидравлические замедлители

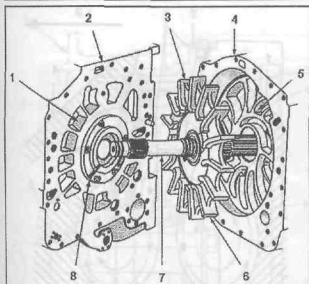
### Устройство



24.18 Расположение блока торможения, встроенного в выпускную систему

Гидравлические замедлители предназначены для той же цели, что и система торможения двигателем. Для достижения максимального эффекта торможения используется преобразование кинетической энергии движения в тепловую. Замедлитель состоит из трех основных частей – двух статоров и ротора.

Замедлитель монтируется на двигателе (между маховиком и картером сцепления или на гидротрансформаторе трансмиссии), либо на трансмиссии. Устройство гидравлического замедлителя показано на рисунке 24.19.



**24.19 Роторная часть гидравлического замедлителя (подразделение Terex корпорации General Motors)**

- 1,5. Карманы
- 2. Кожух гидротрансформатора
- 3. Ротор
- 4. Кожух
- 6. Лопасти
- 7. Вал турбины
- 8. Соединительный фланец

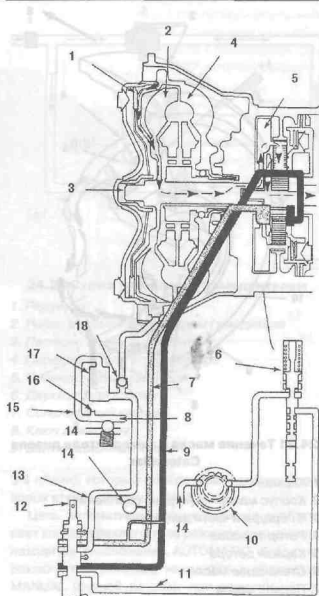
Помимо статора и ротора в систему гидравлического замедлителя входят масляный насос, маслоохладитель, клапаны и золотники (Рисунок. 24.20).

### Принцип действия замедлителя

При выключенном клапане замедлителя канал поступления масла в замедлитель перекрыт, однако регулятор давления поддерживает давление масла в системе (рисунок 24.21).

При этих условиях смазка подшипников валов обеспечивается маслом, поступающим из гидротрансформатора и трансмиссии. При включении клапана замедлителя масло поступает в замедлитель и давление в нем меняется в соответствии со скоростью потока масла.

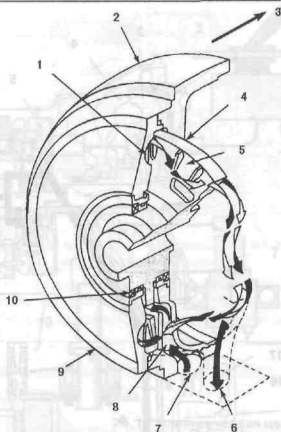
Когда автомобиль едет под уклон под действием собственного веса и водитель отпускает педаль дроссельной заслонки, то давление масла достигает максимального уровня. Скорость вращения тормозящего ротора равна скорости вращения коленвала, но при этом ротор испытывает сопротивление масла (Рисунок. 24.22); в результате чего энергия вращения рассеивается в тепло. Лопасти (карманы) дол-



**24.20 Гидравлический замедлитель**

- 1. Блокирующая муфта
- 2. Рабочее колесо
- 3. Вал турбины
- 4. Гидротрансформатор
- 5. Ротор
- 6. Клапан регулятора давления
- 7. Сток масла
- 8. К системе смазки
- 9. Подвод масла
- 10. Шестеренчатый масляный насос
- 11. Питание замедлителя
- 12. Направляющий гидрораспределитель
- 13. К маслоохладителю
- 14. К поддону
- 15. От маслоохладителя
- 17. Маслоохладитель
- 18. Обратный клапан





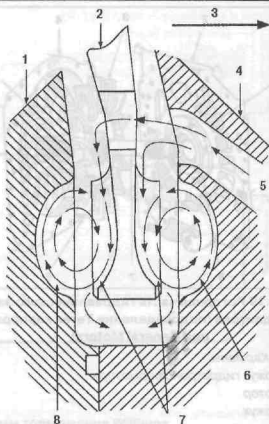
**24.21 Течение масла в замедлителе дизеля Caterpillar**

1. Карман
2. Корпус маховика (картер сцепления)
3. К передней части двигателя
4. Ротор тормоза
5. Карман ротора
6. Стекающее масло
7. Подвод масла
8. Масляный канал
9. Статор
10. Сальник

жны иметь профиль, при котором обеспечивается наиболее полное удаление тепла нагретым маслом, т.е. поступление масла должно компенсировать его нагрев.

С целью повышения эффективности торможения, т.е. с целью полного использования трения, вал ротора (или вал турбины) должен быть жестко соединен с коленвалом. Это достигается применением блокирующей муфты.

По мере понижения оборотов двигателя потери энергии на трение уменьшаются и эффективность замедлителя также понижается. Поток масла через клапан регулятора уменьшается, в результате чего уменьшаются и мощность, требуемая для преодоления сопротивления масла и усилие торможения.



**24.22 Течение масла в замедлителе при торможении**

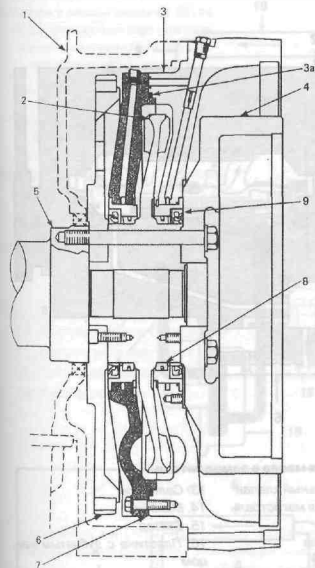
1. Статор
2. Тормозящий ротор
3. К передней части двигателя
- 4, 6. Корпус маховика (картер сцепления)
5. Подвод масла
7. Карманы ротора
8. Карманы статора

Длительность работы замедлителя зависит от охлаждающей способности системы. Клапан регулятора должен отключаться при достижении температуры масла  $177^{\circ}\text{C}$ . Когда температура масла повышается до предела, водитель должен включить пониженную передачу.

### Конструкция замедлителя грузовых автомобилей

На рисунке 24.23 показано устройство замедлителя, установленного на коленвале дизеля.

Ротор, маховик и зубчатый венец крепятся одними и теми же болтами к фланцевой части коленвала. Корпус тормоза крепится к картеру сцепления, а статор — к корпусу тормоза. Для перенаправления потока масла используется два независимых контура (Рисунок. 24.24 и 24.24), один перекрывается механически, а дру-

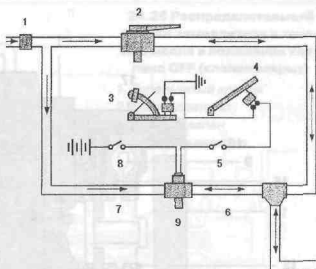


**24.23 Детали замедлителя**

гой – автоматически с помощью электрической цепи.

Редуктор давления поддерживает давление 276 кПа. При закрытом вентиле воздух на двухходовой клапан не поступает. Когда вентиль приоткрывается, воздух поступает на двухходовой клапан и соленоидный клапан, которые открываются и масло начинает поступать в полость замедлителя. Направление течения масла в замедлителе показано на рисунке 24.25.

Распределительный клапан укреплен болтами на картере сцепления. Выпускное отверстие клапана соединено каналом с ротором. Поток масла направляется в центральную часть ротора, а через канал на периферии замедлителя масло направляется в сточное отверстие клапана. В нерабочем состоянии в через замедлитель протекает слабый поток масла (около



**24.24 Схема управления замедлителем**

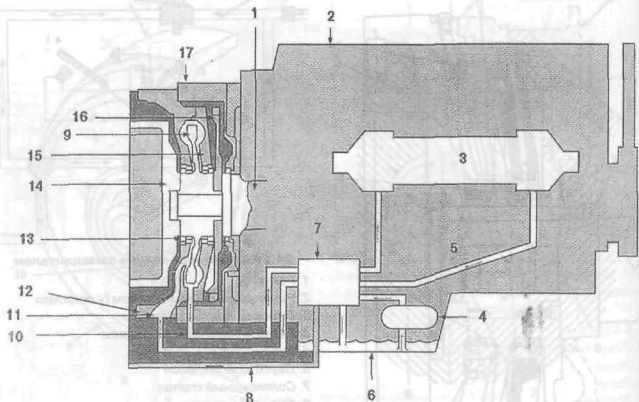
1. Редуктор
2. Рычаг управления вентилем (у водителя)
3. Переключатель сцепления
4. Переключатель акселератора
5. Переключатель режимов
6. Двухходовой клапан
7. Соленоидный клапан
8. Ключ зажигания
9. Вентиляционный клапан

3,8 л/мин), который обеспечивает смазку бронзовых втулок (Рисунок. 24.26).

Цепь автоматического управления срабатывает когда переключатель режимов торможения находится в положении AUTOMATIC. Когда переключатель режимов находится в положении MANUAL (ручной режим), при нажатии на педаль сцепления замыкаются контакты переключателя сцепления, которые размыкаются после того как выбран свободный ход педали. Переключатель акселератора жестко связан с регулятором и когда топливная рейка находится в положении LOW IDLE контакты переключателя замкнуты.

Если рейка занимает положение OFF IDLE, то контакты переключателя разомкнуты

Когда переключатель режимов находится в положении AUTOMATIC (автоматический режим), при выключении сцепления дроссельная заслонка почти полностью закрывается и контакты переключателя акселератора размыкаются. При отпускании педали акселератора топливная рейка под действием регулятора переводится в положение LOW IDLE, замыкая контакты переключателя акселератора, соленоидный клапан пропускает воздух под давлением не



### 24.25 Направление течения масла в замедлителе

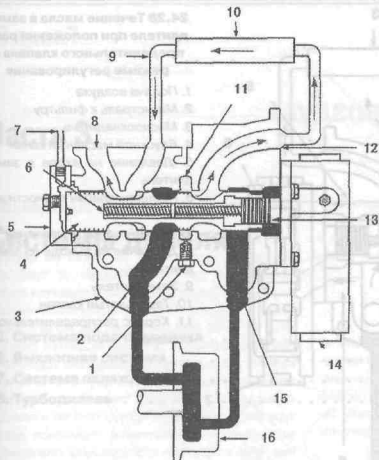
- |                      |                              |                                |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Коленвал          | 7. Распределительный клапан  | 13. Сальники                   |
| 2. Двигатель         | 8. Пневматическая магистраль | 14. Маховик                    |
| 3. Маслоохладитель   | 9. Ротор тормоза             | 15. Статор                     |
| 4. Нагнетающий насос | 10. Стеkanie масла           | 16. Пластина с зубчатым венцом |
| 5. Система смазки    | 11. Подвод масла             |                                |
| 6. Поддон            | 12. Корпус                   |                                |

выше 275 кПа к золотнику распределительного клапана. Распределительный клапан обеспечивает прямое подключение маслоохладителя к замедлителю и быстрое нарастание давления масла в контуре (скорость потока масла в замедлителе достигает 249 л/мин на повышенных оборотах холостого хода, см. рисунок, 24.27).

Во время заполнения полости замедлителя маслом (около 2 сек) приоритетный клапан снижает скорость потока масла за счет падения перепада давлений и тем самым поддерживает неизменным приток масла в систему смазки двигателя. После заполнения полости замедлителя поршень клапана разности давлений под действием давления масла смещается вниз и давление масла на выходе из замедлителя повышается примерно на 289-427 кПа относи-

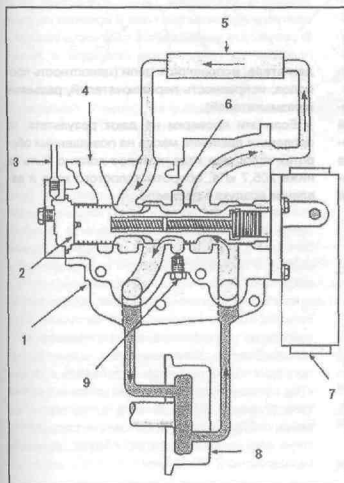
тельно давления масла в системе смазки. При повышении давления на выходе поршень клапана разности давлений смещается вверх, что обеспечивает открывание канала к фильтру. Давление на входе и на выходе понижается, поршень клапана разности давлений опять смещается и давление масла снова повышается. Таким образом, давление внутри замедлителя поддерживается на постоянном уровне.

Если ручной распределительный клапан используется для регулирования давления, понижая его до определенного уровня (например, до 207 кПа), то давление внутри замедлителя поддерживается на постоянном уровне с помощью золотника и клапана разности давлений при пониженной силе торможения (Рисунок, 24.28).



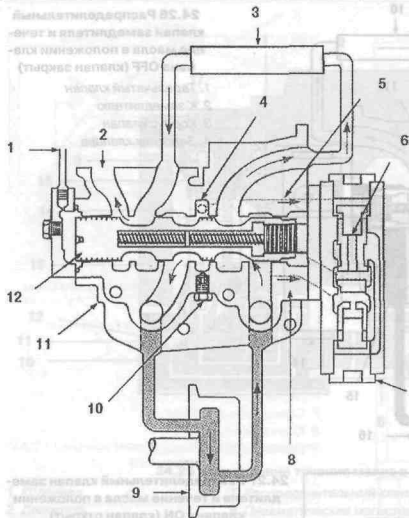
**24.26 Распределительный клапан замедлителя и течение масла в положении клапана OFF (клапан закрыт)**

1. Тарельчатый клапан
2. К замедлителю
3. Корпус клапан
4. Золотник клапана



**24.27 Распределительный клапан замедлителя и течение масла в положении клапана ON (клапан открыт)**

1. Корпус распределительного клапана
2. Золотник клапана
3. Подача воздуха
4. Магистраль к фильтру
5. Маслоохладитель
6. Впускной масляный канал
7. Клапан разности давлений
8. Замедлитель
9. Тарельчатый клапан



### 24.28 Течение масла в замедлителе при положении распределительного клапана в режиме регулирования

1. Подача воздуха
2. Магистраль к фильтру
3. Маслоохладитель
4. Впускной масляный канал
5. Давление на входе в замедлитель
6. Поршень клапан разности давлений
7. Клапан разности давлений
8. Давление на выходе из замедлителя
9. Замедлитель
10. Тарельчатый клапан
11. Корпус распределительного клапана

### Проверка замедлителя

Если наблюдается ненормальная работа замедлителя, то проверьте наличие подтеканий масла из картера сцепления или корпуса замедлителя (вышли из строя сальники и кольцевые прокладки), целостность шлангов и трубок, систему охлаждения двигателя и уровень масла в

двигателе, исправность цепи (целостность проводов, исправность переключателей, разъемов и размыкателей).

Если эти проверки не дают результата, то проверьте давление масла на повышенных оборотах холостого хода, которое должно быть не ниже 205,7 кПа, обороты холостого хода и давление воздуха в ресивере.

# Часть 3

## Системы дизеля

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 25. Система подачи воздуха . . . . . | 176 |
| 26. Выхлопная система . . . . .      | 185 |
| 27. Система охлаждения . . . . .     | 196 |
| 28. Турбодизель . . . . .            | 207 |

## Система подачи воздуха

Эта система предназначена для подачи очищенного воздуха в цилиндры, продувки цилиндров, снижения пульсаций воздушного потока и (на части дизелей) охлаждения воздуха, подаваемого в цилиндры.

### Состав

В состав системы подачи воздуха четырехтактных дизелей без турбонаддува входят воздушный фильтр, соединительные патрубки и шланги и впускной коллектор. На четырехтактных дизелях с турбонаддувом в состав системы также входят турбокомпрессор и холодильник (см. Рисунок. 25.1 – 25.3).

В состав системы подачи воздуха двухтактных дизелей входят воздушный фильтр, соединительные патрубки и вентиляторы. Воздушная коробка, которая входит в блок цилиндров, является впускным коллектором. На двухтактных дизелях с турбонаддувом в состав системы также входит компрессор и холодильник (Рисунок. 25.4).

### Впускной коллектор

Впускной коллектор может быть цельным или секционированным. На впускном патрубке коллектора крепится воздушный фильтр, холодильник, или турбокомпрессор.

### Холодильник турбокомпрессора

Холодильник (теплообменник) предназначен для дополнительного повышения среднего эффективного тормозного давления. Холодильник представляет собой небольшие радиаторы, смонтированные между турбокомпрессором и впускным коллектором. Устанавливаются холодильники либо с водяным, либо с воздушным охлаждением.

### Холодильники с водяным охлаждением

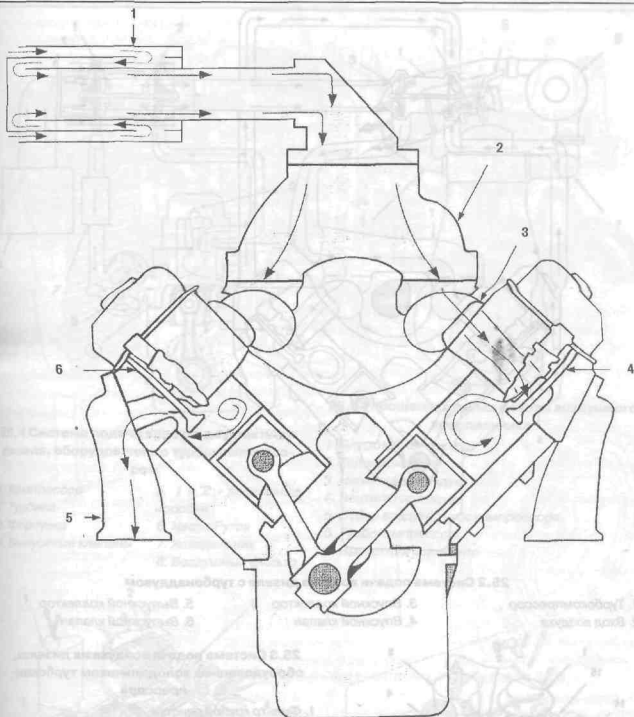
В этих холодильниках во внутреннем объеме радиатора циркулирует жидкость из системы охлаждения двигателя. Воздух от турбокомпрессора обтекает радиатор и подается во впускной коллектор. Мощность двигателя повышается на 10-20 процентов, так как из-за понижения температуры в цилиндр подается большее количество воздуха. В результате давление в цилиндре можно понизить, достигается лучшее охлаждение цилиндра, понижается температура выхлопных газов, вследствие чего повышается среднее эффективное тормозное давление. При отсутствии холодильника температура воздуха в коллекторе резко возрастает из-за сжатия в турбокомпрессоре и прямого нагрева. В результате уменьшается плотность воздуха и повышается температура цилиндра и выхлопных газов.

Простой расчет показывает, что применение холодильника позволяет снизить температуру выхлопных газов примерно на 90°C.

### Воздушный холодильник

Устройство воздушного холодильника (иногда называемого "интеркулер") показано на рисунке 25.5. Коллектор холодильника крепится болтами к задней головке цилиндров. Задний впускной коллектор соединен с холодильником патрубком. Радиатор холодильника

снабжен широкими ребрами. Когда двигатель работает с максимальной нагрузкой, сжатый воздух от турбокомпрессора подается в воздухозаборник холодильника, далее воздух проходит через радиатор и попадает в коллектор холодильника и в задний впускной коллектор (Рисунок. 25.6). Вместе с тем часть воздуха, отбираемая от турбокомпрессора, заставляет вращаться вентилятор обдува радиатора со скоростью 2200 об/мин.



**25.1 Система подачи воздуха четырехтактного дизеля без турбонаддува**

1. Воздушный фильтр  
2. Переходной патрубков

3. Впускной коллектор  
4. Впускной клапан

5. Выпускной коллектор  
6. Выпускной клапан

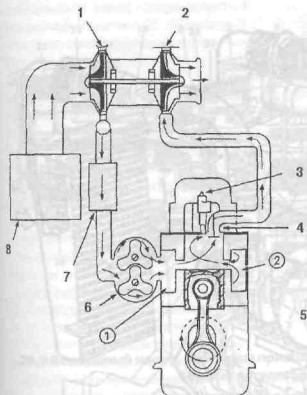
В двухступенчатой конструкции холодильника (Рисунок. 25.7) обеспечивается еще большее понижение температуры воздуха. Здесь предусмотрен дополнительный радиатор, внутри которого протекает охлаждающая жидкость. Этот радиатор смонтирован на радиаторе холодильника. Слева на радиаторе имеется патрубок через который поступает жидкость от на-

соса системы охлаждения. С правой стороны радиатор соединен через воздушный холодильник с системой охлаждения. Такая конструкция обеспечивает снижение температуры воздуха на  $82^{\circ}\text{C}$ , т.е. на 10% ниже чем в воздушном (конвекционном) холодильнике.

На рисунке 25.8 представлен наиболее эффективный вариант воздушного холодильника в

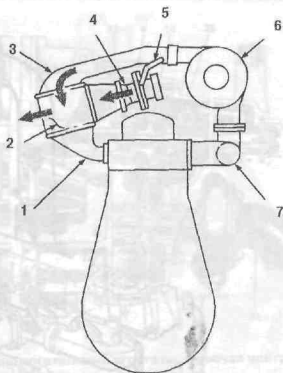






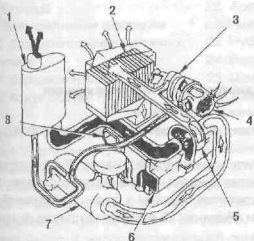
**25.4 Система подачи воздуха двухтактного дизеля, оборудованного турбокомпрессором**

- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Компрессор        | 5. 1 и 2 – воздушные коробки |
| 2. Турбина           | 6. Насос Рутса               |
| 3. Форсунка          | 7. Холодильник               |
| 4. Выпускные клапаны | 8. Воздушный фильтр          |



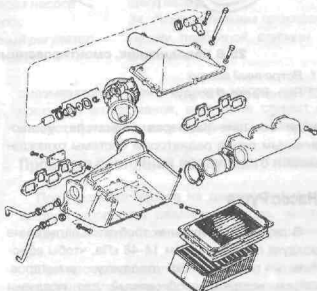
**25.6 Упрощенная схема работы воздушного холодильника**

- |                                   |
|-----------------------------------|
| 1. Впускной коллектор             |
| 2. Теплообменник                  |
| 3. Нагнетание воздуха             |
| 4. Вентилятор обдува              |
| 5. Отбор воздуха турбокомпрессора |
| 6. Турбокомпрессор                |
| 7. Выпускной коллектор            |

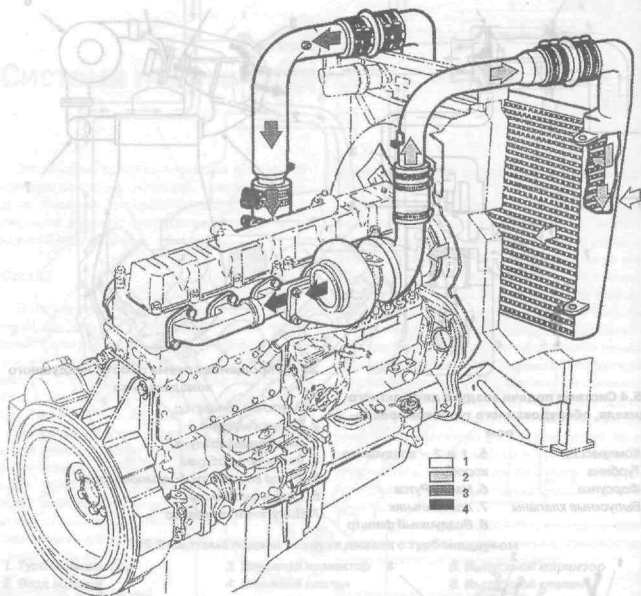


**25.5 Устройство воздушного холодильника (корпорация Ford Motor)**

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1. Глушитель дизеля                       | 5. Турбокомпрессор               |
| 2. Ребристый радиатор                     | 6. Выпускной коллектор двигателя |
| 3. Вентилятор                             | 7. Фильтр                        |
| 4. Вход воздуха обдува радиатора и фильтр | 8. Впускной коллектор            |



**25.7 Двухступенчатый (воздушно-водяной) холодильник**



### 25.8 Холодильник, смонтированный на радиаторе системы охлаждения

1. Встречный воздух
2. Нагнетаемый воздух

3. Охлажденный воздух
4. Воздух на выходе из турбокомпрессора

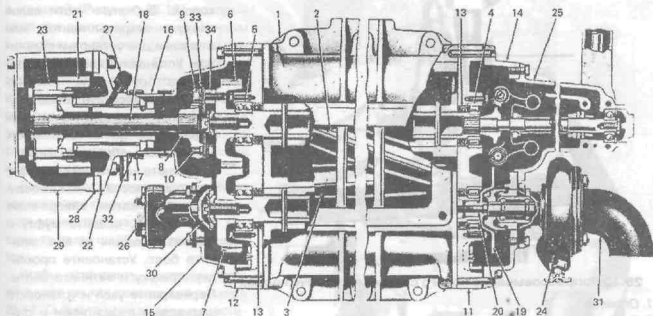
виде больших размеров радиатора, установленным перед радиатором системы охлаждения.

### Насос Рутса

В двухтактных дизелях требуется нагнетание воздуха под давлением 14–48 кПа, чтобы обеспечить эффективную продувку цилиндров. Объем воздуха, необходимый для продувки примерно в 40 раз превышает объем цилиндров. Этим требованиям по давлению и расходу

воздуха удовлетворяет насос Рутса, который наиболее широко применяется в дизелях. Насос крепится болтами к фланцу воздушной коробки (Рисунок. 25.4) и имеет привод от двигателя.

Насос Рутса состоит из корпуса и двух полых трехлопастных крыльчаток (роторов), зазор между крыльчатками и корпусом очень мал. Малый зазор между лопастями при их вращении поддерживается с помощью задающих шестерен. Смазка насоса при эксплуатации не требуется. При нарушении зазора в зацеплении шестерен



**25.9 Воздушный насос, механизм привода и вспомогательные агрегаты, включая центробежный регулятор (дизель Detroit серии 71)**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. Корпус   | 13. Задний сальник                            | 27. Колено маслопровода  |
| 2. Ротор насоса (верхний правый, спиральный)        | 14. Кожух передней крышки                     | 28. Задняя пластина блока цилиндров                              |
| 3. Ротор насоса (верхний левый, спиральный)         | 15. Кожух задней крышки                       | 29. Картер сцепления (корпус маховика)                           |
| 4. Передний роликовый подшипник                     | 16. Кожух ведущего вала                       | 30. Вилка привода топливного насоса                              |
| 5. Задний шариковый подшипник (двухрядный, упорный) | 17. Сальник                                   | 31. Впускной патрубок водяного насоса                            |
| 6,7. Шестерня                                       | 18. Ведущий вал                               | 32. Хомут кожуха ведущего вала                                   |
| 8. Ступица  | 19. Муфта привода насоса охлаждающей жидкости | 33. Пластина ступицы ведущего вала                               |
| 9. Болт крепления шестерни                          | 20. Болт                                      | 34. Разделительная прокладка между пластиной ступицы и шестерней |
| 10. Болт крепления пластины к ступице               | 21. Шестерня привода насоса                   |  |
| 11. Передняя крышка                                 | 22. Корпус подшипника ведущей шестерни        |  |
| 12. Кожух задней крышки                             | 23. Муфта привода насоса                      |  |
|   | 24. Водяной насос                             |  |
|   | 25. Центробежный регулятор                    |  |
|   | 26. Топливный насос                           |  |

привода насоса, лопасти могут соприкоснуться друг с другом, в результате чего производительность и напор насоса резко снижаются.

Ведущий (верхний) ротор насоса имеет привод от распредвала. С валами роторов насоса соединяются центробежный регулятор, топливный насос и насос охлаждающей жидкости. Для подавления пульсаций вращающего момента вращение насосу передается через эластичную муфту (рисунок 25.9).

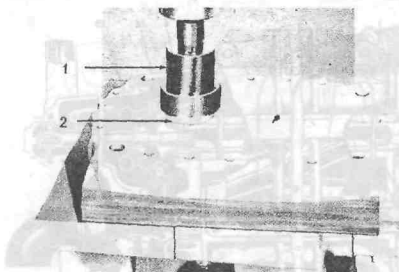
На V-образных дизелях шестерни, регулятор и привод топливного насоса смазываются под давлением от системы смазки двигателя. На однорядных дизелях подшипники и регулятор

смазывается разбрызгиванием масла, которое поступает из карманов, в которые стекает из отверстий после смазки клапанного механизма.

## Проверка состояния воздушного насоса

При проверке насоса на двигателе сначала следует проверить давление напора, чистоту воздушных патрубков и компрессию в цилиндре.

При проверке деталей насоса при его разборке следует придерживаться следующих нормативов. Зазор в зацеплении шестерен привода 0,100 мм (если зазор превышает норму, то шес-



25.10 Запрессовывание нового сальника в корпус насоса

1. Оправка
2. Сальник

стерни следует заменить). На участках ротора вблизи сальников не должно быть следов смазки (поврежденный сальник удаляется, новый сальник запрессовывается оправкой, рисунок. 25.10). Эластичность муфты привода должна обеспечивать прокручивание по краю лопасти 9,5-15,9 мм. При отпуске ротора он должен повернуться назад на 6,35 мм от исходного положения. В случае потери эластичности муфту следует заменить. Проверьте состояние шлицов на валах и шестернях. В случае ослабления посадки шестерни валы и шестерни следует заменить. Следует иметь в виду, что шестерни меняются в паре.

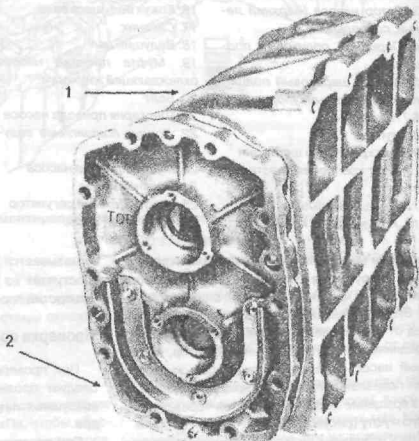
## Сборка насоса

Передняя крышка устанавливается на направляющие штифты корпуса насоса, после чего ее следует обстучать для плотной посадки по месту (Рисунок. 25.11). Затяните два винта с заданным моментом. Установите роторы в зацепление с правым спиральным ротором и введите в корпус через валы и отверстия

в крышке. Затем переверните корпус. Зубчатые части валов следует закрыть лентой или втулками для установки сальников. Установите насос на деревянные бруски (см. Рисунок. 25.12). Запрессуйте новые подшипники, предварительно их смазав (номера на подшипниках должны быть обращены вверх).

Оденьте на нижний вал муфту привода насоса охлаждающей жидкости, затем заворачивая болт муфты, осадите муфту и маслоотражатель на вал, затяните болт. Установите прокладку, крышку и затяните болты. Переверните узел и установите шариковые подшипники и стопорные кольца.

**Внимание!** На части насосов предусмотрена установка пакета регулировочных шайб между торцом вала и подшипником.



25.11 Передняя крышка, установленная на корпус насоса

1. Корпус
2. Передняя крышка

Проверьте зазор между лопастью и крышкой (Рисунок. 25.13), который сравните с нормативным, указанным в пособии по ремонту (следует выполнить 12 измерений). Если зазор не соответствует норме, то разберите узел и замените оба ротора. Проверьте зазоры в местах E и D. Если эти зазоры не соответствуют норме, то следует заменить корпус насоса и/или роторы.

Если предусмотрен пакет шайб, то замените его точно таким же. Однако, если меняются шестерни и/или роторы, то пакет шайб не устанавливается.

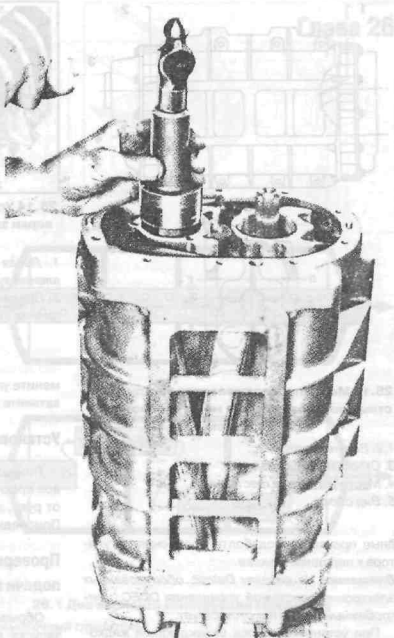
Чтобы установить шестерни, уложите узел так как показано на рисунке 25.14. Смажьте шлицы вала и шестерни и оденьте обе шестерни, ориентируясь по направлению зубьев (Рисунок. 25.14). Установите оба съемника шестерен (проложите между зубьями шестерни тампон из ветоши, чтобы исключить их проворачивание). **Внимание!** Обе шестерни должны быть установлены по месту и сняты одновременно.

Проверьте зазор в зацеплении лопастей (в местах C и CC, см. Рисунок. 25.13), который не должен превышать 0,100 мм. Зазор проверяется через постоянные интервалы по всей длине ротора. Чтобы увеличить зазор в месте CC подайте верхнюю шестерню наружу, чтобы уменьшить зазор, подайте шестерню внутрь.

**Внимание!** Прокладка шайбы толщиной 0,076 мм приводит к повороту ротора на 0,025 мм.

Если зазор соответствует норме, то проверьте расстояние между шестерней и внутренней обоймой подшипника вала, чтобы определить толщину пакета регулировочных шайб. При установке пакета шайб снимите одновременно обе шестерни, проложите пакет шайб и установите шестерни.

**Внимание!** Повторите проверку зазора в местах C и CC, а также в местах A и B. При заворачивании болтов оденьте на них стопорные шайбы и затяните сначала болт правой шестерни, затем болт левой шестерни, одев на нее диск



25.12 Запрессовывание подшипников валов воздушного насоса в заднюю крышку

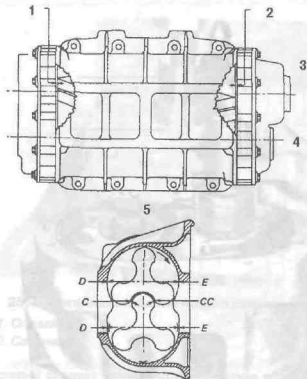
привода топливного насоса. Концы стопорных шайб загните.

### Установка насоса перекачки топлива

Установите новую прокладку и оденьте вилку привода насоса на квадратное окончание вала, совместив вилку с пазом в диске привода. Закрепите насос на задней крышке.

Установка центробежного регулятора и насоса охлаждающей жидкости

Замените прокладки и вставьте вал регулятора в шлицы верхнего ротора. Замените ме-



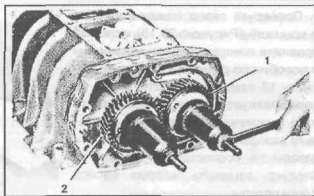
**25.13 Места проверки зазоров между лопастями роторов насоса и между лопастями и корпусом**

- 1,2. Верхний ротор
3. Сторона входа воздуха
4. Место установки шестерни
5. Вид сбоку

дные прокладки под болты крепления регулятора к передней крышке.

**Внимание!** На дизелях Detroit, оборудованных электронной системой управления DDEC, центральный регулятор отсутствует.

При установке насоса охлаждающей жидкости замените прокладку, совместите замки на муфте привода насоса с замками промежуточной муфты и установите насос на крышку. За-



**25.14 Установка шестерен на валы для проверки зазора в зацеплении зубьев (дизель Detroit)**

1. Левая спиральная шестерня (левое направление зубьев)
2. Правая спиральная шестерня (правое направление зубьев)

мените уплотнительные шайбы болтов, которые затяните с заданным моментом.

### Установка насоса на двигатель

При установке насоса на двигатель смажьте все прокладки герметиком. Затяните все болты от руки, затем затяните с заданным моментом. Присоедините затвор и все патрубки.

### Проверка герметичности системы подачи воздуха

Обрызгайте жидкостью, используемой для запуска дизеля (эфиром), все стыки системы подачи воздуха (дизель работает на холостом ходу). Если в системе имеется течь, то дизель начнет работать с перебоями.

## Выхлопная система

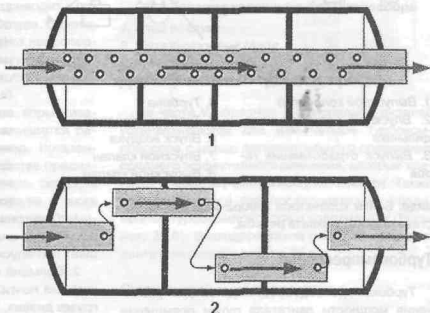
В состав выхлопной системы дизеля входят выпускной коллектор, турбокомпрессор, выхлопные трубы и глушитель (Рисунок. 26.1).

### Проверка состояния, ремонт и установка выпускного коллектора

Выпускной коллектор следует тщательно очистить, пропустив паром. При значительных отложениях нагара коллектор следует промыть растворителем со стеклянным абразивом или подвергнуть пескоструйной обработке. Очистка коллектора особенно важна на дизелях с турбонаддувом, так как загрязнения от коллектора могут повредить детали турбины и турбокомпрессора (Рисунок. 26.2).

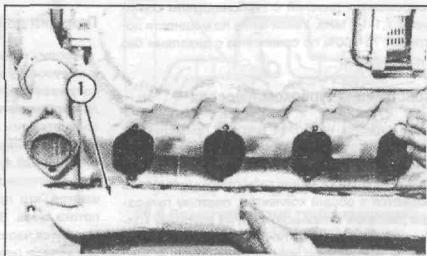
Проверьте наличие на коллекторе трещин и других повреждений, деформацию разъемной плоскости. Если разъемная плоскость имеет значительную деформацию и не обеспечит уплотнения, то коллектор следует заменить.

При сборке замените прокладку коллектора. Если собирается секционированный коллектор, то сначала устанавливается центральная секция, болты лишь подтягиваются от руки. Затем устанавливаются остальные секции и болты затягиваются в заданном порядке. Можно также собрать коллектор отдельно и установить в собранном



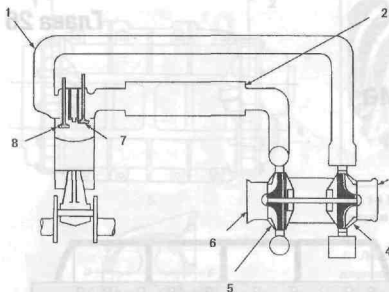
26.1 Два варианта конструкции глушителя

1. Прямоточный глушитель
2. Глушитель с реверсивной камерой



26.2 Правый выпускной коллектор дизеля Caterpillar (1)





**26.3 Детали выхлопной системы**

- |                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| 1. Выпускной коллектор            | 4. Турбина          |
| 2. Впускной патрубок холодильника | 5. Турбокомпрессор  |
| 3. Выпуск отработавших газов      | 6. Впуск воздуха    |
|                                   | 7. Впускной клапан  |
|                                   | 8. Выпускной клапан |

виде. Болты коллектора заворачиваются на составе против прихвата резьбы.

## Турбокомпрессоры

Турбокомпрессор предназначен для увеличения мощности двигателя путем повышения давления воздуха (среднего эффективного давления) и устанавливается после выпускного коллектора. Выхлопные газы приводят во вращение турбину, которая в свою очередь вращает рабочее колесо компрессора (Рисунок. 26.3). Среднее эффективное давление воздуха современных дизелей с турбонаддувом составляет 1,1–1,6 МПа. Увеличение по мощности достигает 75–100% по сравнению с дизелями без турбонаддува.

## Конструкция турбокомпрессора

На дизелях наиболее широко применяются турбокомпрессоры постоянного давления и импульсные. В турбокомпрессорах постоянного давления отработавшие газы от всех цилиндров подаются в общий коллектор, поэтому пульсации давления сглаживаются и на впускном коллекторе присутствует почти постоянное давление. В импульсных турбокомпрессорах к тур-

бине подводятся отработавшие газы от каждого цилиндра в отдельности. Поэтому, в выпускном коллекторе присутствует меняющееся давление, которое влияет на полезную работу, совершаемую поршнями. Во время открывания выпускного клапана давление в выпускном коллекторе должно превышать давление наддува. К концу такта выпуска давление воздуха на входе в цилиндр падает ниже давления наддува. Воздух проходит через цилиндр, обеспечивая его продувание. Чтобы обеспечить такие флуктуации давления, четырех- или шестицилиндровый двигатель должны быть снабжены двумя выпускными коллекторами, а восьмицилиндровый – четырьмя. Преимущества импульсного турбокомпрессора по сравнению с турбокомпрессором постоянного давления заключаются в следующем:

1. Отсутствие обратного потока отработавших газов в цилиндры, поршень которых совершает такт впуска,
2. Большой перепад давления при продувке, который почти не изменяется при большой нагрузке дизеля,
3. Улучшение тяговых качеств двигателя,
4. Понижение температуры отработавших газов и снижение их токсичности при разгоне.

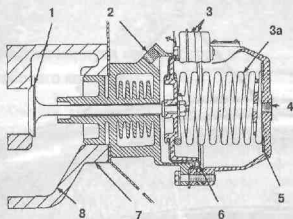
Турбокомпрессор состоит из турбины, корпуса турбины, корпуса подшипников, корпуса компрессора и крыльчаток.

## Принцип действия турбокомпрессора

Корпус турбины турбокомпрессора крепится к выпускному коллектору. Корпус компрессора соединен с впускным коллектором. При пуске двигателя выхлопные газы под давлением и при сравнительно высокой скорости поступают в корпус турбины, выполненный в виде улитки (Рисунок. 26.4). Площадь поперечного сечения улитки впускного патрубка постепенно уменьшается, что приводит к повышению скорости потока газов. Высокоскоростной поток газа подается через сопло и направляется на рабочее колесо (крыльчатку) турбины, откуда выпускается в атмосферу через выхлопные трубы.

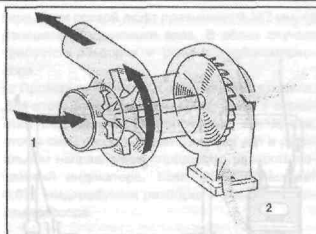
Вращение колеса турбины заставляет вращаться вал и колесо компрессора, при этом на входе в компрессор создается пониженное давление, в результате чего воздух засасывается в корпус компрессора. По мере повышения скорости вращения повышается скорость воздуха. Воздух проходит через диффузор и попадает в корпус компрессора, где замедляется, в результате чего кинетическая энергия превращается в энергию сжатия, т.е. давление воздуха повышается. Когда дизель работает на максимальных оборотах, компрессор создает максимальное давление. Любое изменение крутящего момента (нагрузки) дизеля приводит к понижению оборотов и давления наддува. Однако, давление наддува и обороты падают непропорционально, — максимальная эффективность турбокомпрессора достигается при больших нагрузках двигателя.

Регулировка количества топлива, впрыскиваемого в цилиндры дизеля, обеспечивается различными устройствами (например, показанными на рисунке 26.5). Эти устройства предназначены для того, чтобы ограничить скорость вращения турбины и давление наддува, а также снизить токсичность газов при разгоне и замедлении.



**26.5 Перепускной клапан турбокомпрессора, регулирующий давление наддува**

1. Клапан
2. Отверстие воздушной магистрали
3. Раздельные шайбы
- 3а. Пружина
4. Отверстие под сапун
5. Регулировочные прокладки
6. Диафрагма
7. Корпус переходной секции
8. Перепускной канал



**26.4 Течение газов в турбокомпрессоре**

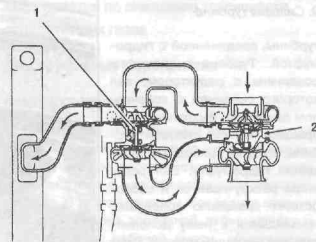
1. Вход воздуха
2. Вход выхлопных газов

## Двухступенчатый турбокомпрессор

На части V-образных и однорядных дизелей устанавливаются два или четыре турбокомпрессора с целью дополнительного повышения среднего эффективного давления, которые крепятся к каждому выпускному коллектору. Также устанавливаются два последовательно соединенных турбокомпрессора и холодильник (Рисунок. 26.6). Благодаря такой системе мощность двигателя повышается на 75 л.с.

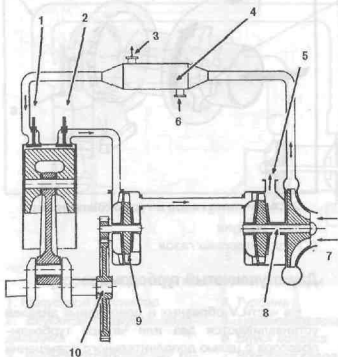
## Смешанный турбонаддув

Этот способ наддува приводит к повышению к.п.д. до 46,5 % и реализован только на опытном двигателе. Система наддува состоит из силовой



**26.6 Двухступенчатый турбокомпрессор (дизель Cummins)**

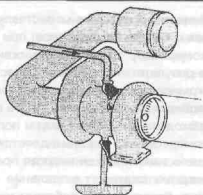
1. Турбокомпрессор второй ступени
2. Турбокомпрессор первой ступени



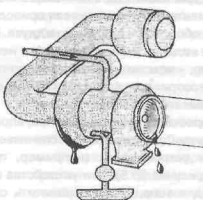
**26.7 Система смешанного турбонаддува**

1. Впускные клапаны
2. Выпускные клапаны
3. Выход охлаждающей жидкости
4. Холодильник
5. Выпуск отработавших газов
6. Вход охлаждающей жидкости
7. Вход воздуха
8. Турбокомпрессор
9. Силовая турбина

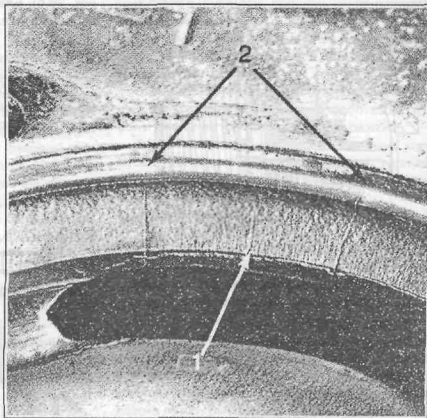
турбины, соединенной с гидромуфтой. Турбина гидромуфты соединена с редуктором, вал которого соединен с коленвалом двигателя. Выхлопные газы вращают колесо силовой турбины, которая приводит во вращение гидромуфту. Вал редуктора раскручивается и способствует вращению коленвала, прикладывая к нему дополнительный крутящий момент. Газы из силовой турбины направляются на турбину турбокомпрессора, от которого поступают в цилиндры двигателя.



**26.8 Течь в маслопроводе турбокомпрессора**



**26.9 Течь в обратном маслопроводе турбокомпрессора**



**26.10 Образование трещин (1) на корпусе турбокомпрессора. Эксплуатация допускается, если трещина не заходит в область 2**

## Проверка состояния и уход за турбокомпрессором

Турбокомпрессор нуждается в постоянном уходе, так как его детали испытывают значительные тепловые и механические нагрузки (рабочая температура достигает  $700^{\circ}\text{C}$ , а обороты турбины 60000-150000 об/мин).

В первую очередь проверке подлежит воздушный фильтр (засорение фильтра и золотника вентиляции картера является основной причиной падения мощности двигателя, течи масла из компрессора). Следует также проверить состояние маслопроводов и воздухопроводов (Рисунок. 26.8 и 26.9), а также корпуса турбокомпрессора (Рисунок. 26.10) и выпускного коллектора.

На дизелях грузовых автомобилей также следует снять кулису турбокомпрессора, ведущую к впускному коллектору и проверить наличие на ней масла. В результате работы турбокомпрессора допускается небольшое скопление масла в корпусе и в кулисе. Однако, масло может также попасть и из переполненного воздушного фильтра. Тогда на лопастях рабочего колеса также будут обнаруживаться следы масла. На утечку масла из под сальников указывают смолистые отложения на кулисе и на поверхности корпуса. В этом случае необходим неотложный ремонт, в противном случае возможны серьезные поломки.

## Очистка корпуса компрессора и рабочего колеса

Очистка корпуса, кулисы и рабочих колес турбины и компрессора требуется при обнаружении на этих деталях смолистых отложений. Некоторыми изготовителями очистка рекомендуется через каждые 80000 км пробега, или 1000 моточасов.

Детали очищаются только рекомендуемым растворителем для очистки металлов и нейлоновой щеткой.

## Дополнительные проверки

Дополнительно следует проверить осевой люфт вала турбокомпрессора с помощью стрелочного индикатора (см. Рисунок. 26.11), который должен быть в пределах 0,100-0,152 мм.

Если осевой люфт ниже нормы, то это указывает на наличие смолистых отложений или на-

гара. Если осевой люфт превышает 0,152 мм, то изношены подшипники вала. В обоих случаях требуется разборка и ремонт турбокомпрессора.

Проверьте также зазор в подшипниках вала. Для этого ножку индикатора вставьте в отверстие под маслопровод (Рисунок. 26.12) так, чтобы она уперлась в вал. Покачивая вал в радиальном направлении, определите разность показаний индикатора. Если люфт превышает 0,076 мм, требуется разборка и ремонт турбокомпрессора.

## Токсичность отработавших газов дизельных двигателей

### Образование смеси

Дизельное топливо характеризуется более высокой температурой кипения, чем бензин. В дизеле отводится меньше времени на приготовление топливо-воздушной смеси, что является одной из причин ее меньшей однородности. Недостаточное количество воздуха в смеси приводит к увеличению выброса сажи, CO и CH.

### Процесс сгорания

Сгорание начинается при впрыскивании топлива через форсунку. Время впрыскивания оказывает основное влияние на эффективный к. п. д. двигателя. Повышение температуры сгорания увеличивает образование в отработавших газах оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ).

## Мероприятия по снижению токсичности отработавших газов

### Конструктивные мероприятия

#### Камера сгорания

Двигатели с разделёнными камерами сгорания обеспечивают получение меньших концентраций оксидов азота в отработавших газах, чем двигатели с непосредственным впрыском топлива. С другой стороны, последние характеризуются лучшей топливной экономичностью. Для получения рабочей смеси, обеспечивающей полное сгорание, вихревое движение воздуха в камере сгорания должно сочетаться с правильно подобранным факелом топлива.

## Впрыскивание топлива

Позднее впрыскивание позволяет снизить выброс оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), однако слишком позднее впрыскивание приводит к увеличению расхода топлива и повышенному выбросу углеводородов ( $\text{CH}$ ). Увеличение на  $1^\circ$  (по углу поворота коленчатого вала) начала впрыскивания может привести к повышению на 5% выбросов  $\text{NO}_x$ , в то время как выбросы  $\text{CH}$  при этом могут увеличиться на 15%. Электронные системы управления: способны поддерживать оптимальный момент впрыскивания с высокой степенью точности. Очень высокая точность может быть достигнута за счет управления началом впрыскивания непосредственно через форсунку при использовании датчика перемещения иглы клапана (управление началом впрыскивания топлива). Топливо, попадающее в камеру сгорания после окончания процесса сгорания, будет поступать непосредственно в выпускную систему в несгоревшем виде, повышая уровень выбросов углеводородов в отработавших газах. Для предотвращения этого явления объем топлива между посадочным отверстием форсунки и распылительным наконечником должен быть минимальным. Необходимо также исключить подтекание топлива из форсунки и позднее впрыскивание. Мелкодисперсная струя расплава топлива способствует образованию оптимальной смеси топлива с воздухом. Мелкодисперсный распыл, снижающий выброс сажи (твердых частиц) и углеводородов, может быть получен при высоком давлении впрыскивания и оптимальной геометрии отверстий распыли-

теля. Коэффициент избытка воздуха должен быть не ниже  $A=1,1-1,2$ .

## Температура воздуха на впуске

Чем выше температура воздушного заряда, тем выше температура сгорания с пропорциональным увеличением выбросов оксидов азота. На двигателях с турбонаддувом охлаждение сжатого воздуха на впуске (промежуточное охлаждение) представляет эффективный способ снижения  $\text{NO}_x$ .

## Рециркуляция отработавших газов

Часть отработавших газов направляется во впускную систему для уменьшения количества кислорода в свежем заряде с одновременным увеличением его теплоемкости. Оба этих фактора приводят к понижению температуры сгорания и, таким образом, снижению образования  $\text{NO}$ . Повышенное количество рециркулируемых газов вызывает более высокие выбросы сажи и оксида углерода из-за недостатка воздуха в смеси. Поэтому количество рециркулируемых отработавших газов должно быть ограничено.

## Очистка отработавших газов

Выброс углеводородов может быть уменьшен при использовании в выпускной системе каталитических нейтрализаторов. В них часть газообразных углеводородов, включая и те, что соединяются с твердыми частицами (сажа), сгорают в присутствии кислорода, содержащегося в отработавших газах. Для снижения вы-

| Компоненты отработавших газов                     | На холостом ходу | При максимальной мощности |
|---|------------------|---------------------------|
| Оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), части на миллион  | 50...250         | 600...2500                |
| Углеводороды ( $\text{HC}$ ), части на миллион    | 50...500         | 150                       |
| Оксиды углерода ( $\text{CO}$ ), части на миллион | 100...450        | 350...2000                |
| Диоксиды углерода ( $\text{CO}_2$ ), объемн. %    | ...3,5           | 12...16                   |
| Водяные пары, объемн. %                           | 2...4            | ...11                     |
| Кислород, объемн. %                               | 18               | 2...20                    |
| Азот и т.п., объемн. %                            | остатки          | остатки                   |
| Сажа, $\text{мг/м}^3$                             | -20              | -200                      |
| Температура отработавших газов, $^\circ\text{C}$  | 100...200        | 550...750                 |

Состав и температура отработавших газов

| Стандартные нормы        |                               |                             |  | Специальные нормы для двигателей с непосредственным впрыском (для автомобилей классов М и N1) |   |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|---|---|
| Полная масса автомобиля, | Компоненты отработавших газов | Омологация (от 1.10.93 г.). | Первоначальная регистрация(ОТ.10.94г.) | Омологация категории М до 1.07.94 г. N1 до 1.10.94 г.   | Первоначальная регистрация категории М до 31.12.94 г., N1 до 1.10.95 г. |
| кг                       |                               | г/км                        | г/км                                   | г/км  | г/км  |
| ≤1250                    | CH + NO <sub>x</sub>          | 0.97                        | 1.13                                   | 1.36  | 1.58  |
|                          | CO                            | 2.72                        | 3.16                                   | 2.72  | 3.16  |
|                          | Тв. частицы                   | 0,14                        | 0.18                                   | 0.20  | 0.25  |
| ≤1700                    | CH + NO <sub>x</sub>          | 1.4                         | 1.6                                    | 1.96  | 2.2   |
|                          | CO                            | 5.17                        | 6.0                                    | 5.17  | 6.0   |
|                          | Тв. частицы                   | 0.19                        | 0.22                                   | 0.27  | 0.31  |
| >1700                    | CH + NO <sub>x</sub>          | 1.7                         | 2.0                                    | 2.4   | 2.8   |
|                          | CO                            | 6.9                         | 8.0                                    | 6.9   | 8.0   |
|                          | Тв. частицы                   | 0.25                        | 0.29                                   | 0.35  | 0.41  |

**Нормы токсичности для грузовиков (полная масса <3.5т). Ездовой цикл: модернизированный европейский цикл; временный вариант при Vmax = 90км/ч для автомобилей с максимальной скоростью <130 км/ч и/или отношением мощности к массе <30кВт/т.**

бросов твердых частиц (сажи) в настоящее время используются специальные фильтры, устанавливаемые в выпускной системе автомобиля.

### Испытания двигателей на токсичность

Все более ужесточающиеся нормы определяют снижение предельного содержания количества токсичных компонентов в отработавших газах. Эти выбросы могут быть замерены при заданных определенных условиях работы двигателя.

### Схема испытаний

Как правило, выбросы токсичных веществ с отработавшими газами двигателей определяются на стенде с беговыми барабанами (для легковых автомобилей) или на испытательном моторном стенде (грузовые автомобили). Многие нормы предельного содержания токсичных компонентов в отработавших газах и методы испытаний автомобилей на токсичность были впервые внедрены в США, где способ отбора проб (газа) постоянного объема был применен в качестве эффективного способа для контроля за

| Нормы                   | Испытания                  | Дата        | Тип двигателя | CH + NO <sub>x</sub> , г/км | CO, г/км | Тв. частицы, г/км |
|-------------------------|----------------------------|-------------|---------------|-----------------------------|----------|-------------------|
| ЕЭС91/441, Стадия 1     | Омологация                 | от 1.7.92   |               | 0.97                        | 2.72     | 0.14              |
|                         | Первоначальная регистрация | от 31.12.92 |               | 1.13                        | 3.16     | 0.18              |
| ЕЭС94/12, Стадия 2      | Омологация                 | от 1.01.96  | IDI           | 0.7                         | 1.0      | 0.08              |
|                         | Первоначальная регистрация | от 1.01.97  | DI            | 0.9                         | 1,0      | 0,10              |
| Перспектива D, Стадия 3 |                            | Около 2000  | IDI           | 0.5                         | 0.5      | 0.04              |
|                         |                            |             | DI            | -                           | -        | -                 |

**Нормы токсичности для легковых автомобилей (полная масса <2.5т). Ездовой цикл: модернизированный европейский цикл ЕЭС R15 и ЕС (Директивы).**

| Ездовой цикл           | Многоступенчатый 10.15. Максимальное/среднее значение |                        |                        |          |                   | 3-ступенчатые испытания |
|------------------------|---|------------------------|------------------------|----------|-------------------|-------------------------|
| Срок введения          | Полная масса автомобиля, кг                           | CH <sub>4</sub> , г/км | NO <sub>x</sub> , г/км | CO, г/км | Тв. частицы, г/км | Дымность, %             |
| Существующие нормы     | ≤ 1265  | 0.62/0.4               | 0.72/0.5               | 2.7/2.1  | 0.2               | 40                      |
|                        | > 1265  | 0.62/0.4               | 0.84/0.6               | 2.7/2.1  | 0.2               | 40                      |
| Планируемые на 2000 г. | -   | -                      | 0.4                    | -        | 0.08              | 25                      |

**Нормы токсичности отработавших газов для легковых автомобилей с числом сидений 10 или менее. Ездовой цикл: Многоступенчатый 10.15, 3 – режим испытания дымности.**

выбросом твердых частиц при динамических испытаниях. При этой процедуре отработавшие газы разбавляются отфильтрованным окружающим воздухом и отбираются посредством ротационного насоса во время стандартизованного цикла испытаний. Разбавление отработавших газов воздухом устраняет вероятность конденсации в них влаги и одновременно удерживает их температуру на уровне, требуемом для измерения содержания твердых частиц (52°C).

Одна проба пропускается через специальный бумажный фильтрующий элемент, где осуществляется определение уровня выброса твердых частиц за счет измерения увеличения массы пробы.

Вторая нагретая проба газа направляется в пламенно-ионизационный детектор, в котором производится непрерывный контроль за концентрацией углеводородов. Третья проба отправляется в сборник отработавших газов. После окончания цикла испытаний его содержимое направляется в газоанализатор, где производятся замеры концентраций CO, CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>. Расчеты для определения уровней выбросов различных компонентов отработавших газов базируются на данных об объеме смеси газов и концентрации отдельных их компонентов.

В США для проверки легковых и грузовых автомобилей на токсичность отработавших газов применяются одни и те же методы и газоанализаторы. Отработавшие газы обычно разбавляются дважды, что дает возможность пропускать большие объемы газа через трубопроводы приемлемого размера. В европейском цикле испытаний также применяется разбавление части газового потока воздухом при замерах содержания твердых частиц в отработавших газах.

После измерений концентрации твердых частиц проводятся дополнительные проверки непрозрачности этих газов как в стационарных условиях, так и при движении с полной нагрузкой.

**Испытательные циклы и нормы токсичности в Европе**

**Легковые и малотоннажные грузовые автомобили**

Нормы предельной токсичности отработавших газов, принятые в Европе, базируются на Директивах R15 ЕЭК и 70/220 ЕЭС, а также дополнениях к этим документам.

| Ездовой цикл           | 13-ступенчатый цикл |                           |                           |             |                      | 3-ступенчатый цикл испытаний |
|------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|
| Дата введения          | Тип двигателя       | CH <sub>4</sub> , г/кВт*ч | NO <sub>x</sub> , г/кВт*ч | CO, г/кВт*ч | Тв. частицы, г/кВт*ч | Дымность, %                  |
| 10/1994 г.             | DI                  | 2.9                       | 6.0                       | 7.4         | 0.7                  | 40                           |
|                        | IDI                 | 2.9                       | 5.0                       | 7.4         | 0.7                  | 40                           |
| Планируемая на 1999 г. | -                   | -                         | 4.5                       | -           | 0.25                 | 25                           |

**Нормы токсичности отработавших газов для грузовых автомобилей полной массой более 2,5т. Ездовой цикл: 13- режимный цикл испытаний, 3- режимный цикл испытаний на дымность.**

Существующие нормы для малотоннажных грузовиков (полной массой менее 3,5 т) указаны в Директиве 93/59 ЕС/ЕЭС. Менее строгие нормы применяются для дизелей с непосредственным впрыскиванием топлива.

Предельная токсичность отработавших газов легковых автомобилей (с числом сидений 6 и более массой <2,5 т) регламентируется в Директиве 91/441 ЕС/ЕЭС.

Следующим шагом в ужесточении норм токсичности является Директива 1997 г. ЕС 94/12. Дальнейшее ужесточение предельных норм токсичности планируется осуществить в 2000 г. Используемый ранее ездовой цикл ECE (ЕЭС) R15 был заменен модернизированным европейским ездовым циклом (включающим часть цикла, относящуюся к движению по загородным дорогам со скоростью движения вплоть до 120 км/ч). Предельные нормы дымности, рассмотренные в правилах ЕЭК R24 и ЕЭС 72/306, остаются в силе.

Так называемая "стокгольмская группа" государств (включая Швецию, Швейцарию, Австрию) приняла нормы по предельной токсичности, базирующиеся на нормативах США (1987 г.). Швеция также проявила инициативу в вопросе создания системы штрафов за несоблюдение более строгих норм предельной токсичности.

### Грузовые автомобили

В Европе автомобили полной массой свыше 3,5 т, которые имеют более чем 9 мест для сиденья, проходят 13-режимные испытания, регламентированные правилами ЕЭК R49. Последовательность испытания – это серия из тринадцати различных стационарных рабочих режимов.

Первоначально принятые предельные нормы выбросов газообразных компонентов были ужесточены, и в новые нормативы были включены требования по предельным выбросам твердых частиц в отработавших газах.

Существующие предельные значения выбросов в странах ЕС приведены в нормативах Стадии 1 (EURO I) и Стадии 2 (EURO II) ЕЭС директив ЕЭС 91/542; последние предназначены для автомобилей серийного производства, начиная с октября 1996 г. Дополнительное снижение норм предельной токсичности планируется в 1999 г. Пересмотр испытательного цикла также

предполагается осуществить на Стадии 3 (EURO III).

Тем временем нормы, касающиеся контроля за дымностью отработавших газов дизелей, работающих при полной нагрузке (Директива ЕЭК R24), были оставлены без изменения, хотя имеющее место значительное снижение уровней твердых частиц в отработавших газах делает их не совсем приемлемыми.

### Испытательные циклы и нормы токсичности в Японии

#### Легковые автомобили

Для определения концентраций газообразных токсичных компонентов и твердых частиц в отработавших газах дизелей используется ездовой цикл 10.15. Этот цикл расширен включением в него высокоскоростного режима испытаний (подобного европейским циклам).

#### Грузовые автомобили

Выбросы токсичных компонентов замеряются с использованием нового 13-ступенчатого стационарного цикла испытаний, введенного в Японии и отличающегося от того, что имеет место в 13-режимном европейском испытательном цикле.

### Испытательные циклы и нормы токсичности в США

#### Легковые и малотоннажные грузовые автомобили

Федеральный цикл испытаний (FTP 75) применяется для легковых и малотоннажных грузовых автомобилей полной массой не более 3,9 т. График скорости соответствует ездовому циклу работы автомобиля в условиях города (США). Испытания проводятся с использованием стенда с беговыми барабанами, и измерения осуществляются посредством метода отбора проб постоянного объема.

#### Тяжелые грузовые автомобили

Начиная с 1987 г., тяжелые грузовые автомобили испытываются на моторном стенде с использованием ездового цикла; замеры проводятся в соответствии с методом CVS. Испыта-



| Ездовой цикл: FTP 75 (США): Федеральный цикл для 49-ти штатов, (в том числе в шт. Калифорния) |              |                        |                            |              |                       |  |
|---|--------------|------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|--|
| Модельный год   | CH, г/1.6 км | CH безметана, г/1.6 км | NO <sub>x</sub> , г/1.6 км | CO, г/1.6 км | Тв. частицы, г/1.6 км | Долговечность. МИЛИ (1 МИЛИЯ - 1,6 км) |
| Федеральный цикл, 1987  | 0,41         | -                      | 1,0                        | 3,4          | 0,20                  | 50000                                  |
| Калифорн. цикл, 1969  | 0,46         | -                      | 1,0                        | 8,3          | 0,08                  | 100000                                 |
| Калифорн. цикл, 1993  | -            | 0,31                   | 1,0                        | 4,2          | 0,08                  | 100000                                 |
| Федеральный цикл 1994   | -            | 0,25                   | 1,0                        | 3,4          | 0,08                  | 50000                                  |
| Федеральный цикл 1994   | -            | 0,31                   | 1,25                       | 4,2          | 0,10                  | 100000                                 |

### Предельные значения токсичности легковых автомобилей в США.

тельный цикл выбран с учетом реальных условий движения по автомагистралям.

### Оборудование, используемое для испытаний на токсичность

Испытания дизелей на токсичность осуществляются как в виде дополнительной процедуры, так и во время проведения регулярных техосмотров автомобилей. Для этой цели применяются два стандартизованных метода. По первому методу определенное количество отработавшего газа пропускается через фильтрующий элемент. Степень обесцвечивания фильтра характеризует содержание сажи в отработавших газах.

Абсорбционный метод (испытание на непрозрачность или потемнение газа) основан на определении снижения яркости луча света, пропускаемого через отработавшие газы.

Определение дымности отработавших газов дизелей должно осуществляться под нагрузкой. Здесь наиболее распространены два разных метода проведения испытаний: испытания при полной нагрузке, осуществляемые на испытательной трассе с торможением автомобиля; испытания при свободном ускорении с кратко-

временным нажатием на педаль газа; нагрузка при этом создается возвратно-поступательно перемещающимися и вращающимися массами самого двигателя, работающего в режиме ускорения.

### Дымомер (оптический метод)

Насос прокачивает часть отработавших газов, поступающих из пробоотборного зонда через камеру. Это необходимо для уменьшения влияния колебаний давления отработавших газов на результаты испытаний. Через отработавшие газы, находящиеся в испытательной камере, пропускаются световые лучи. Фотоэлементы регистрируют снижение интенсивности света после прохождения камеры; это снижение соответствует непрозрачности  $T$  (в %) или коэффициенту абсорбции  $k$ . Для получения полных и точных результатов испытательная камера должна иметь определенную длину. Во время испытаний под нагрузкой обеспечивается непрерывный процесс измерений дымности с индикацией получаемых данных. Дымомер автоматически определяет максимальное значение и производит расчет среднего значения для нескольких периодов подачи газа.

| Модельный год | CH, г/л.с.*ч | NO <sub>x</sub> , г/л.с.*ч | CO, г/л.с.*ч | Тв. частицы, г/л.с.*ч | Дымность, % непрозрачности                    |
|---------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------------------|---|
| 1990          | 1.3          | 6.0 I                      | 15.5         | 0.6                   |   |
| 1991...93     | 1.3          | 5.0                        | 15.5         | 0.25                  | A - ускорение: 20%                            |
| 1994...97     | 1.3          | 5.0                        | 15.5         | 0.1                   | B - замедление от режима полной нагрузки: 15% |
| 1998          | 1.3          | 4.0                        | 15.5         | 0.1                   | C - дымность предельная: 50%                  |

### Нормы токсичности отработавших газов дизельных тяжелых грузовых автомобилей полной массой >3.9т

### Дымомер (метод прокачки через фильтр)

Устройство обеспечивает пропуск определенного количества отработавших газов через бумажный фильтрующий элемент. На каждой стадии испытаний осуществляется регистрация объемов анализируемого газа, что позволяет получить полные и сравнимые между собой результаты. Система также позволяет контролировать и компенсировать действие других факторов (давления, температуры и др.). Для

оптико-электронной оценки почернения фильтрующей бумаги применяется светоотражающий фотометр. Результаты представляются в виде показателя сажесодержания Бош или массовой концентрации сажи в газе ( $\text{мг/м}^3$ ).

По материалам автомобильного справочника Bosch.

© Robert Bosch GmbH, 1996

© "За рулем", перевод на русский язык, 1999

3. С целью уменьшения шума лопасти радиатора должны быть направлены в сторону движения воздуха. Расход воздуха должен превышать расход воздуха двигателя. Площадь радиатора должна быть как можно меньше.

### Радиаторы системы охлаждения

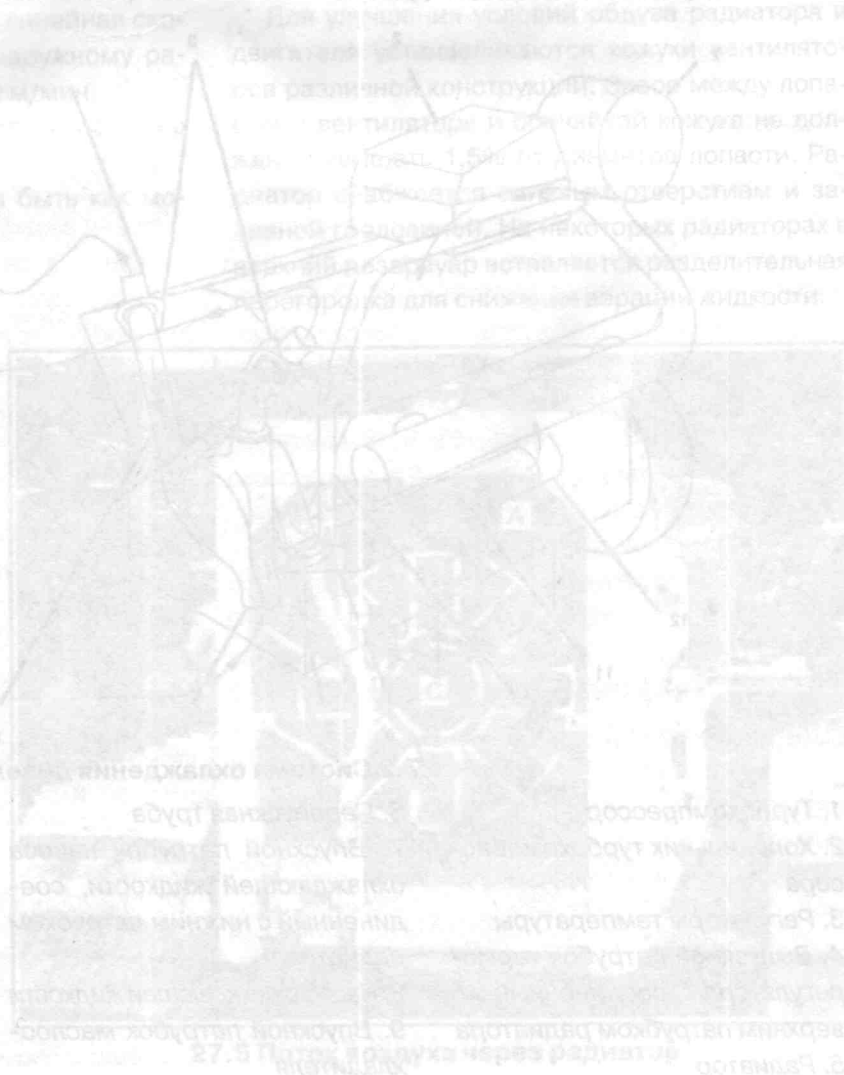
На дизелях устанавливаются радиаторы с вертикальным или горизонтальным потоком жидкости. Радиаторы последнего типа широко применяются на современных дизелях.

Типовые конструкции радиаторов показаны на рисунке 27.3.

Плотность расположения трубок радиатора обычно составляет 1,2-1,5 на 1 см. Чаще, однако, это соответствует ускоренному течению жидкости в трубах, что приводит к образованию воздушных пробок и т.д. При этом радиаторы должны быть расположены в месте, где нет препятствий для движения воздуха.

### 27.4. Назос и манометры для проверки герметичности системы охлаждения

Теплоотдача радиатора (мощность, отдаваемая с одной стороны радиатора) определяется мощностью двигателя и скоростью движения автомобиля. В среднем масса л.с. мощности двигателя равна 10,25 кг. При этом в радиаторе находится 1,12 л.с. (или 1,12 кг). Для проверки герметичности радиатора и двигателя используются насосы и манометры различной конструкции. Различия между лопастями радиатора и насосом не должны превышать 1,5% от диаметра лопасти. Радиатор должен быть закрыт и загерметизирован. На некоторых радиаторах в качестве разделителя используется радиаторная крышка для снижения давления жидкости.



## Глава 27

## Система охлаждения

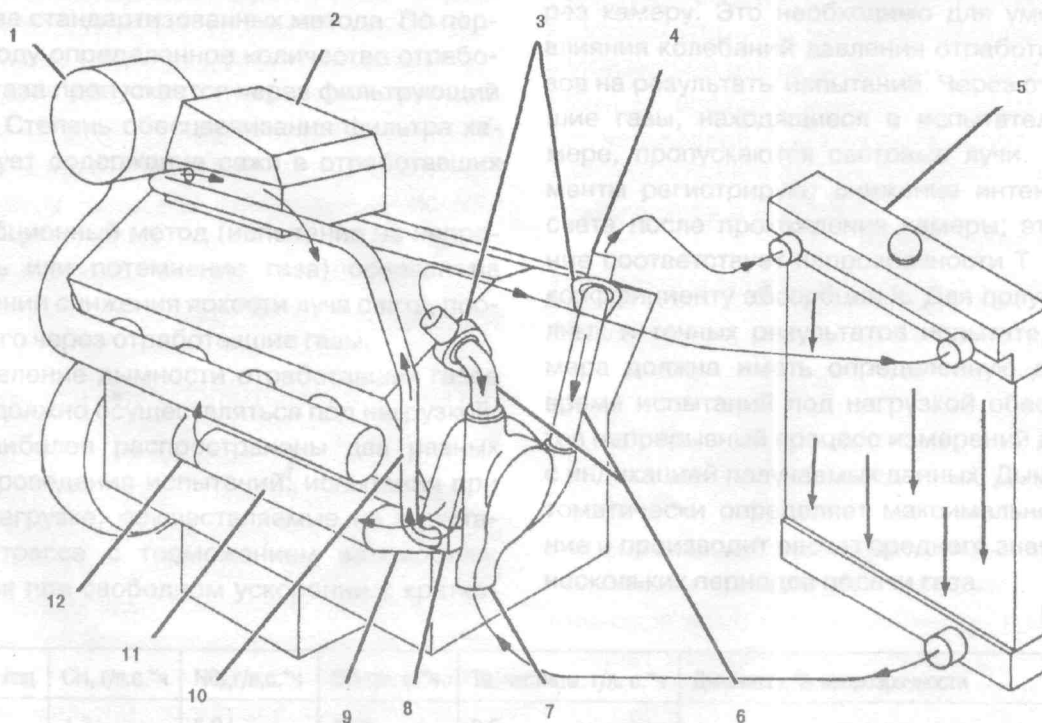


27.1 Диаграмма распределения энергии сгоревшего топлива в дизеле

На рисунке 27.1 показана диаграмма распределения энергии сгоревшего топлива в дизеле. Значительная часть энергии (23%) отводится системой охлаждения.

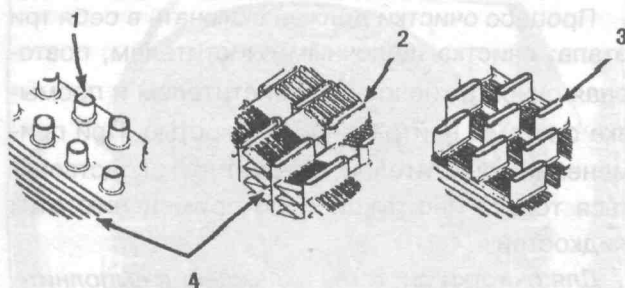
## Состав системы

В состав системы охлаждения входят радиатор, вентилятор, насос охлаждающей жидкости, маслоохладитель, холодильник турбокомпрессора, соединительные трубы и шланги (Рисунок. 27.2). Конкретный состав системы и параметры ее компонентов выбираются изготовите-



27.2 Система охлаждения дизеля

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1. Турбокомпрессор   | 6. Перепускная труба   | 10. Магистраль, соединяющая с холодильником турбокомпрессора |
| 2. Холодильник турбокомпрессора  | 7. Впускной патрубок насоса охлаждающей жидкости, соединенный с нижним патрубком радиатора | 11. Маслоохладитель  |
| 3. Регуляторы температуры  | 8. Насос охлаждающей жидкости  | 12. Выпускной патрубок маслоохладителя                       |
| 4. Выпускной патрубок терморегулятора, соединенный с верхним патрубком радиатора | 9. Впускной патрубок маслоохладителя   |  |
| 5. Радиатор  |  |  |



**27.3 Типовые конструкции радиаторов**

1. Круглые трубки
2. Плоские трубки, расположенные в линию
3. Плоские трубки, расположенные в шахматном порядке

лями дизеля и определяется его мощностью и назначением. Как правило, узлы системы охлаждения должны удовлетворять следующим требованиям.

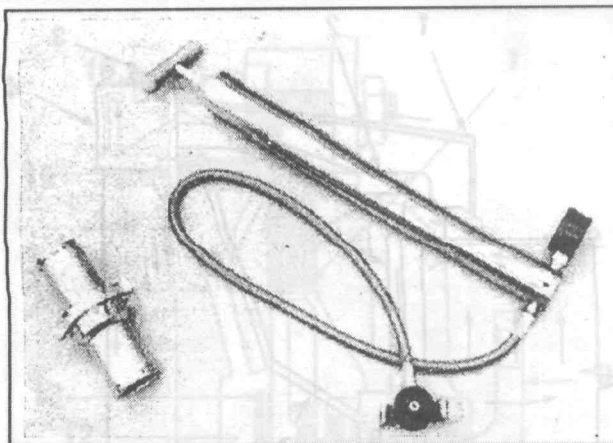
1. Температура охлаждающей жидкости в верхней части радиатора не должна превышать  $93^{\circ}\text{C}$ .
2. Мощность, потребляемая вентилятором, не должна превышать 6% мощности дизеля.
3. С целью уменьшения шумов линейная скорость лопасти вентилятора (по наружному радиусу) не должна превышать 6000 м/мин.
4. Расход воздуха (производительность) не должна превышать 750 л/с.
5. Площадь радиатора должна быть как можно меньшей.

### Радиаторы системы охлаждения

На дизелях устанавливаются радиаторы с вертикальным или горизонтальным потоком жидкости. Радиаторы последнего типа широко применяются на современных дизелях.

Типовые конструкции радиаторов показаны на рисунке 27.3.

Плотность расположения трубок радиатора обычно составляет 1,2-1,5 на 1 кв. см. Если требуется повысить теплоотдачу, то трубки располагают чаще, однако это приводит к ускоренному засорению межреберных пространств грязью, насекомыми и т.д. Кроме того, частое расположение ребер не-

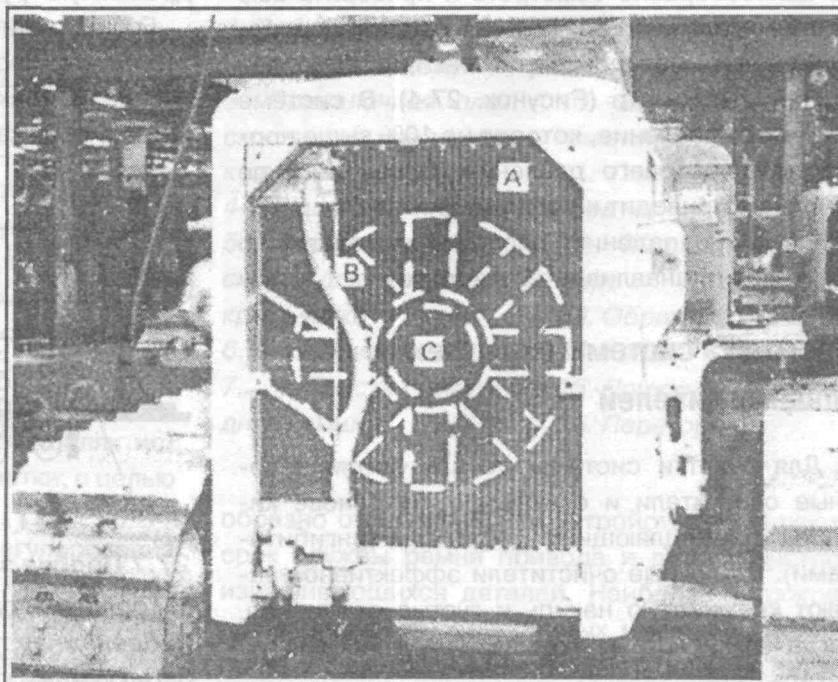


**27.4. Насос и манометр для проверки герметичности системы охлаждения**

эффективно, так как приводит к повышению мощности обдува.

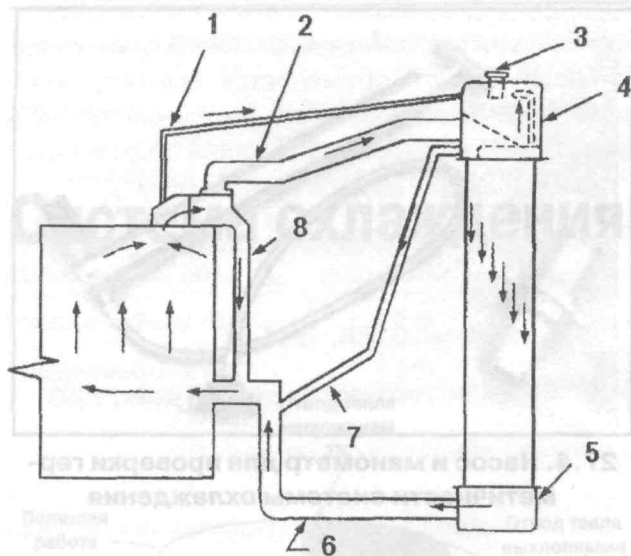
Теплоотдача радиатора (мощность, отводимая с единицы площади) определяется мощностью двигателя и скоростью движения автомобиля. В среднем на 1 л.с. мощности двигателя требуется 19-25 кв. см. площади, а расход воздуха на обдув составляет 470-755 л/с.

Для улучшения условий обдува радиатора и двигателя устанавливаются кожухи вентиляторов различной конструкции. Зазор между лопастями вентилятора и обечайкой кожуха не должен превышать 1,5% от диаметра лопасти. Радиатор снабжается сливным отверстием и заливной горловиной. На некоторых радиаторах в верхний резервуар вставляется разделительная перегородка для снижения аэрации жидкости.



**27.5 Поток воздуха через радиатор**





**27.6 Схема патрубков системы охлаждения**

1. Вентиляционный шланг
2. Патрубок подвода жидкости к радиатору
3. Пробка заливной горловины
4. Верхний резервуар радиатора
5. Нижний резервуар радиатора
6. Сливной патрубок радиатора
7. Обратный трубопровод
8. Перепускной канал

### Проверка и испытания радиатора

Радиатор проверяется визуально, устанавливаются места течи по образованию налета белого цвета, или цвета ржавчины. Если течь не обнаруживается, но уровень жидкости падает, то целесообразно осмотреть и проверить всю систему охлаждения. Наиболее просто это можно сделать методом опрессовки, используя насос и манометр (Рисунок. 27.4). В системе создается давление, которое на 10% выше нормального рабочего давления (более высокое давление приводит к деформации трубок радиатора) и по падению давления и появлению жидкости устанавливается место течи.

### Промывка системы охлаждения мощных дизелей

Для очистки системы используются щелочные очистители и очистители на основе кислоты с замедляющими добавками (ингибиторами). Щелочные очистители эффективно удаляют кремнистую накипь и густые отложения, тогда как кислотные – ржавчину и углеродистую накипь.

Процесс очистки должен включать в себя три этапа: очистка щелочным очистителем, повторная очистка кислотным очистителем и промывка системы нейтральной жидкостью. При применении очистителей следует руководствоваться только инструкцией по применению этих жидкостей.

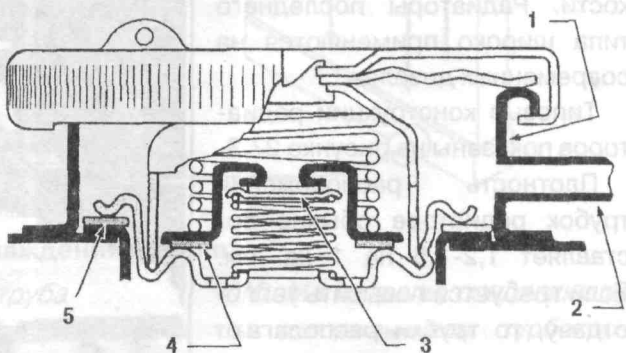
Для очистки системы охлаждения выполните следующее.

1. Удалите отработанную жидкость и промойте систему охлаждения.
2. Снимите термостат.
3. Пережмите перепускной шланг (Рисунок. 27.6).
4. Залейте в систему охлаждения щелочной очиститель, прогрейте двигатель за время, указанное в инструкции.
5. После остывания двигателя слейте щелочной очиститель и промойте систему чистой водой. Залейте кислотный очиститель.
6. Слейте кислотный очиститель и промойте систему чистой водой, после чего промойте систему нейтрализующим раствором.
7. Заправьте систему антифризом.

### Пробка заливной горловины радиатора

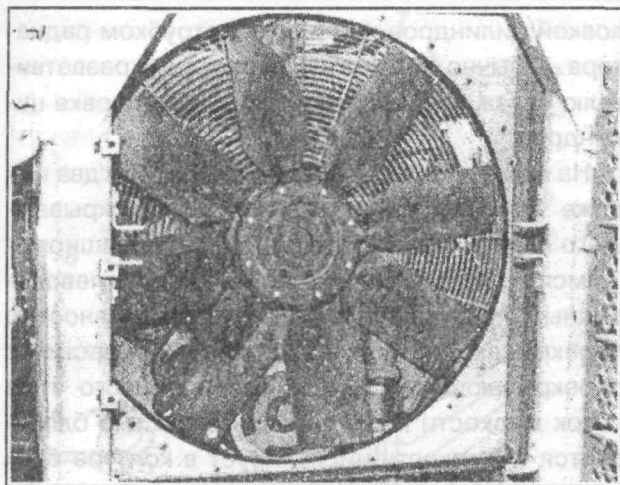
Пробка радиатора обеспечивает поддержание заданного давления в системе охлаждения и уровня жидкости при остывании дизеля. Когда давление в системе становится нарастает давления пружины, жидкость перетекает через дренажную трубку.

Если пружина предохранительного клапана теряет упругость, или выходит из строя уплотнение, то точка кипения жидкости понижается, так как понижается давление в системе. Точка



**27.7 Пробка заливной горловины радиатора**

1. Горловина радиатора
2. Дренажная трубка
3. Вакуумный клапан
4. Предохранительный клапан



27.8 Вентилятор обдува радиатора

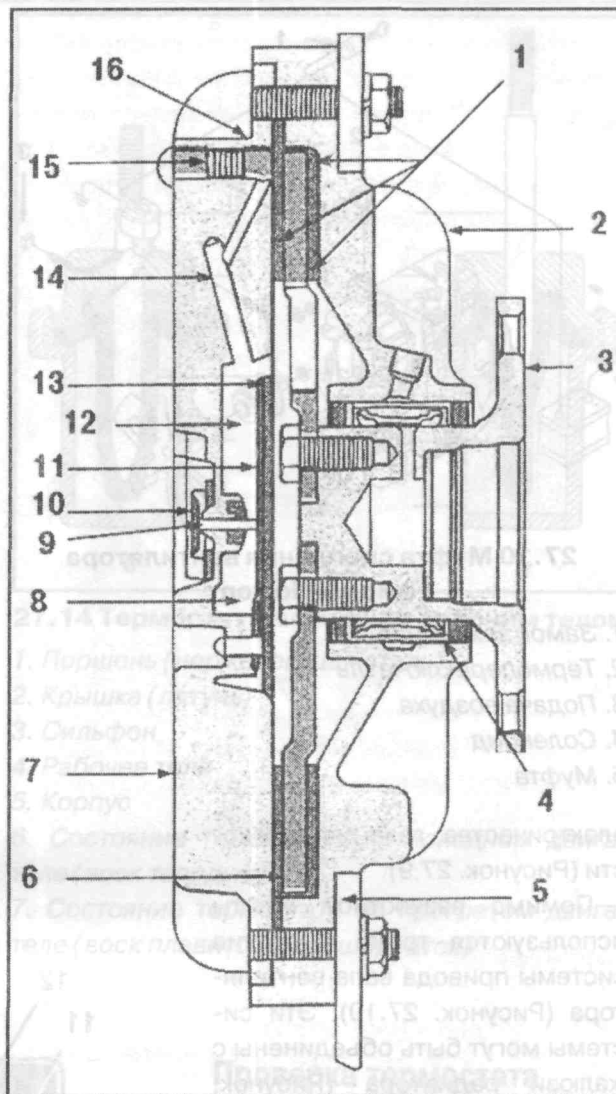
кипения повышается на  $1,66^{\circ}\text{C}$  на каждые 7 кПа. повышения давления выше атмосферного. Давление в системе охлаждения в среднем составляет 172 кПа. Это обстоятельство расширяет рабочий температурный диапазон дизеля до  $140^{\circ}\text{C}$ . Точка кипения повышается с ростом концентрации антифриза в системе охлаждения. Например, при 40%-концентрации антифриза точка кипения жидкости  $109^{\circ}\text{C}$ . Если давление срабатывания клапан пробки 172 кПа, то точка кипения достигнет  $147,7^{\circ}\text{C}$ .

Пробка проверяется специальным тестером. Давление срабатывания клапана пробки не должно отклоняться от нормативного больше чем на 7 кПа.

### Вентиляторы системы охлаждения и устройства автоматического регулирования скорости вращения вентилятора

Вентилятор предназначен для обдува радиатора и направления потока воздуха на двигатель. На быстроходных автомобилях устанавливаются отсасывающие вентиляторы, так как поток воздуха при движении автомобиля способствует охлаждению радиатора. Основным нагруженным элементом вентилятора является крыльчатка. На современных автомобилях используются пластмассовые крыльчатки, с целью снижения веса вентилятора.

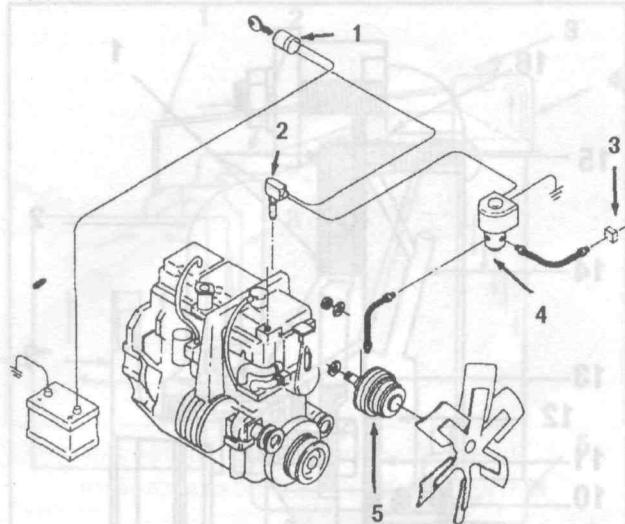
Устройства автоматического регулирования скорости вращения вентилятора обеспечивают регулировку его оборотов при различных тепловых режимах двигателя (например, для быстрого прогрева двигателя вентилятор целесо-



27.9 Вязкостная муфта привод вала вентилятора

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Рабочая область                                 | 8. Пружина клапана            |
| 2. Ребристый кожух                                 | 9. Поршень                    |
| 3. Привалочная плоскость для крепления к двигателю | 10. Биметаллическая пластинка |
| 4. Подшипник                                       | 11. Пластина сепаратора       |
| 5. Привалочная плоскость для крепления крыльчатки  | 12. Жидкостная камера         |
| 6. Диск привода                                    | 13. Обратный канал            |
| 7. Ребристая передняя крышка                       | 14. Канал                     |
|  | 15. Пружина                   |
|  | 16. Перегородка               |

образно отключить). Эти устройства повышают срок службы ремня привода и других быстро изнашивающихся деталей. Наиболее широкое применение на современных мощных дизелях получили вязкостные муфты. Это цельный автономный агрегат, который не требует подвода



**27.10 Муфта сцепления вентилятора  
фирмы Horton**

1. Замок зажигания
2. Термопереключатель
3. Подача воздуха
4. Соленоид
5. Муфта

электричества, газа или жидкости (Рисунок. 27.9).

Помимо вязкостной муфты используются также и другие системы привода вала вентилятора (Рисунок. 27.10). Эти системы могут быть объединены с жалюзи радиатора (Рисунок. 27.11).

### Система жалюзи радиатора

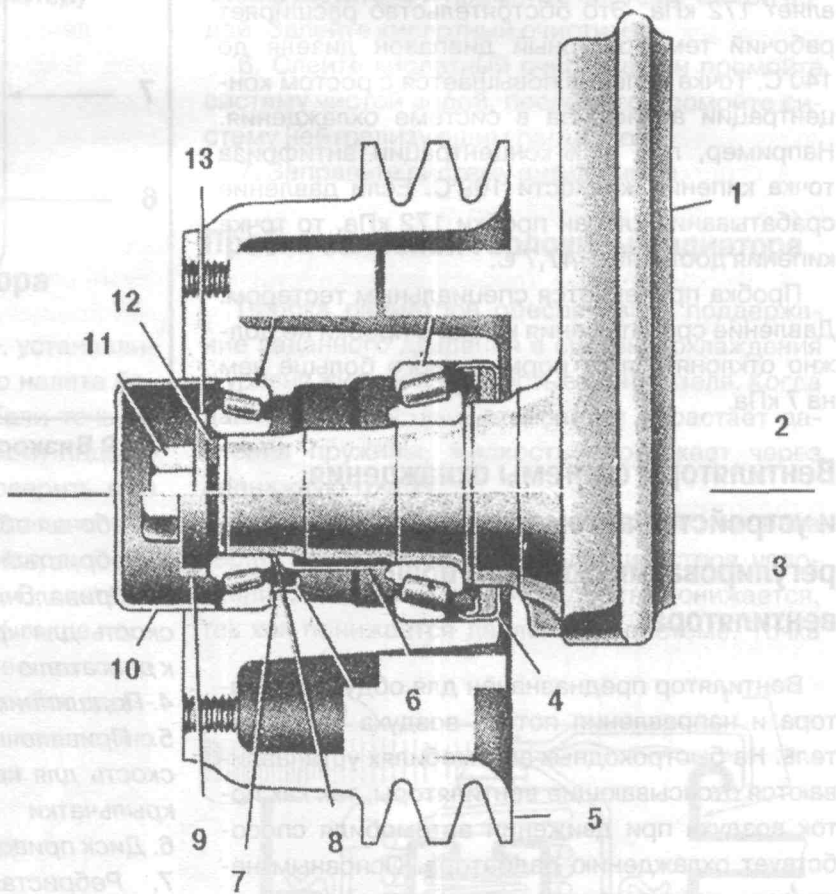
Жалюзи предназначены для регулирования потока воздуха через радиатор и стабилизации температуры дизеля (Рисунок. 27.12). В открытом состоянии жалюзи удерживаются пружиной, а закрываются с помощью гидроцилиндра. Привод срабатывает от термостата, который представляет собой термочувствительный клапан.

### Термостат системы охлаждения

Термостат введен в контур системы охлаждения между го-

ловкой цилиндров и верхним патрубком радиатора. Обычно термостат крепится к разветвлению охлаждающей жидкости или к головке цилиндров.

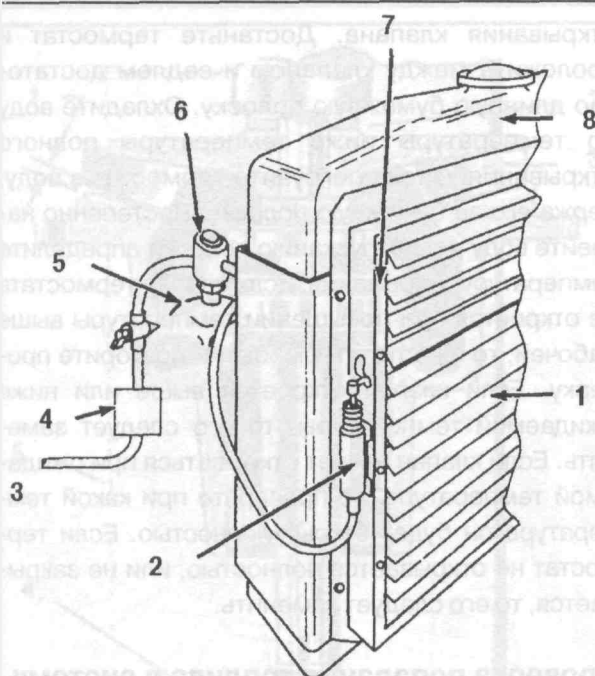
На мощных дизелях устанавливаются два или даже четыре термостата. Шток перекрывающего клапана термостата соединен с расширяющимся рабочим телом (восковым или углеводородным). Применяются термостаты полностью перекрывающие поток жидкости, или частично перекрывающие. В термостате первого типа поток жидкости на радиатор полностью блокируется и жидкость циркулирует в контуре блок цилиндров- головка цилиндров – термостат – насос охлаждающей жидкости. По мере прогрева двигателя клапан термостата приоткрывается и жидкость начинает поступать в радиатор.



**27.11 Ступица вала вентилятора**

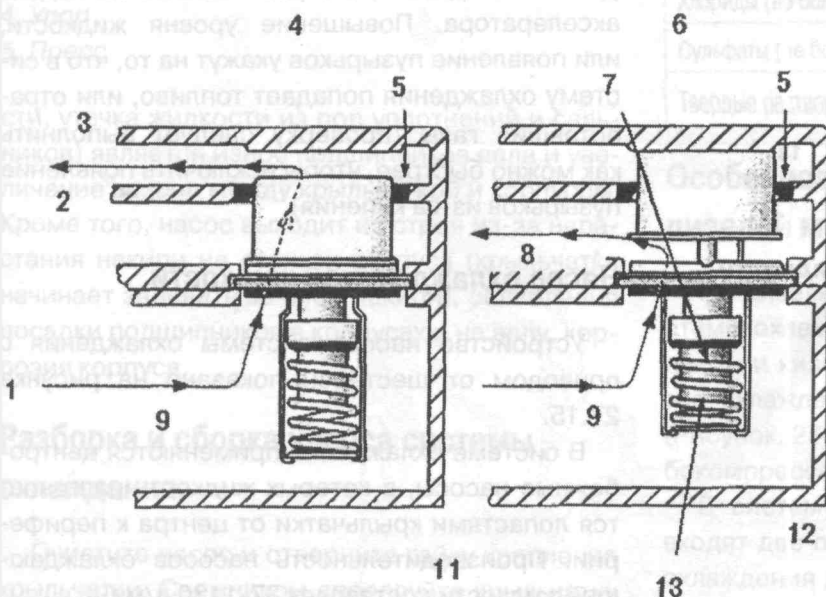
- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. Цапфа вентилятора и кронштейн | 7. В новой конструкции добавлена фланска |
| 2. Старая конструкция            | 8. Пакет регулировочных шайб             |
| 3. Новая конструкция             | 9. Шайба                                 |
| 4. Сальник                       | 10. Колпак ступицы                       |
| 5. Ступица (шків)                | 11. Болт                                 |
| 6. Маслоотражатель               | 12. Пакет регулировочных шайб            |
|                                  | 13. Шайбы                                |





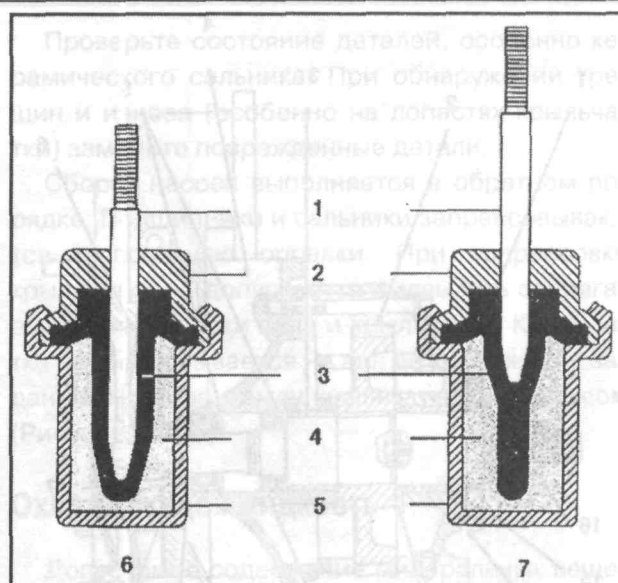
**27.12 Система жалюзи радиатора**

1. Жалюзи
2. Гидроцилиндр привода
3. От питательного бачка
4. Воздушный фильтр
5. Разветвитель охлаждающей жидкости
6. Термостат привода жалюзи
7. Ось
8. Радиатор



**27.13 Термостат с углеводородным рабочим телом**

1. От головки цилиндров
2. Перепускной канал
3. К насосу охлаждающей жидкости
4. Состояние термостата на холодном двигателе
5. Уплотнение
6. Состояние термостата на прогретом двигателе
7. Пружина
8. К радиатору
9. Вход жидкости
10. Выход жидкости



**27.14 Термостат с восковым рабочим телом**

1. Поршень (нержавеющая сталь)
2. Крышка (латунь)
3. Сильфон
4. Рабочее тело
5. Корпус
6. Состояние термостата на холодном двигателе (воск твердый)
7. Состояние термостата на прогретом двигателе (воск плавится и расширяется)

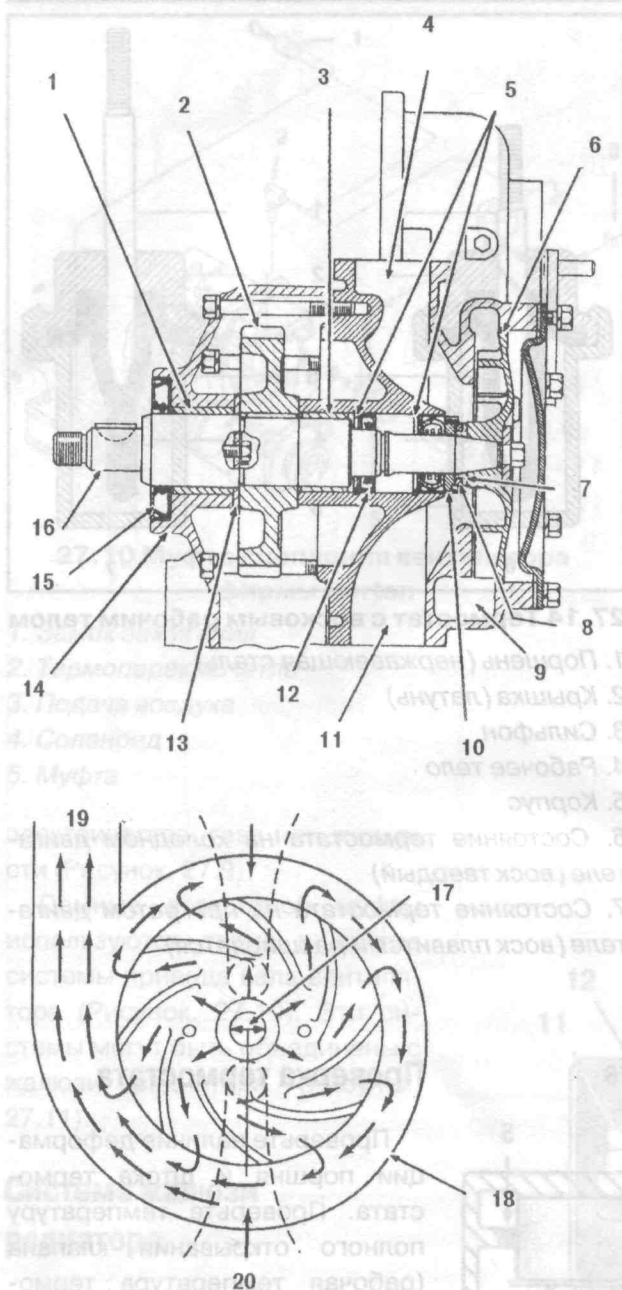
### Проверка термостата

Проверьте наличие деформации поршня и штока термостата. Проверьте температуру полного открывания клапана (рабочая температура термостата в градусах по Фаренгейту указана на корпусе трехзначными числами). Шток поршня должен выдвинуться полностью при температуре на  $8^{\circ}\text{C}$  превышающей рабочую температуру.

**Внимание!** Если имеются подозрения, что ненормальная работа системы охлаждения связана с неисправностью термостата, то термостат не очищайте до его проверки.

Для проверки температуры открывания погрузите термостат в сосуд с водой (проследите, чтобы термостат не касался стенок) и нагрейте воду до





27.15 Насос охлаждающей жидкости

- 1,3. Втулка
2. Ведущая шестерня привода
- 4,11. Вход жидкости
5. Стопорные кольца
6. Крыльчатка
- 7,15. Сальник
8. Кольцо
9. Выход жидкости
- 10,12. Сальник
13. Упорный подшипник
14. Передняя крышка
16. Вал
17. Область низкого давления
18. Корпус
19. Выход
20. Вход

открывания клапана. Достаньте термостат и проложите между клапаном и седлом достаточно длинную бумажную полоску. Охладите воду до температуры ниже температуры полного открывания. Снова погрузите термостат в воду, держа его за бумажную полоску. Постепенно нагрейте воду и по отпусканию полоски определите температуру открывания. Если клапан термостата не откроется при повышении температуры выше рабочей, то очистите термостат и повторите проверку. Если клапан откроется выше или ниже ожидаемой температуры, то его следует заменить. Если клапан начнет открываться при ожидаемой температуре, то проверьте при какой температуре он будет открыт полностью. Если термостат не открывается полностью, или не закрывается, то его следует заменить.

### Проверка попадания топлива в систему охлаждения

Прогрейте двигатель до 82°C, затем слейте жидкость до уровня, чтобы можно было отсоединить от радиатора верхний шланг и термостат, снимите термостат, шланг и ремни привода.

Залейте жидкость до горловины корпуса термостата, запустите двигатель и, наблюдая за уровнем жидкости, 5-6 раз нажмите на педаль акселератора. Повышение уровня жидкости, или появление пузырьков укажут на то, что в систему охлаждения попадает топливо, или отработавшие газы (проверку следует выполнить как можно быстрее, чтобы исключить появление пузырьков из-за кипения).

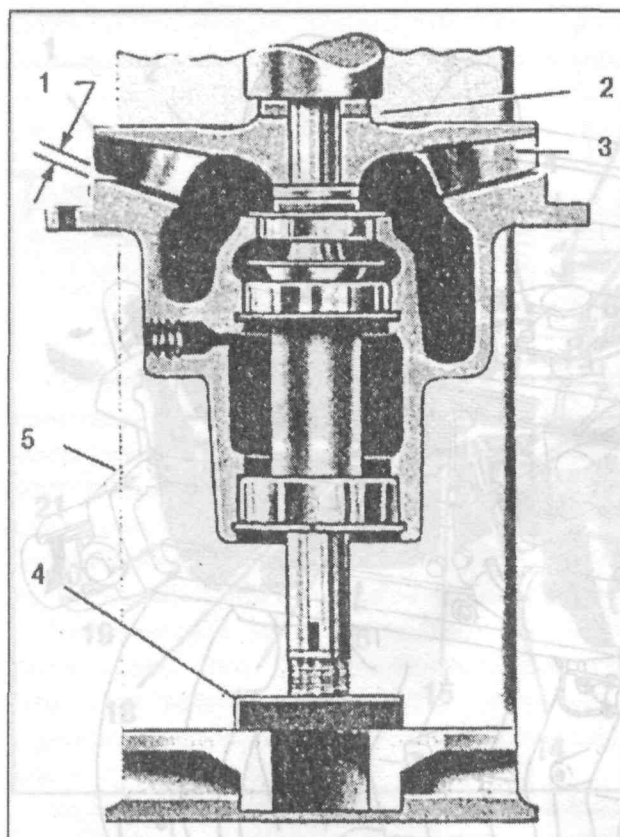
### Насос охлаждающей жидкости

Устройство насоса системы охлаждения с приводом от шестерен показано на рисунке 27.15.

В системе охлаждения применяются центробежные насосы, в которых жидкость разгоняется лопастями крыльчатки от центра к периферии. Производительность насосов охлаждающей жидкости составляет 37-1130 л/мин.

### Причины выхода из строя насосов системы охлаждения

Основной причиной неисправности насоса системы охлаждения (потеря производительности)



**27.16 Напрессовка крыльчатки на вал насоса и необходимые зазоры**

1. Зазор 0,381 мм
2. Дистанционная прокладка
3. Крыльчатка
4. Упор
5. Пресс

сти, утечка жидкости из под уплотнений и сальников) является износ подшипников вала и увеличение зазора между крыльчаткой и корпусом. Кроме того, насос выходит из строя из-за нарастания накипи на стенках корпуса (крыльчатка начинает задевать за слой накипи), ослабления посадки подшипников в корпусах и на валу, коррозия корпуса.

### Разборка и сборка насоса системы охлаждения

Очистите насос и отверните гайку крепления крыльчатки. Съемником спрессуйте крыльчатку с вала. Ударным съемником удалите сальник и достаньте кольцо подшипника. Выпрессуйте вал с подшипником из корпуса со стороны крыльчатки. Удалите задний сальник. Если вал насоса в удовлетворительном состоянии, то спрессуйте с него оба подшипника.

Проверьте состояние деталей, особенно керамического сальника. При обнаружении трещин и износа (особенно на лопастях крыльчатки) замените поврежденные детали.

Сборка насоса выполняется в обратном порядке. Подшипники и сальники запрессовываются с помощью оправки. При запрессовке крыльчатки не допускается смазывать сопрягаемые поверхности вала и крыльчатки. Крыльчатка напрессовывается на вал до достижения заданного зазора между крыльчаткой и корпусом (Рисунок. 27.16).

### Охлаждающая жидкость

Допустимое содержание минеральных веществ в воде, пригодной для охлаждающей жидкости, указано в таблице 27.1. В качестве охлаждающей жидкости в дизелях применяется водный раствор этилен гликоля в соотношении 1:1 по объему с антикоррозионными присадками. Концентрация этилен гликоля не должна быть ниже 30%, в противном случае снижается эффективность антикоррозионных присадок.

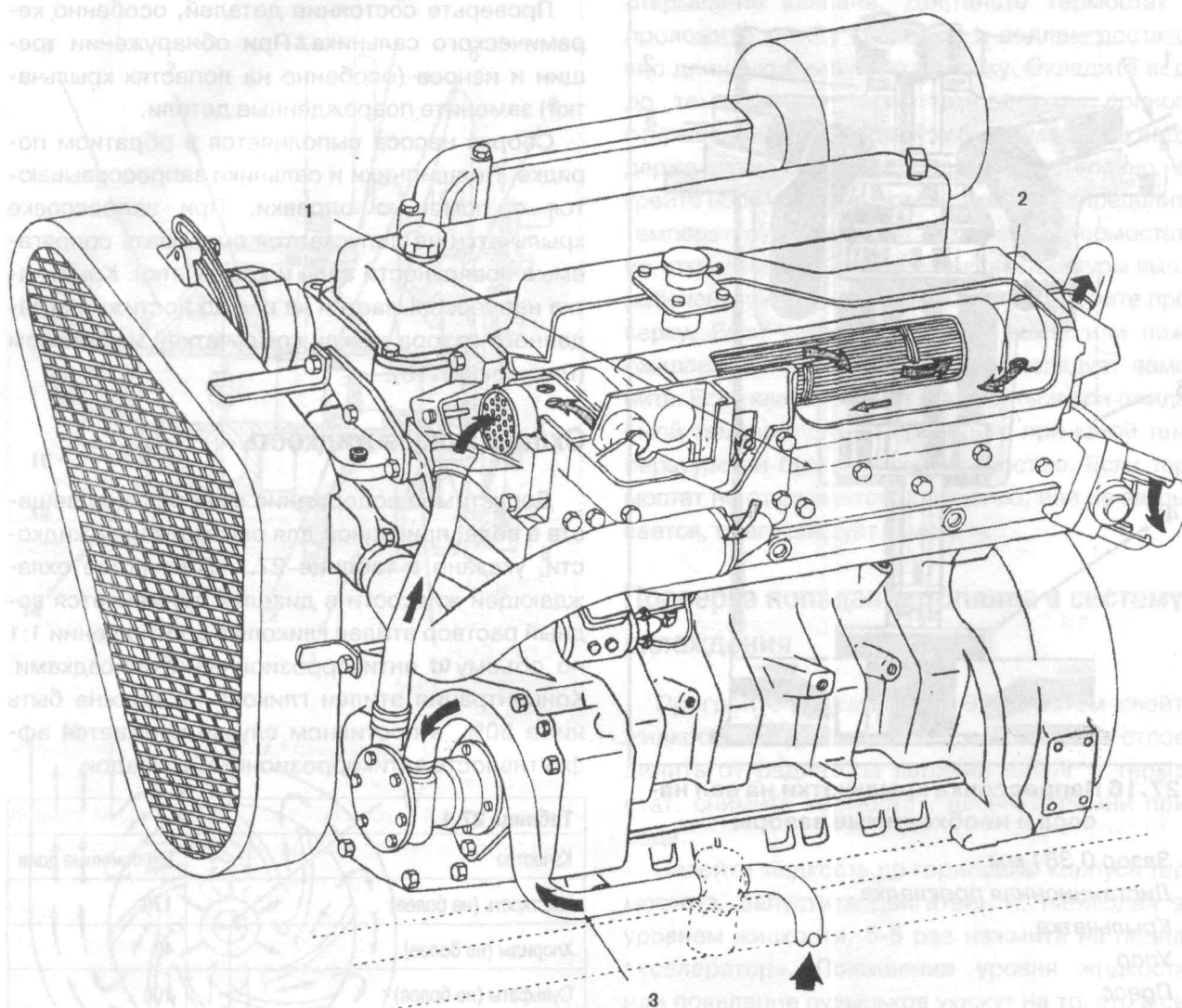
**Таблица 27.1**

| Качество                                 | Миллионные доли |
|--|-----------------|
| Жесткость (не более)                     | 170             |
| Хлориды (не более)                       | 40              |
| Сульфаты (не более)                      | 100             |
| Твердые растворенные вещества (не более) | 340             |

### Особенности системы охлаждения дизелей морских судов

На дизелях морских судов применяются системы охлаждения двух типов, – с теплообменником и килевая. В обеих системах используется охлаждаемый водой выпускной коллектор (Рисунок. 27.17), а также водоохлаждаемый турбокомпрессор (Рисунок. 27.18).

В систему охлаждения с теплообменником входят две подсистемы – собственная система охлаждения дизеля и система охлаждения морской водой. В первую подсистему входят водоохлаждаемый выпускной коллектор, насос, часть теплообменника и расширительный бачок. В состав второй подсистемы входят водяной насос и остальная часть теплообменника. Водяной насос имеет привод от двигателя (Рисунок. 27.19).

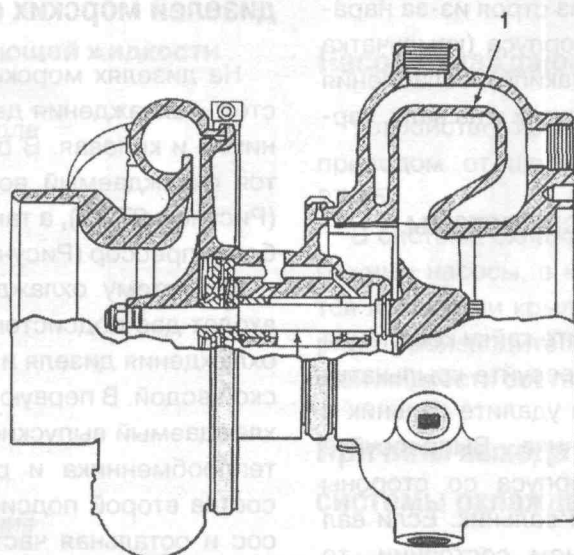


**27.17 Система охлаждения дизеля морского судна**

1. Выпускной коллектор

2. Поток антифриза

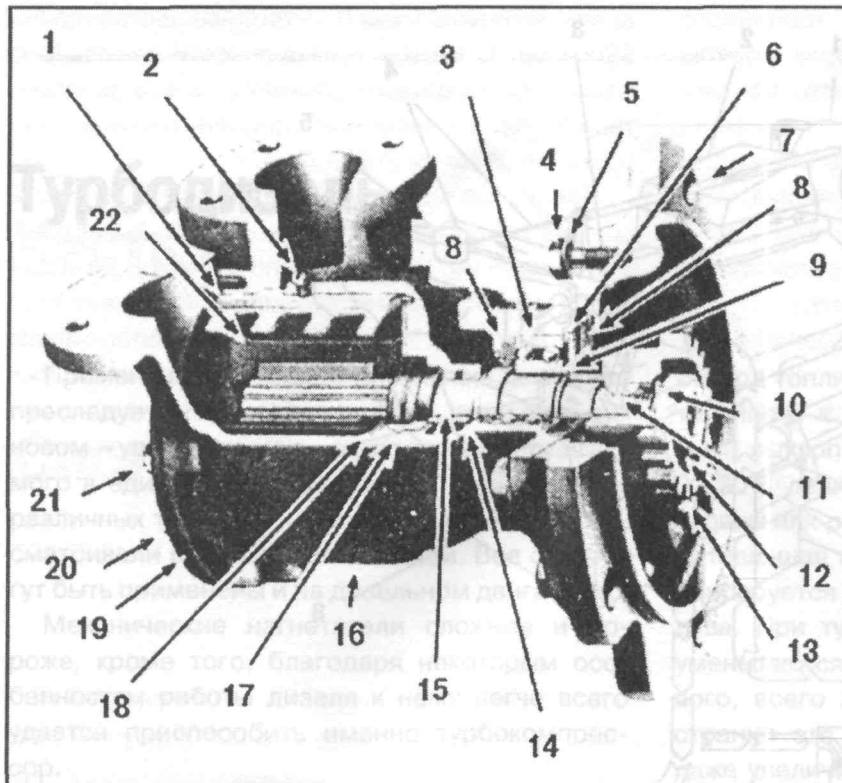
3. Подача морской воды



**27.18 Водоохлаждаемый турбокомпрессор дизеля морского судна**

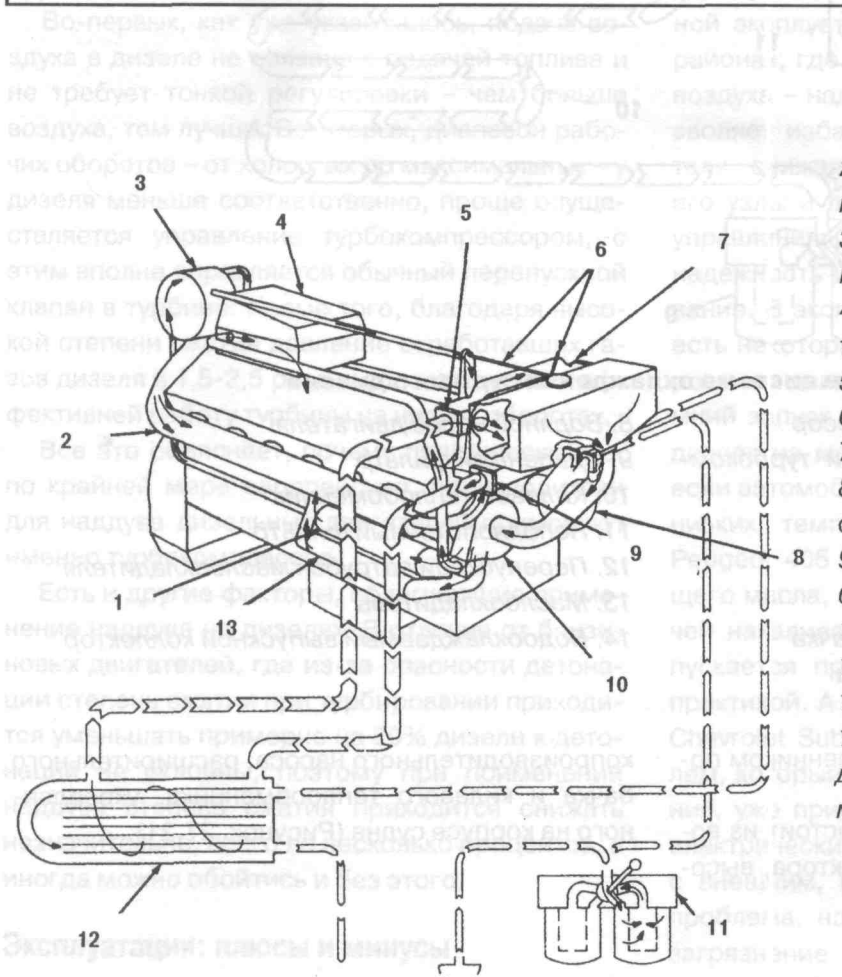
1. Рубашка охлаждения турбокомпрессора





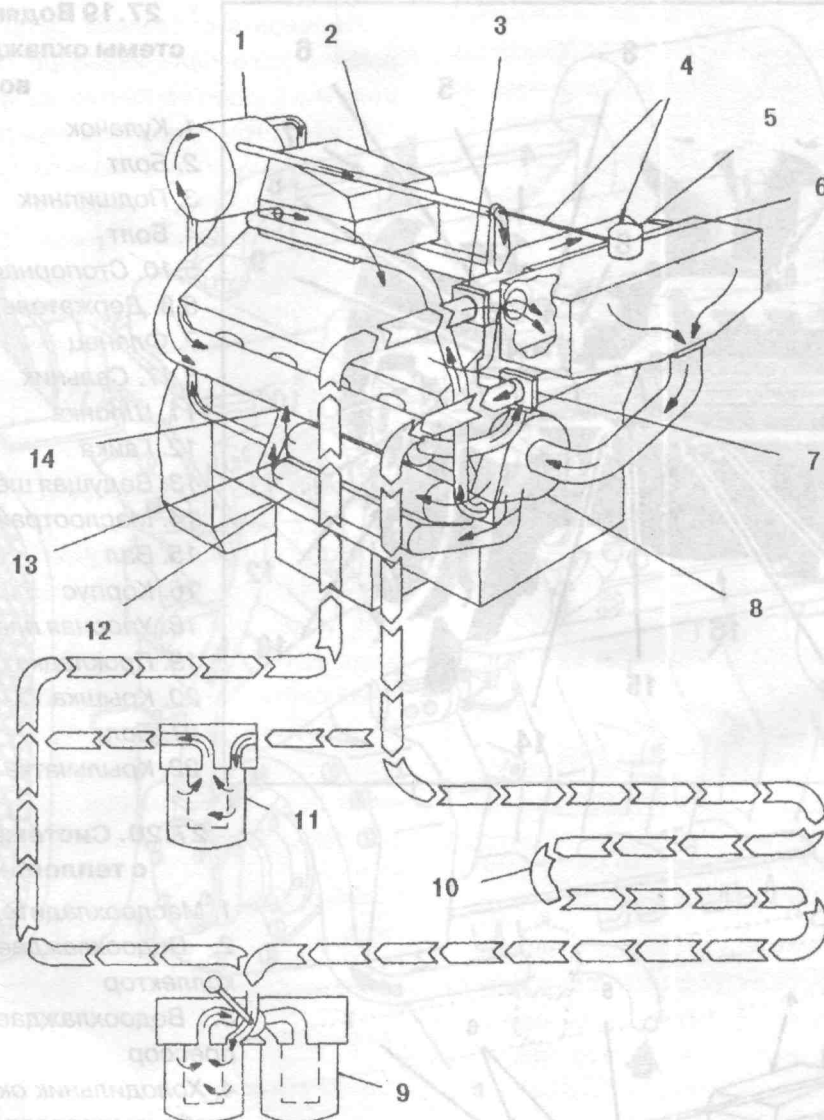
**27.19 Водяной насос системы охлаждения морской водой**

1. Кулачок
2. Болт
3. Подшипник
4. Болт
- 5, 10. Стопорная шайба
- 6, 9. Держатель
7. Фланец
- 8, 17. Сальник
11. Шпонка
12. Гайка
13. Ведущая шестерня
14. Маслоотражатель
15. Вал
16. Корпус
18. Упорная пластина
19. Прокладка
20. Крышка
21. Болт
22. Крыльчатка



**27.20. Система охлаждения с теплообменником**

1. Маслоохладитель двигателя
2. Водоохлаждаемый выпускной коллектор
3. Водоохлаждаемый турбокомпрессор
4. Холодильник оконечной ступени турбокомпрессора
5. Соединение впускного патрубка
6. Вентиляционные патрубки
7. Терморегулятор
8. Вспомогательный водяной насос
9. Соединение выпускного патрубка
10. Водяной насос двигателя
11. Сдвоенный фильтр
12. Теплообменник
13. Перепускной канал маслоохладителя или охладитель механизмов судна



**27.21 Килевая система охлаждения судового дизеля**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Водоохлаждаемый турбокомпрессор                | 8. Водяной насос двигателя               |
| 2. Холодильник оконечной ступени турбокомпрессора | 9. Сдвоенный фильтр                      |
| 3. Соединение впускного патрубка                  | 10. Килевой теплообменник                |
| 4. Вентиляционные патрубки                        | 11. Неполнопоточный фильтр               |
| 5. Терморегулятор                                 | 12. Перепускной патрубок маслоохладителя |
| 6. Соединение вспомогательного бачка              | 13. Маслоохладитель                      |
| 7. Соединение выпускного патрубка                 | 14. Водоохлаждаемый выпускной коллектор  |

Система охлаждения с теплообменником показана на рисунке 27.20.

Килевая система автономная, состоит из водоохлаждаемого выпускного коллектора, высоко-

производительного насоса, расширительного бачка и килевого теплообменника, укрепленного на корпусе судна (Рисунок. 27.21).

**27.18 Водоохлаждаемый турбокомпрессор дизели морского судна**

1. Рубашка охлаждения турбокомпрессора

## Глава 28

## Турбодизель

Применение наддува в дизельном двигателе преследует ту же основную цель, что и в бензиновом – увеличить количество топлива, сжигаемого в единицу времени. Устройство и работу различных типов нагнетателей воздуха мы рассматривали в первой части статьи. Все они могут быть применены и на дизельном двигателе.

Механические нагнетатели сложнее и дороже, кроме того, благодаря некоторым особенностям работы дизеля к нему легче всего удается приспособить именно турбокомпрессор.

Во-первых, как уже указывалось, подача воздуха в дизеле не связана с подачей топлива и не требует тонкой регулировки – чем больше воздуха, тем лучше. Во-вторых, диапазон рабочих оборотов – от холостых до максимальных – у дизеля меньше соответственно, проще осуществляется управление турбокомпрессором, с этим вполне справляется обычный перепускной клапан в турбине. Кроме того, благодаря высокой степени сжатия давление отработавших газов дизеля в 1,5-2,5 раза выше – это делает эффективней работу турбины на низких оборотах.

Все это объясняет, почему практически все, по крайней мере европейские, производители для наддува дизельных двигателей применяют именно турбокомпрессор.

Есть и другие факторы, облегчающие применение наддува на дизелях. В отличие от бензиновых двигателей, где из-за опасности детонации степень сжатия при турбировании приходится уменьшать примерно на 20% дизели к детонации не склонны, поэтому при применении наддува степень сжатия приходится снижать незначительно, всего на несколько процентов, а иногда можно обойтись и без этого.

## Эксплуатация: плюсы и минусы

К числу несомненных достоинств дизельных двигателей, как атмосферных, так и турбированных, относятся меньший, чем в бензиновых,

расход топлива (примерно на 30%), нетребовательность к качеству топлива и менее токсичный выхлоп. Дизельное топливо к тому же на 20-30% дешевле, хотя это сильно зависит от страны или региона.

Меньшая мощность дизелей с успехом компенсируется как мы видели, применением наддува. При турбировании ресурс, естественно, уменьшается, но не так сильно, как у бензинового, всего лишь на 10-20%. Иногда, как бы странно это ни звучало, турбирование может даже увеличить ресурс, например, при постоянной эксплуатации автомобиля в высокогорных районах, где атмосферному дизелю не хватает воздуха – наддув оптимизирует сгорание и позволяет избавиться от жесткой работы двигателя, снижая тем самым ударные нагрузки на его узлы и детали. Благодаря простоте схемы управления турбокомпрессором повышается надежность и снижаются расходы на обслуживание. В эксплуатации дизельных автомобилей есть некоторые особенности – неважно, турбирован их двигатель или нет. Главная из них – зимний запуск. По традиции многие считают, что дизель на морозе не запустишь. Это не так – если автомобиль рассчитан на эксплуатацию при низких температурах. Двигатель, например, Peugeot 405 при использовании соответствующего масла, зимней солянки и встроенных свечей накаливания для подогрева зоны впрыска пускается при температуре -32°C – доказано практикой. А вот в инструкции по эксплуатации Chevrolet Suburban с 6,5-литровым турбодизелем, который тоже оснащен свечами накаливания, уже при -18°C предлагается пользоваться электрическим нагревателем блока цилиндров с внешним, из розетки, питанием. Еще одна проблема, на которую иногда жалуются – это загрязнение форсунок от плохой солянки. Но эта же проблема возникает и в бензиновых двигателях с системами впрыска топлива. Решить ее позволяет периодическая, строго по ин-

струкции или даже чаще, замена топливного фильтра. Заодно это продлит и срок службы плунжерных пар. И наконец, стоимость. Как уже говорилось, дизель дороже. Но по сравнению со стоимостью самого двигателя стоимость турбокомпрессора относительно невелика, поэтому турбирование дизеля, значительно улучшая потребительские качества автомобиля, лишь ненамного увеличивает его цену.

Сравнение показывает, что турбодизельный вариант ни в чем не уступает бензиновому. Действительно, турбодизельная версия стоит дороже на \$1000. Но подсчитано, что на ее эксплуатации, например, в Германии в год при пробеге 20 тыс. км экономится DM900. Для нас го-

довая экономия только на топливе составила бы \$200-250. С учетом долговечности дизельного двигателя и меньших расходов на его эксплуатацию первоначальные дополнительные затраты окупятся за 2-3 года.

Некоторые могут возразить, что через такой срок автомобиль уже пора менять. Наверное, это правильно. Но не всем по карману. Да и покупать дизельный или турбодизельный автомобиль будут не любители острой спортивной езды, у которых машина все равно долго не живет, а те, кто предпочитает экономичность и надежность, пусть даже и несколько медлительную.

Вопрос о том, насколько выгодно турбирование дизеля, можно решить, сравнив стоимость турбодизельного двигателя с бензиновым. В среднем турбодизельный двигатель стоит на 10-15% дороже бензинового. Однако, если учесть, что бензиновый двигатель имеет более высокие требования к качеству топлива, то разница в стоимости может быть еще больше. Кроме того, турбодизельный двигатель имеет более высокие требования к качеству масла, что также увеличивает его стоимость. В целом, турбодизельный двигатель стоит на 20-30% дороже бензинового. Однако, если учесть, что бензиновый двигатель имеет более высокие требования к качеству топлива, то разница в стоимости может быть еще больше. Кроме того, турбодизельный двигатель имеет более высокие требования к качеству масла, что также увеличивает его стоимость. В целом, турбодизельный двигатель стоит на 20-30% дороже бензинового.

Вопрос о том, насколько выгодно турбирование дизеля, можно решить, сравнив стоимость турбодизельного двигателя с бензиновым. В среднем турбодизельный двигатель стоит на 10-15% дороже бензинового. Однако, если учесть, что бензиновый двигатель имеет более высокие требования к качеству топлива, то разница в стоимости может быть еще больше. Кроме того, турбодизельный двигатель имеет более высокие требования к качеству масла, что также увеличивает его стоимость. В целом, турбодизельный двигатель стоит на 20-30% дороже бензинового.

## Часть 4

# Система впрыска топлива

|  |     |
|--|-----|
| 29. Введение                                   | 210 |
| 30. Регуляторы дизеля                          | 213 |
| 31. Тюнинг дизеля                              | 220 |
| 32. Форсунки                                   | 223 |
| 33. Форсунки и корпуса форсунок                | 232 |
| 34. Распределительные топливные насосы впрыска | 236 |

2. Правая головка двигателя
3. Левая головка двигателя
4. Соединительный шланг
5. Жиклер
6. Соединительный шланг
7. Фильтр-отстойник (маслоотстойник или влагоотделитель)
8. Фильтр предварительной очистки
9. Топливный насос

### Назначение системы впрыска

Система впрыска топлива дизеля выполняет следующие функции.

1. Хранение топлива без его загрязнения и перемещение топлива к приборам системы.

2. Дозирование топлива при различных нагрузках и оборотах двигателя, равномерное распределение порций топлива по цилиндрам двигателя.

3. Синхронизация впрыска топлива с тактовыми моментами поворота коленчатого вала двигателя при различных нагрузках и оборотах двигателя.

4. Быстрое включение и выключение впрыска топлива и обеспечение его равномерного распыления.

5. Впрыск топлива в цилиндр с необходимой скоростью, чтобы контролировать процесс горения топлива в камере сгорания.

6. Направление топлива и обеспечение равномерного распределения топлива в соответствующей камере сгорания.

7. В течение времени работы оборудования система впрыска двух видов, каждый из которых имеет свои особенности.

8. Система впрыска 1-го типа

9. Система впрыска 2-го типа

10. Система впрыска 3-го типа

11. Система впрыска 4-го типа

12. Система впрыска 5-го типа

13. Система впрыска 6-го типа

14. Система впрыска 7-го типа

15. Система впрыска 8-го типа

16. Система впрыска 9-го типа

17. Система впрыска 10-го типа

18. Система впрыска 11-го типа

19. Система впрыска 12-го типа

20. Система впрыска 13-го типа

21. Система впрыска 14-го типа

22. Система впрыска 15-го типа

23. Система впрыска 16-го типа

24. Система впрыска 17-го типа

25. Система впрыска 18-го типа

26. Система впрыска 19-го типа

27. Система впрыска 20-го типа

28. Система впрыска 21-го типа

29. Система впрыска 22-го типа

30. Система впрыска 23-го типа

31. Система впрыска 24-го типа

32. Система впрыска 25-го типа

33. Система впрыска 26-го типа

34. Система впрыска 27-го типа

35. Система впрыска 28-го типа

36. Система впрыска 29-го типа

37. Система впрыска 30-го типа

38. Система впрыска 31-го типа

39. Система впрыска 32-го типа

40. Система впрыска 33-го типа



## Глава 29

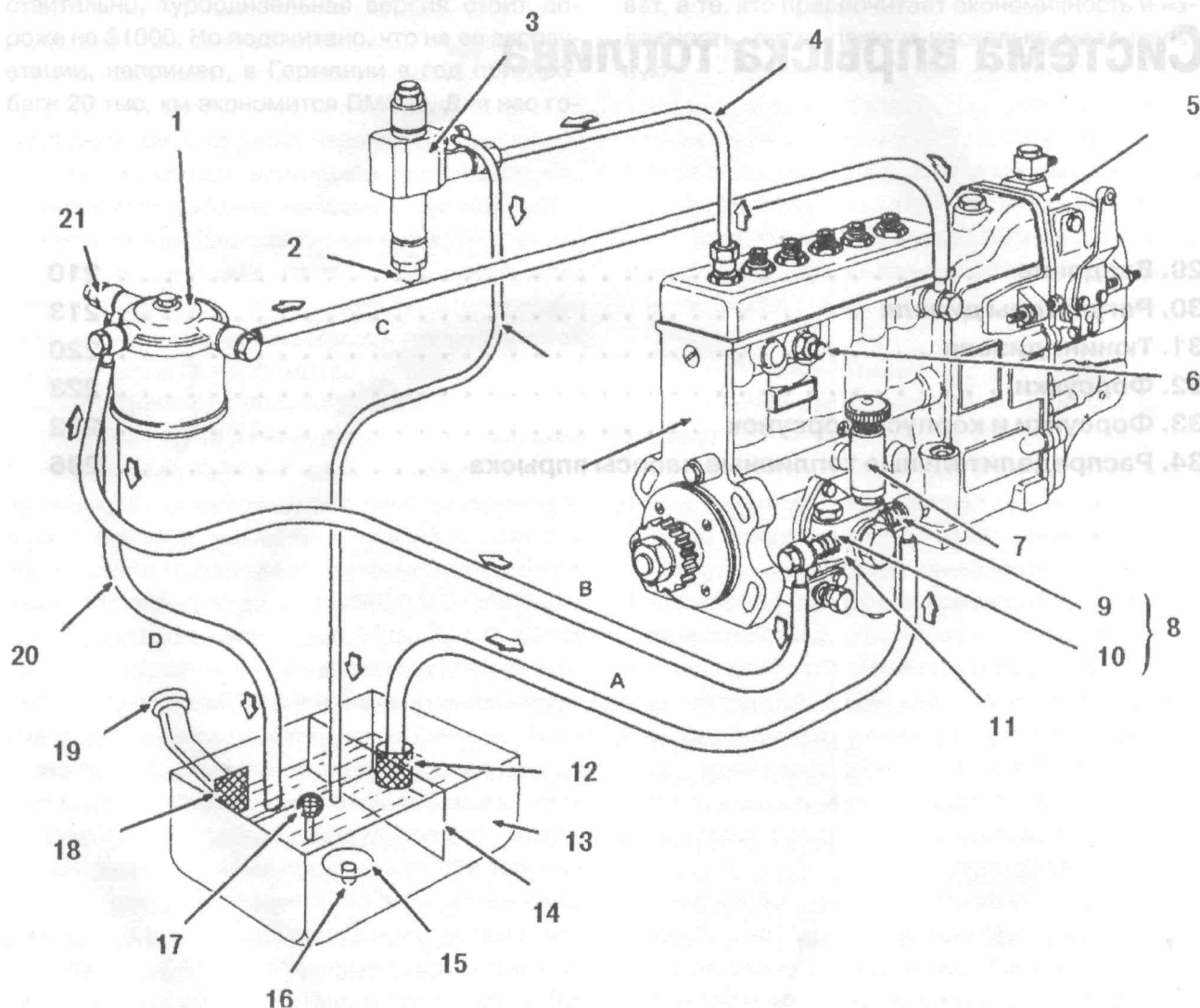
## Введение

струкции или даже чаще, замена топливного фильтра. Заводно это продлит и срок службы плунжерных пар. И наконец, стоимость. Как уже говорилось, дизель дороже. Но по сравнению со стоимостью самого двигателя стоимость турбодизеля относительно невелика, поэтому турбодизель, значительно улучшая потребительские качества автомобиля, лишь незначительно увеличивает его цену.

Сравнение показывает, что турбодизельный вариант ни в чем не уступает бензиновому. Действительно, турбодизельная версия стоит дороже на \$1000. Но подсчитано, что на ее эксплуатации, например, в Германии, в год бага 20 тыс. км экономится 100 л топлива.

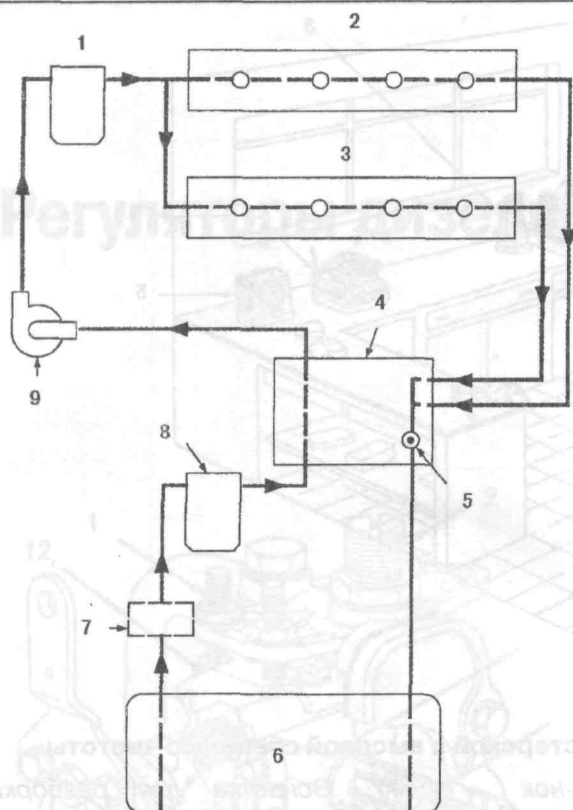
Новая экономия только на топливе составляет \$200-250. С учетом долговечности двигателя и меньших расходов на его эксплуатацию первоначальные дополнительные затраты окупаются за 2-3 года.

Некоторые могут возразить, что через такой срок автомобиль уже пора менять. Однако это неправильно. Ни в коем случае не надо покупать бензиновый или турбодизельный автомобиль, если вы не любитель острой спортивной езды, у которой машина все равно долго не живет, а те, кто предпочитает экономичность и надежность, могут себе позволить турбодизель.



29.1 Типовая система впрыска топлива на основе принципа дозирования топлива port-and-helix

- |   |                               |                               |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. Фильтр                                       | 8. Обратные клапаны и пружины | 15. Отстойник                 |
| 2. Форсунка                                     | 9. Впуск                      | 16. Дренажный клапан          |
| 3. Держатель форсунки                           | 10. Выпуск                    | 17. Воздушный фильтр          |
| 4. Трубка                                       | 11. Питающий насос            | 18. Фильтр грубой очистки     |
| 5. Регулятор                                    | 12. Фильтр грубой очистки     | 19. Пробка заливной горловины |
| 6. Вентиляционный клапан                        | 13. Топливный бак             | 20. Обратный топливопровод    |
| 7. Насос предварительного заполнения (подкачки) | 14. Дефлектор                 | 21. Перепускной клапан        |



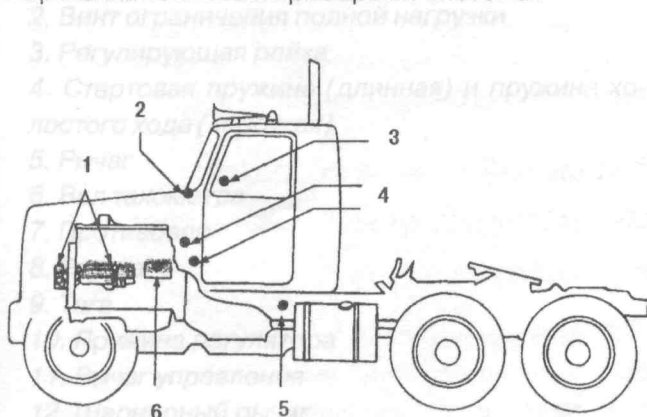
### 29.2 Организация подачи топлива в дизеле 8,2 л фирмы Detroit Diesel.

1. Вторичный топливный фильтр
2. Правая головка цилиндров
3. Левая головка цилиндров
4. Соединительная колодка
5. Жиклер
6. Топливный бак
7. Фильтр-отстойник (маслоочиститель или влагоотделитель)
8. Фильтр предварительной очистки
9. Топливный насос

### Назначение системы впрыска

Система впрыска топлива дизеля выполняет следующие функции.

1. Хранение топлива без его загрязнения и перекачка топлива к приборам системы.



2. Дозирование топлива при различных нагрузках и оборотах двигателя, равномерное распределение порций топлива по цилиндрам двигателя.

3. Синхронизация впрыска топлива с определенными моментами поворота коленвала двигателя при различных нагрузках и оборотах двигателя.

4. Быстрое включение и выключение впрыска топлива и обеспечение его равномерного распыления.

5. Введение топлива в цилиндр с необходимой скоростью, чтобы контролировать процесс горения и давление в камере сгорания.

6. Направление топлива и обеспечение равномерности распределения топлива в соответствии с конструкцией камеры сгорания.

В настоящее время дизели оборудуются системами впрыска двух типов, каждый из которых имеет различные варианты исполнения.

### Системы впрыска 1-го типа

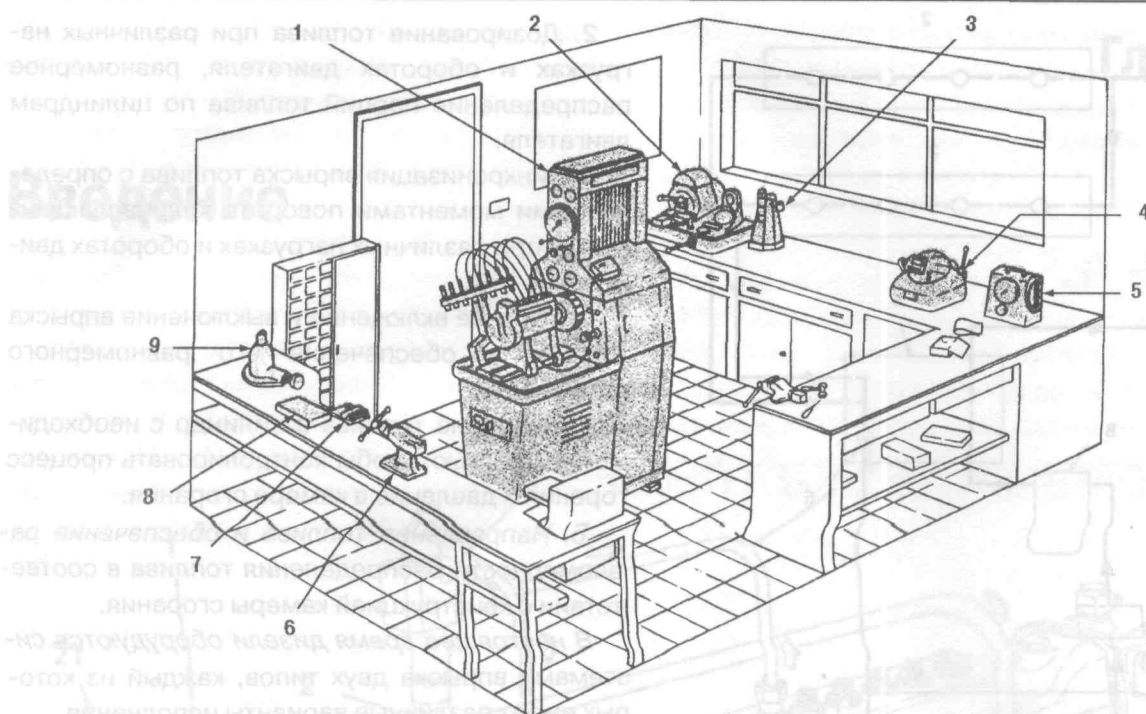
Впрыск топлива обеспечивается насосом высокого давления через трубки и форсунки, с помощью которых обеспечивается эффективное распыление топлива. Насос имеет кулачковый или шестеренчатый привод (Рисунок. 29.1). Производят эти системы фирмы American Bosch, CAV, Caterpillar, Robert Bosch, Stanadyne, Diesel Kiki.

### Системы впрыска 2-го типа

Топливо подается к форсуночным узлам насосом низкого давления. Форсуночный узел повышает давление топлива, распыляет его и обеспечивает впрыск в цилиндры (Рисунок. 29.2). Производят эти системы фирмы Caterpillar, Cummins, Detroit Diesel.

### 29.3 Система процессорного управления впрыском топлива фирмы Caterpillar

1. Актуаторы
2. Контрольные лампы
3. Переключатели круиз-контроля
4. Датчик поворота дроссельной заслонки
5. Выключатель сигнала торможения и переключатель сцепления
6. Процессорный блок системы PEEC



### 29.5 Схема расположения оборудования в мастерской с высокой степенью чистоты

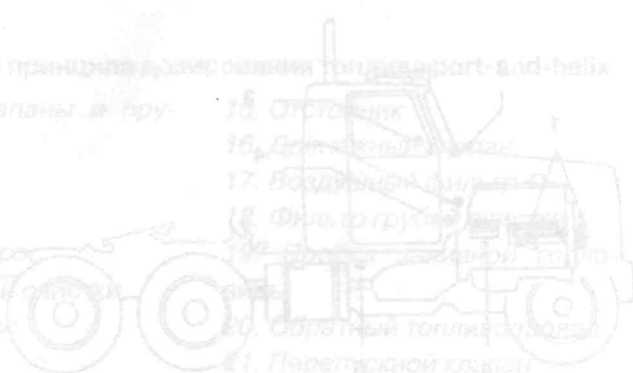
- |                                   |                          |                                   |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. Испытательный стенд            | 4. Очиститель форсунок   | 7. Оснастка для разборки форсунки |
| 2. Тестер форсунок                | 5. Контроль наддува      | 8. Набор для чистки форсунки      |
| 3. Аппарат для просмотра форсунок | 6. Формирователь ниппеля | 9. Шарнирные тиски                |

На дизелях последних выпусков стали чаще применяться системы процессорного управления впрыском топлива. На грузовых автомобилях широкое применение получили системы PEEC фирмы Caterpillar и DDEC компании Detroit Diesel. На рисунках 29.3 и 29.4 показаны места установки на автомобиле устройств типовых систем процессорного управления впрыском.

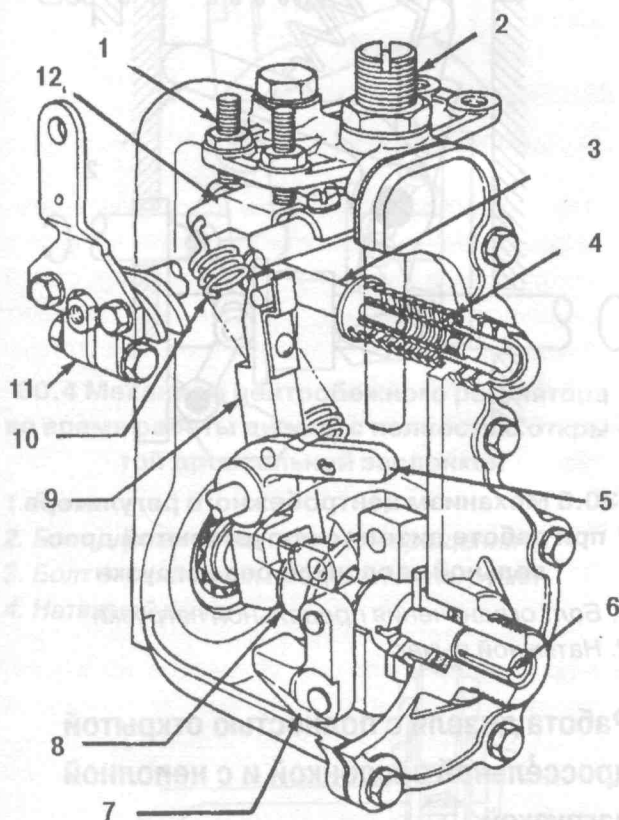
Оборудование системы впрыска требует периодического ухода и проверки. Проверка, очистка и регулировка приборов и устройств системы должны выполняться в чистых, специально оборудованных помещениях. Попадание пыли и грязи на детали системы влечет ускоренный износ деталей двигателя.

### 29.3 Система процессорного управления

1. Фильтр
2. Форсунка
3. Держатель форсунок
4. Грелка для подогрева топлива
5. Датчик давления топлива
6. Вентиляционный клапан
7. Насос
8. Клапан
9. Клапан
10. Клапан
11. Клапан
12. Клапан
13. Клапан
14. Дефлектор



## Регуляторы дизеля



### 30.1 Механический центробежный регулятор

1. Винт ограничения скорости вращения
2. Винт ограничения полной нагрузки
3. Регулирующая рейка
4. Стартовая пружина (длинная) и пружина холостого хода (короткая)
5. Рычаг
6. Вал тахометра
7. Противовес
8. Втулка
9. Тяга
10. Пружина регулятора
11. Рычаг управления
12. Шарнирный рычаг

Регуляторы предназначены для ограничения скорости вращения коленвала на высоких и низких оборотах, или для стабилизации скорости вращения какого-либо агрегата дизеля в широком диапазоне развиваемой им мощности. Так как скорость вращения коленвала многих дизелей превышает 2000 об/мин, то к быстроедействию регулятора предъявляются высокие требования.

### Типы регуляторов

На дизелях применяются механические, пневматические, следящие, гидравлические и электронные регуляторы скорости вращения.

### Механические центробежные регуляторы

Механические регуляторы, а также большинство гидравлических и электронных регуляторов снабжены устройством измерения скорости и механизм, изменяющий расход топлива.

### Принцип действия механического регулятора

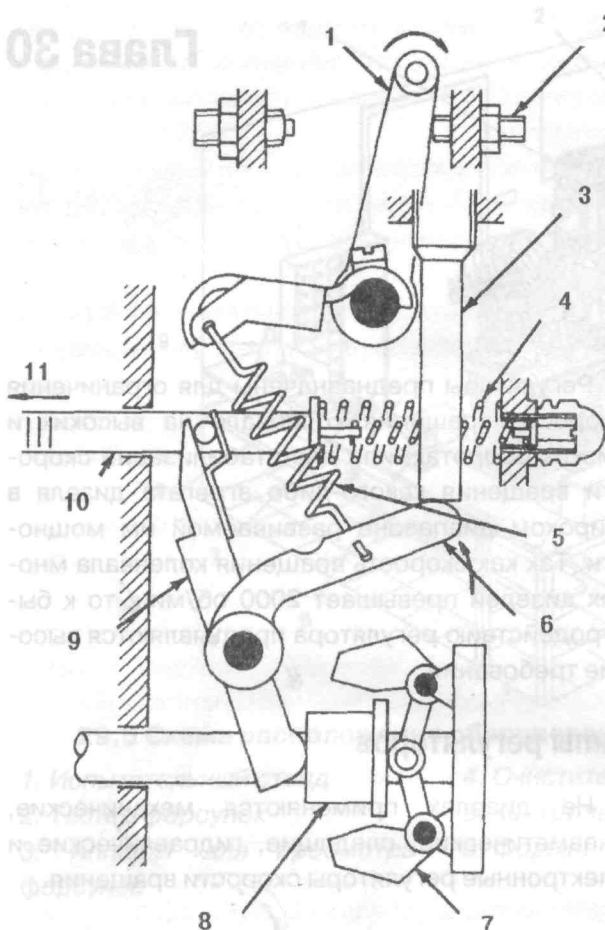
#### Остановка двигателя

При остановке двигателя противовесы под действием пружины сводятся (притягиваются друг к другу) и тянут за собой топливную рейку, переставляя ее в положение повышенного расхода топлива.

#### Пуск двигателя

При нажатии на педаль дроссельной заслонки пружина противовесов растягивается и рейка перемещается в положение пуска дизеля. В этом положении расход топлива может на 25% превышать расход, соответствующий оборотам





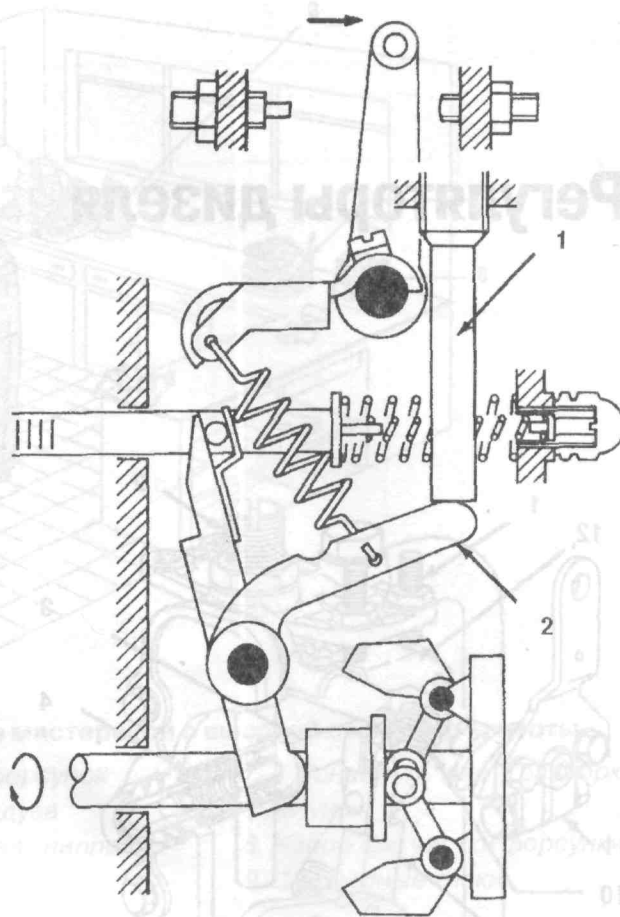
**30.2 Механизм центробежного регулятора при пуске дизеля**

1. Рычаг
2. Болт ограничения скорости вращения
3. Болт ограничения предельной нагрузки
4. Стартовая пружина
5. Пружина противовесов
6. Натяжной рычаг
7. Противовес
8. Втулка
9. Тяга
10. Рейка
11. Увеличение расхода топлива

при которых дизель развивает максимальный крутящий момент.

### Работа дизеля с полуоткрытой дроссельной заслонкой

При открывании дроссельной заслонки наполовину (например, дизель работает без нагрузки при 1000 об/мин), сила стягивания пружины противовесов и центробежная сила уравновешены. Рычаги и топливная рейка смещены на половину своего хода.



**30.3 Механизм центробежного регулятора при работе дизеля с полуоткрытой дроссельной заслонкой без нагрузки**

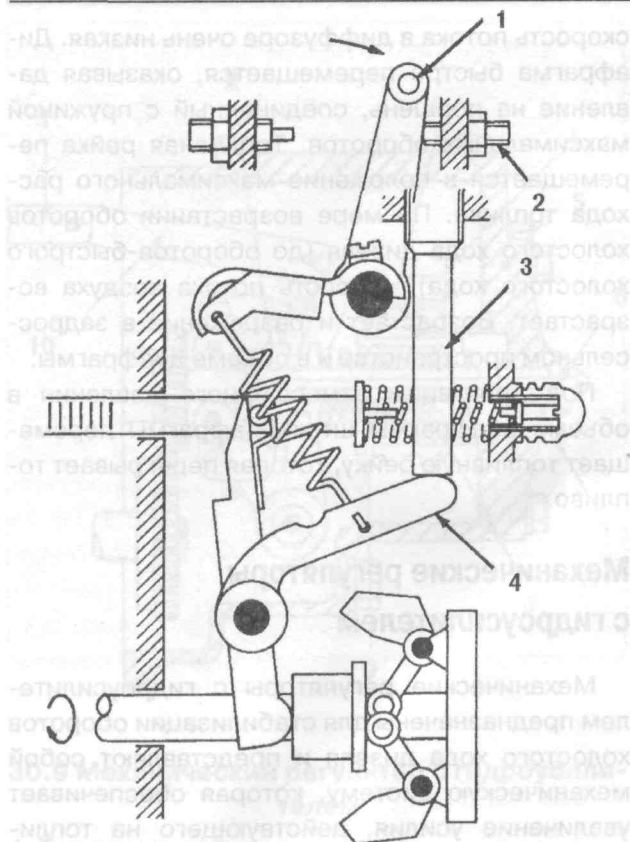
1. Болт ограничения предельной нагрузки
2. Натяжной рычаг

### Работа дизеля с полностью открытой дроссельной заслонкой и с неполной нагрузкой

Когда дизель начинает работать с полной нагрузкой (например, обороты дизеля на 10% ниже оборотов быстрого холостого хода), центробежная сила, действующая на противовесы, ослабевает. Тогда пружина перемещает топливную рейку в положение, соответствующее повышенному расходу топлива.

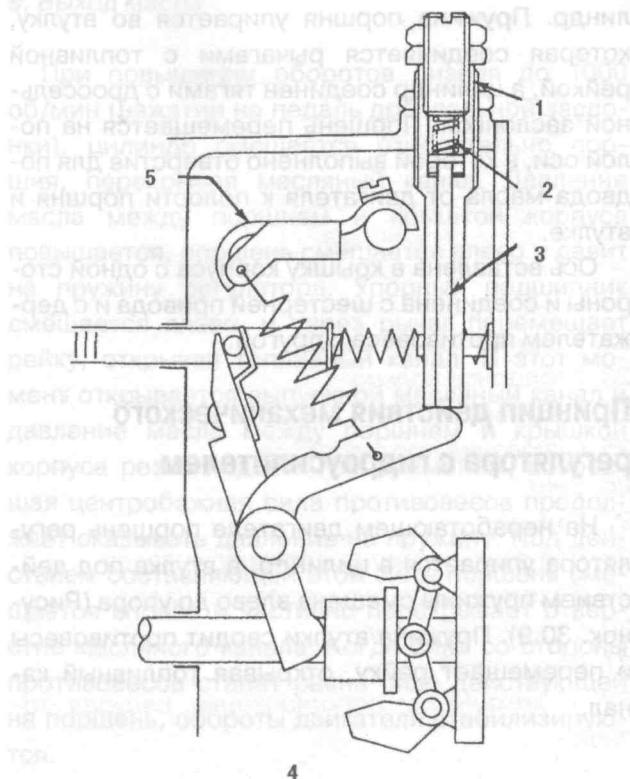
### Дизель работает на оборотах, соответствующих максимальному крутящему моменту

В этом режиме сила, с которой противовесы действуют на пружину, уменьшаются, пружина противовесов перемещает топливную рейку



**30.4 Механизм центробежного регулятора во время работы дизеля с полностью открытой дроссельной заслонкой**

1. Рычаг
2. Болт ограничения скорости вращения
3. Болт ограничения предельной нагрузки
4. Натяжной рычаг



вправо, а натяжной рычаг смещается вниз, обеспечивая ход штока устройства управления крутящим моментом.

### Остановка дизеля

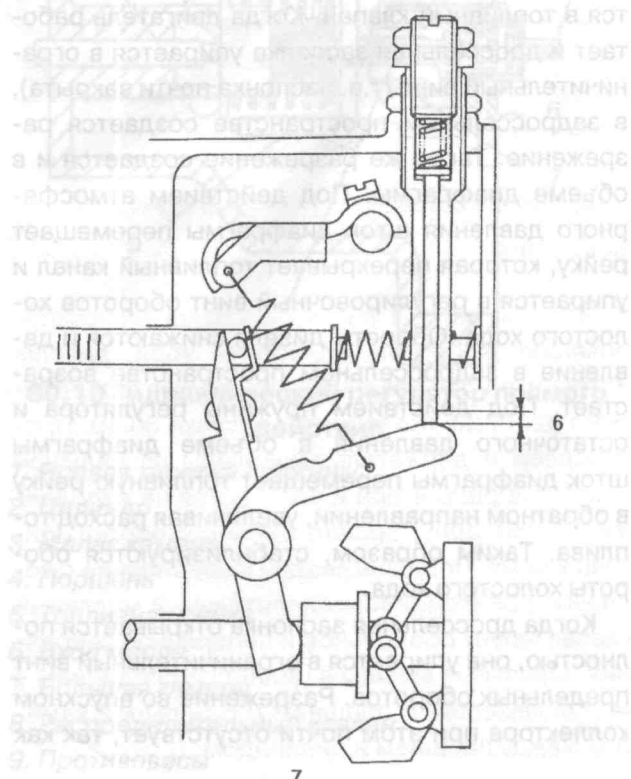
Обмотка соленоида обесточивается и под действием пружины соленоида рейка перемещается в положение, в котором топливо прекращается.

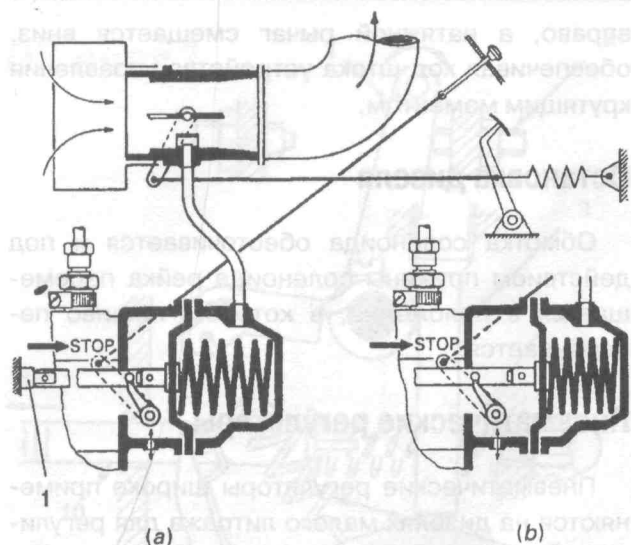
### Пневматические регуляторы

Пневматические регуляторы широко применяются на дизелях малого литража для регулирования оборотов от холостого хода до предельных. Топливная рейка перемещается в ре-

### 30.5 Механизм центробежного регулятора во время работы дизеля на оборотах, соответствующих максимальному крутящему моменту

1. Устройство управления крутящим моментом
2. Пружина
3. Шток
4. Ход штока устройства управления крутящим моментом отсутствует
5. Шарнирный рычаг
6. Ход штока
7. Максимальный ход штока устройства управления крутящим моментом





**30.8 Пневматический регулятор в двух состояниях: а). На предельных оборотах и б). На быстром холостом ходу (фирма Bosch)**

#### 1. Ограничитель хода штока

в результате совместного действия атмосферного давления, центробежных сил и разрежения.

Пневматический регулятор состоит из двух отдельных частей, – диффузора и диафрагмы (Рисунок. 30.8).

### Принцип действия

На остановленном дизеле пружина регулятора перемещает рейку в положение наиболее полного расхода топлива, а диафрагма упирается в топливный клапан. Когда двигатель работает и дроссельная заслонка упирается в ограничительный винт (т.е. заслонка почти закрыта), в задрессельном пространстве создается разрежение. Такое же разрежение создается и в объеме диафрагмы. Под действием атмосферного давления шток диафрагмы перемещает рейку, которая перекрывает топливный канал и упирается в регулировочный винт оборотов холостого хода. Обороты дизеля снижаются и давление в задрессельном пространстве возрастает. Под действием пружины регулятора и остаточного давления в объеме диафрагмы шток диафрагмы перемещает топливную рейку в обратном направлении, увеличивая расход топлива. Таким образом, стабилизируются обороты холостого хода.

Когда дроссельная заслонка открывается полностью, она упирается в ограничительный винт предельных оборотов. Разрежение во впускном коллекторе при этом почти отсутствует, так как

скорость потока в диффузоре очень низкая. Диафрагма быстро перемещается, оказывая давление на поршень, соединенный с пружиной максимальных оборотов. Топливная рейка перемещается в положение максимального расхода топлива. По мере возрастания оборотов холостого хода дизеля (до оборотов быстрого холостого хода), скорость потока воздуха возрастает. Возрастает и разрежение в задрессельном пространстве и в объеме диафрагмы.

Под действием атмосферного давления в объеме диафрагмы шток диафрагмы перемещает топливную рейку, которая перекрывает топливо.

### Механические регуляторы с гидроусилителем

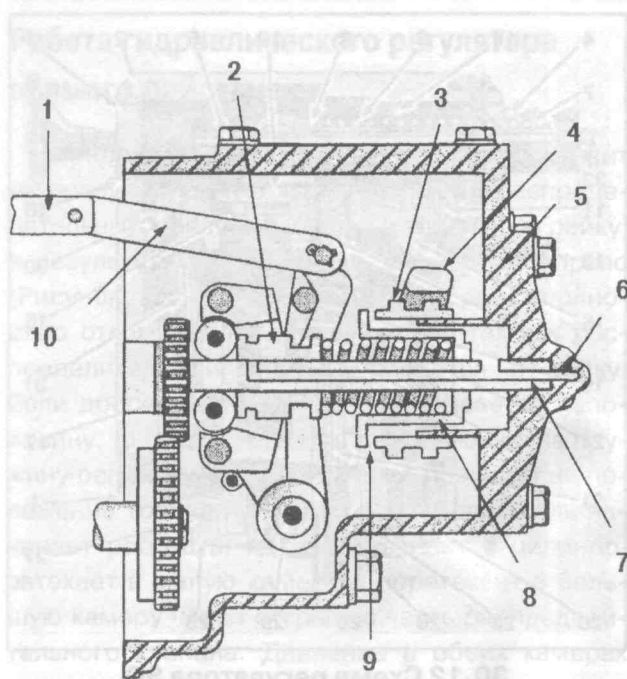
Механические регуляторы с гидроусилителем предназначены для стабилизации оборотов холостого хода дизеля и представляют собой механическую систему, которая обеспечивает увеличение усилия, действующего на топливную рейку при небольшом усилии на приводе (например, на тяге привода оборотов холостого хода). Для этой цели служит гидроусилитель, который состоит из поршня и распределительного масляного клапана. В поршень упирается пружина, а с наружной стороны поршень свободно перемещается в расточке крышки корпуса. По стенкам расточки корпуса перемещается цилиндр. Пружина поршня упирается во втулку, которая соединяется рычагами с топливной рейкой, а цилиндр соединен тягами с дроссельной заслонкой. Поршень перемещается на полой оси, в которой выполнено отверстие для подвода масла от двигателя к полости поршня и втулке.

Ось вставлена в крышку корпуса с одной стороны и соединена с шестерней привода и с держателем противовеса с другой.

### Принцип действия механического регулятора с гидроусилителем

На неработающем двигателе поршень регулятора упирается в цилиндр, а втулка под действием пружины смещена влево до упора (Рисунок. 30.9). Пружина втулки сводит противовесы и перемещает рейку, открывая топливный канал.





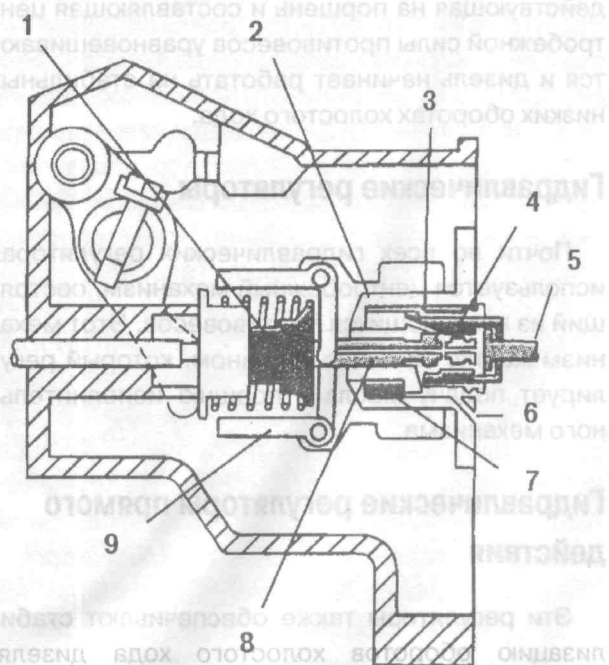
**30.9 Механический регулятор с гидроусилителем**

1. Топливная рейка
2. Упорная втулка и подшипник
3. Цилиндр
4. Рычаг цилиндра
5. Крышка корпуса
6. Вход масла
7. Ось
8. Поршень
9. Выход масла

При повышении оборотов дизеля до 1000 об/мин (нажатии на педаль дроссельной заслонки), цилиндр смещается относительно поршня, перекрывая масляный канал. Давление масла между поршнем и крышкой корпуса повышается, поршень смещается влево и давит на пружину регулятора. Упорный подшипник смещается влево, и через рычаг перемещает рейку, открывая топливный канал. В этот момент открывается выпускной масляный канал и давление масла между поршнем и крышкой корпуса резко падает. Тем временем, возросшая центробежная сила противовесов продолжает оказывать давление на пружину. Под действием составляющей этой силы поршень смещается вправо и частично перекрывает отверстие масляного канала. Когда сила со стороны противовесов станет равна силе действующей на поршень, обороты двигателя стабилизируются.

Когда рукоятка дроссельной заслонки переводится в положение быстрого холостого хода, цилиндр перекрывает масляный канал, однако, его перемещение ограничено регулировочным винтом быстрого холостого хода. Давление масла нарастает, возрастает и сила, действующая на поршень. Под действием пружины регулятора топливная рейка перемещается, открывая топливный канал. При смещении поршня масляный канал приоткрывается и давление за поршнем падает до тех пор пока не уравняются сила действующая на поршень и составляющая центробежной силы противовесов.

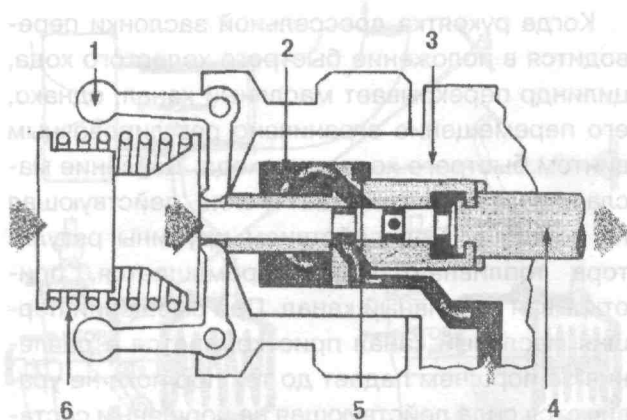
Когда рукоятка дроссельной заслонки переводится в положение низких оборотов холостого хода, цилиндр перемещается и открывает масляный канал, давление между поршнем и крышкой корпуса падает. Пружина регулятора перемещает поршень вправо и перекрывает отверстие масляного канала. Обороты дизеля падают, противовесы регулятора сводятся и упорный подшипник перемещается влево. Сила



**30.10 Гидравлический регулятор прямого действия**

1. Правая тарелка пружины
2. Цилиндр
3. Малая камера
4. Поршень
5. Топливная рейка
6. Вход масла
7. Большая камера
8. Распределительный клапан
9. Противовесы





**30.11** Схема, иллюстрирующая действие гидравлического регулятора прямого действия

1. Противовес
2. Камера
3. Цилиндр
4. Топливная рейка
5. Малая камера
6. Пружина регулятора

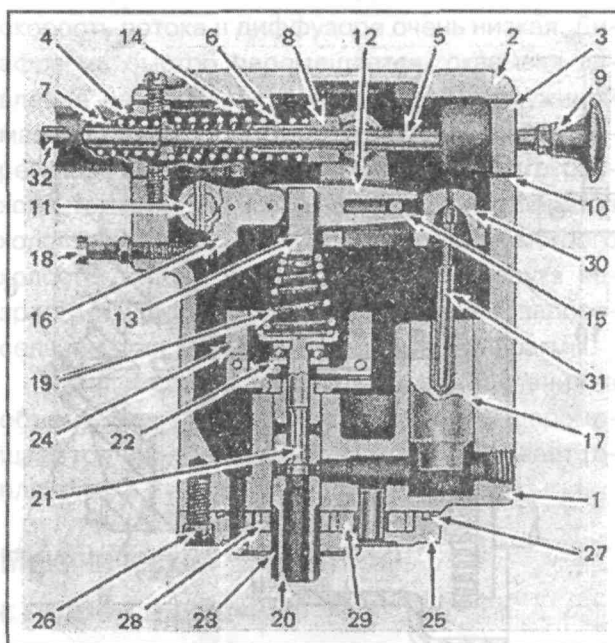
действующая на поршень и составляющая центробежной силы противовесов уравниваются и дизель начинает работать на стабильных низких оборотах холостого хода.

### Гидравлические регуляторы

Почти во всех гидравлических регуляторах используется центробежный механизм, состоящий из вращающихся противовесов. Этот механизм жестко связан с клапаном, который регулирует подачу масла к поршню исполнительного механизма.

### Гидравлические регуляторы прямого действия

Эти регуляторы также обеспечивают стабилизацию оборотов холостого хода дизеля. Устройство гидравлического регулятора прямого действия показано на рисунке 30.10. Противовесы и держатель укреплены на ведущей шестерне регулятора и вращаются на неподвижном цилиндре. Поршень цилиндра плотно пригнан к нему. Поршень введен в зацепление с топливной рейкой. Распределительный масляный клапан имеет продольное и поперечное сверления. Масляные каналы в цилиндре соединены с малой камерой, с поршнем и с большой камерой между поршнем и цилиндром.



**30.12** Схема регулятора SG

1. Корпус
2. Крышка
3. Прокладка
4. Колпачок
5. Топливная рейка
6. Пружина
7. Пружина рейки
8. Втулка
9. Рукоятка
10. Прокладка
11. Рычаг регулировки оборотов
12. Маятник
13. Вилка пружины
14. Ограничитель
15. Палец
16. Регулировочный рычаг
17. Поршень
18. Винт регулировки быстрого холостого хода
19. Пружина регулятора
20. Качающийся толкатель клапана
21. Управляющий клапан
22. Упорный подшипник
23. Стопорное кольцо
24. Противовес
25. Основание противовесов
26. Винт
27. Кольцо
28. Ведущая шестерня масляного насоса
29. Ведомая шестерня масляного насоса
30. Оконечный рычаг
31. Поршневой палец
32. К механизму регулирования расхода топлива

## Работа гидравлического регулятора прямого действия

На неработающем двигателе пружина давит на правую опорную чашку пружины, распределительный масляный клапан и топливную рейку, в результате чего поршень смещается вправо (Рисунок. 30.10 и 30.11). При этом рейка полностью открывает топливный канал, так как распределительный клапан упирается в рейку. Если дроссельная заслонка открывается наполовину, то возрастет сила, действующая на пружину регулятора, однако это не повлияет на положение топливной рейки. Когда двигатель начинает работать, масло поступает в цилиндр, затекает в малую камеру и перетекает в большую камеру через открытую часть распределительного клапана. Давление в обеих камерах

равняется, но пружина продолжает давить на правую опорную чашку пружины, распределительный масляный клапан и топливную рейку, в результате чего поршень смещается вправо (Рисунок. 30.10 и 30.11). При этом рейка полностью открывает топливный канал, так как распределительный клапан упирается в рейку. Если дроссельная заслонка открывается наполовину, то возрастет сила, действующая на пружину регулятора, однако это не повлияет на положение топливной рейки. Когда двигатель начинает работать, масло поступает в цилиндр, затекает в малую камеру и перетекает в большую камеру через открытую часть распределительного клапана. Давление в обеих камерах



повышается, но топливная рейка остается на месте. Обороты двигателя в ответ на впрыск топлива повышаются, повышается также и сила, действующая на противовесы центробежного регулятора. Пальцы противовесов перемещают распределительный клапан влево, что приводит к совмещению отверстия в клапане, канавки в поршне и большой камерой. Масло вытекает из большой камеры через центральное отверстие клапана в корпус регулятора. Давление в большой камере падает, а в малой остается на прежнем уровне. При этом поршень и рейка смещаются влево. Когда поршень встречается с поверхностью распределительного клапана, масляный канал перекрывается. Обороты двигателя стабилизируются, так как поршень заперт и удерживает рейку в определенном положении.

При этом поршень и рейка смещаются влево. Когда поршень встречается с поверхностью распределительного клапана, масляный канал перекрывается. Обороты двигателя стабилизируются, так как поршень заперт и удерживает рейку в определенном положении.

При этом поршень и рейка смещаются влево. Когда поршень встречается с поверхностью распределительного клапана, масляный канал перекрывается. Обороты двигателя стабилизируются, так как поршень заперт и удерживает рейку в определенном положении.

При этом поршень и рейка смещаются влево. Когда поршень встречается с поверхностью распределительного клапана, масляный канал перекрывается. Обороты двигателя стабилизируются, так как поршень заперт и удерживает рейку в определенном положении.

При этом поршень и рейка смещаются влево. Когда поршень встречается с поверхностью распределительного клапана, масляный канал перекрывается. Обороты двигателя стабилизируются, так как поршень заперт и удерживает рейку в определенном положении.

## Глава 31

## Тюнинг дизеля

**Можно ли соединить уникальную экономичность дизеля с динамикой спортивной машины?**

## КАК ФОРСИРОВАТЬ ДИЗЕЛЬ

В общем-то, здесь гораздо меньше возможностей по сравнению с бензиновым двигателем. Поскольку воспламенение происходит от сжатия, нельзя ни изменить момент зажигания, ни увеличить степень сжатия (она оптимальна для камеры сгорания). Нельзя также поднять максимальные обороты (скорость процесса горения и массивные поршни не дадут этого сделать). Нельзя и впрыскивать больше топлива, не улучшив наполнение цилиндров и качество распыла (нарушится рабочий процесс, упадут экологические показатели). Строго говоря, не меняя форму камеры сгорания, характеристики топливной аппаратуры и фазы газораспределения, можно увеличить мощность лишь такого "атмосферного" дизеля, который конструкторы – из соображений экономии топлива или увеличения ресурса – специально "задушили". Разрабатывать новый рабочий процесс – дело чрезвычайно долгое, дорогостоящее и для небольших тюнинговых фирм абсолютно непосильное. Остается один путь – перекалибровка ТНВД на увеличение подачи. Как правило, насосы сделаны "с запасом" и это легко достижимо. Только вот сохранить экологические показатели в таком случае чрезвычайно трудно, а потому путь этот почти тупиковый.

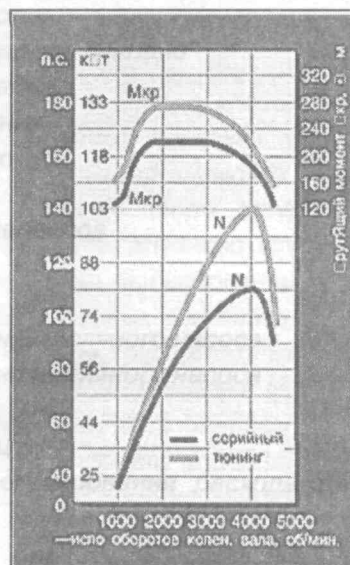
Другое дело, если двигатель оснащен турбокомпрессором. Форсировка по наддуву успешно реализуется в двигателях внутреннего сгорания более полувека, и дизель – не исключение. В современных моторах работу ТНВД и турбокомпрессора контролирует электронный блок. Более того, стремясь преодолеть известный недостаток турбонаддува – запаздывание

срабатывания, все конструкторы используют один и тот же прием.

Производительность турбокомпрессора, как известно, изначально превышает необходимую, поэтому он достаточно эффективен на малых и средних оборотах. При максимальной же частоте вращения излишек воздуха стравливается через перепускной клапан в атмосферу. Таким образом, идея лежит на поверхности: чтобы повысить мощность, нужно увеличить давление наддува и, соответственно, подачу топлива – достаточно простой замены программы управления двигателем. На современном техническом сленге это называется "чип-тюнинг".

## ЕСТЬ ЛИ ПРЕДЕЛ?

До какой степени можно форсировать дизель? Удельная мощность 50 л. с./л сегодня уже никого не удивляет. Давление наддува 120 кПа тоже. В этом году компания БМВ представила новый дизель с непосредственным впрыском топлива, четырехклапанной головкой, давлением наддува 210 кПа и литровой мощностью 51 кВт/л (69 л. с./л) – итого при 2 литрах – 100 кВт/136 л. с. Думается, с надежностью у него все в порядке. Будет ли предложен "чип" и для него? Уже когда этот материал верстался в номер, от фирмы "HS-электроник" пришло сообщение – есть "чип" для БМВ-320d. Результаты: крутящий момент 330 Н.м; + 20 кВт/27 л. с. мощности, увеличение максимальной скорости на 13 км/ч.





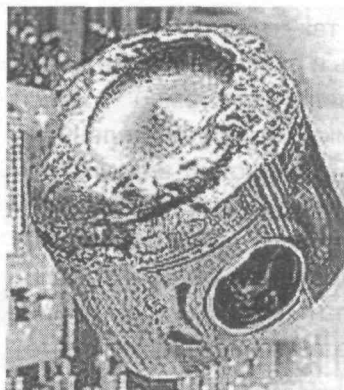
Для сведения: известная тюнинговая "контора" "МТН Пауэр чипс" заявила для нового 2,5-литрового мотора "Ауди", развивающего со стандартным программным обеспечением 110 кВт/150 л. с. и 310 Н.м, высочайшие показатели: мощность – 146 кВт/199 л.с. и крутящий момент – 400 (!) Н.м.

Ну а на что способны гоночные легковые дизели? Да-да, есть и такие. Еще в 30-е годы их пробовали применять на гонках "Инди-500" в США. И вот спустя шестьдесят лет дизельные автомобили появляются на 24-часовых гонках. Если их бензиновые собратья вынуждены отправляться на дозаправку примерно каждые два часа, то эти – чуть не втрое реже. И пока соперники в боксах, "дизеля" наматывают ценные круги по трассе. Подготовленный для 24-часовых гонок "Фольксваген-Гольф 1,9 TDI" (мощность – 125 кВт/170 л. с. и крутящий момент примерно 330 Н.м) весьма надежен, хотя и не слишком быстроходен. Гоночный BMB-320d с двухлитровым дизелем отличают еще более внушительные показатели: мощность – 175 кВт/238 л. с. при 4300 об/мин, крутящий момент – около 450 Н.м, но пока спортивных побед мотор не снискал. Фирма преследовала, скорее, рекламные цели: на соревнованиях как нельзя лучше демонстрировать возросший "потолок" возможностей дизеля. Однако не стоит думать, что это только чип-тюнинг. Гоночные моторы отличаются куда больше: увеличенные радиаторы охлаждения воздуха, иные турбокомпрессоры и ТНВД, доработанные головки цилиндров, измененные впуск и выпуск. Естественно, и подготовка такого мотора стоит в десятки раз дороже, чем чип-тюнинг для дизеля, за который в Германии берут около 1000 марок. Впрочем, вернемся к более доступным для обычных потребителей методам форсировки.

### ПРОИЗВОДИТЕЛИ – "ПРОТИВ"

Во-первых, мощность двигателя определяется не "от фонаря": она должна соответствовать его месту в гамме моторов фирмы и критериям страховых компаний. Автомобили, в зависимости от мощности, относят к различным группам риска: чем мощнее, тем дороже страховка.

Во-вторых, двигатель определяет параметры всех агрегатов трансмиссии. Коробка передач и сцепление рассчитаны на определенный максимально допустимый крутящий момент, в частности, для "фольксвагенов" с дизелем 1,9 TDI –



**31.0 Возможный результат тюнинга – оплавленный поршень**

250 Н.м. Не любят перегрузок ни главная передача, ни ШРУСы. Тюнинговые моторы, созданные на основе TDI, развивают до 300 Н.м, а потому могут привести к преждевременной поломке трансмиссии.

В-третьих, температурные ре-

жимы. С увеличением подачи топлива и повышением температуры газов больше нагреваются камеры сгорания, поршни и клапаны. При длительной езде с высокой скоростью и нагрузкой это может вызвать перегрев и деформацию головки блока или даже расплавление и заклинивание поршней. Как нетрудно догадаться, это чревато очень дорогим ремонтом.

Теперь понятно, почему гарантия производителя не распространяется на машины, подвергнутые чип-тюнингу. Но послушаем аргументы противной стороны.

### ТЮНИНГОВЫЕ ФИРМЫ – "ЗА"

Проблемы со страховкой не слишком волнуют тех, кто любит ездить быстро. К тому же во многих странах (в России тоже) не нужно представлять в страховые компании и фискальные органы данные об увеличении мощности, если не было замены двигателя. (Вообразите на минутку владельца "Жигулей", который, установив большие жиклеры в карбюратор и отрегулировав зажигание под "95-й" бензин, поспешит известить налоговую инспекцию о том, что ему надо доплатить за лишние пять лошадиных сил!)

Что касается долговечности деталей трансмиссии, то ее связь с мощностью не столь прямой. Практика показывает, что манера езды влияет на нее намного больше, чем увеличенный (в разумных пределах) крутящий момент двигателя. "Гонщик" прикончит коробку передач на стандартной машине раньше, чем толковый водитель на автомобиле с форсированным мотором.

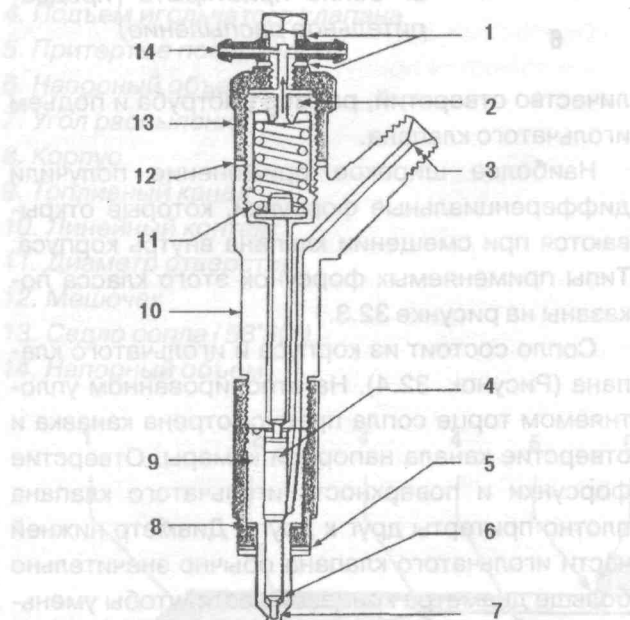
Чип-тюнинг для дизеля можно хвалить или ругать, но попробуйте другим способом приба-



# Форсунки

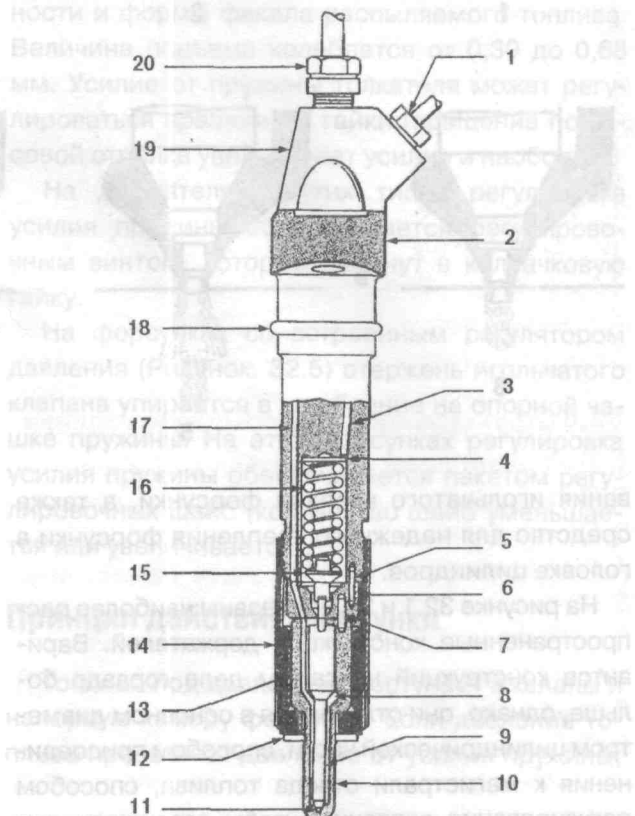
## Держатель форсунки

Форсунка состоит из держателя и сопла. Сопло форсунки размещается в специальном устройстве-держателе. В держателе также предусматриваются отверстия и каналы для подвода и отвода топлива, устройство для поддержания или регулирования давления, который обеспечивает изменение давления откры-



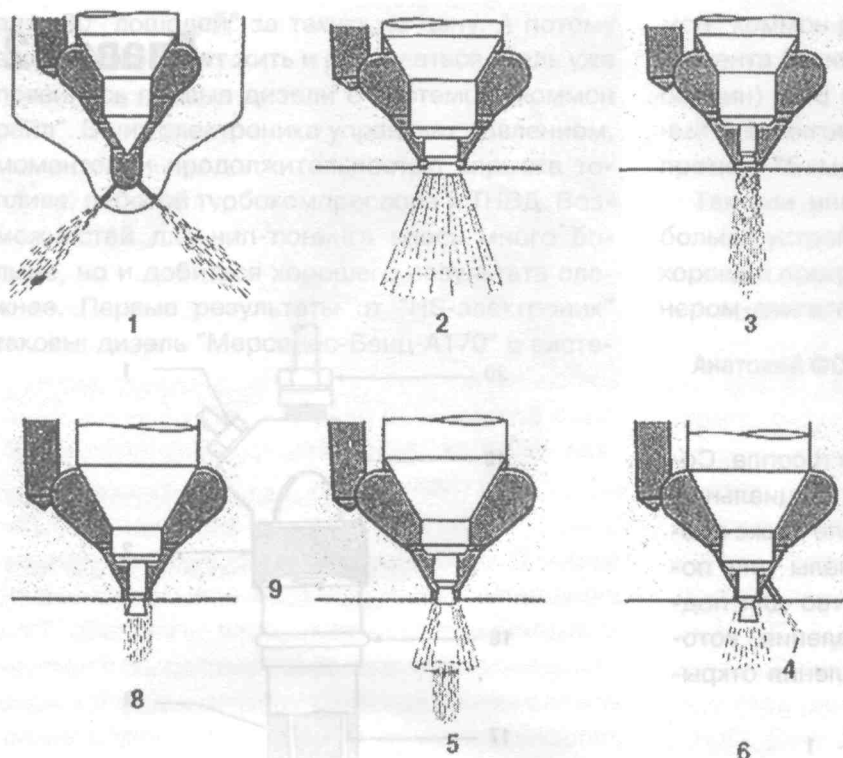
32.1 Форсунка (Компания Ford)

1. Шайба
2. Регулировочная гайка пружины
3. Штуцер топливопровода
4. Игольчатый клапан
5. Шайба
6. Седло игольчатого клапана
7. Наконечник форсунки
8. Гайка мундштука
9. Мундштук
10. Держатель
11. Пружина
12. Медная шайба
13. Гайка
14. Штуцер перепускного шланга



32.2 Форсунка с держателем фланцевого типа и регулятором давления

1. Штуцер перепускного трубопровода
2. Фланец
3. Перепускной канал
4. Регулировочная шайба
- 5,7. Направляющий штифт
6. Промежуточная пластина
8. Напорная камера
9. Игольчатый клапан
10. Наконечник форсунки
11. Распылитель
12. Прокладка
13. Корпус сопла
14. Гайка
15. Гнездо пружины
16. Пружина
17. Напорный канал
18. Кольцо
19. Корпус держателя
20. Штуцер топливопровода



### 32.3 Форма факелов от форсунок различных типов (фирма Bosch)

1. Многосопловая форсунка
2. Форсунка со штифтовым распылителем (конический факел)
3. Форсунка со штифтовым распылителем (цилиндрический факел)
4. Форсунка со вспомогательным распылителем
5. Сопло полностью открыто (основное распыление)
6. Штифтовая форсунка со вспомогательным распылителем
7. Штифтовая форсунка, увеличивающая подачу топлива к концу впрыска
8. Сопло приоткрыто (предварительное распыление)

вания игольчатого клапана форсунки, а также средство для надежного крепления форсунки в головке цилиндров.

На рисунке 32.1 и 32.2 показаны наиболее распространенные конструкции держателей. Вариантов конструкций на самом деле гораздо больше, однако, они отличаются в основном диаметром цилиндрической части, способом присоединения к магистрали отвода топлива, способом регулирования давления, чтобы ограничить высоту подъема клапана форсунки, а также способом крепления держателя на головке цилиндров.

Все держатели форсунок имеют одинаковую конструкцию: в них предусмотрены внутренние каналы для подвода топлива и отвода топлива (которое используется для охлаждения и смазки игольчатого клапана, сопла и механизма регулятора) в топливный бак. Корпус форсунки и торец держателя притерты друг к другу и обеспечивают надежное уплотнение без прокладок.

### Сопло

Сопло предназначено для направления топлива в камеру сгорания и его распыления. Тип сопла, размер капли топлива, форма факела топлива и угол распыления определяются конструкцией камеры сгорания. Каждое сопло имеет литеру (букву) или номер, которые идентифицируют конструкцию сопла, размеры, угол распыления (в градусах) диаметр отверстия, ко-

личество отверстий, размер раструба и подъем игольчатого клапана.

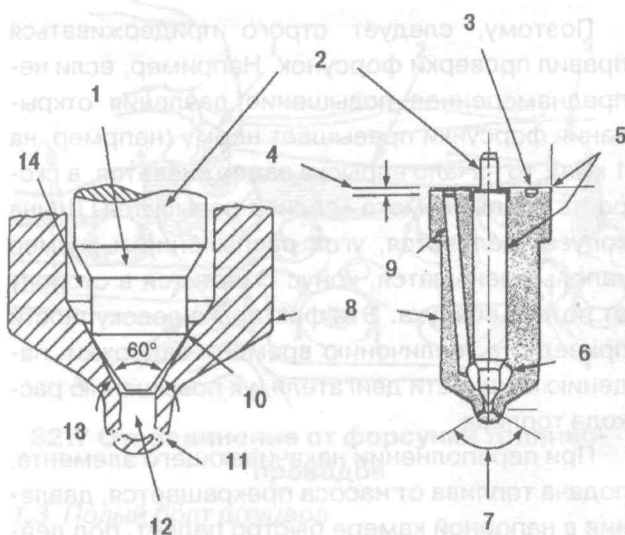
Наиболее широкое применение получили дифференциальные форсунки, которые открываются при смещении клапана внутрь корпуса. Типы применяемых форсунок этого класса показаны на рисунке 32.3.

Сопло состоит из корпуса и игольчатого клапана (Рисунок. 32.4). На отполированном уплотняемом торце сопла предусмотрена канавка и отверстие канала напорной камеры. Отверстие форсунки и поверхность игольчатого клапана плотно притерты друг к другу. Диаметр нижней части игольчатого клапана обычно значительно больше диаметра концевой части, чтобы уменьшить объем мешочка между корпусом сопла и торцом иглы и снизить количество несгораемого топлива, которое поступает в камеру при продувке или при испарении, что приводит к повышению содержания углеводородов в отработавших газах.

Угол раскрытия седла обычно на  $1,5^\circ$  меньше угла иглы, что обеспечивает не только плотное прилегание седла к клапану, но и предотвращает загрязнение седла.

Ось конуса (факела) распыленного топлива должна совпадать с осью форсунки. Для этой цели используются направляющие штифты, которые обеспечивают соосную фиксацию сопла относительно держателя.





**32.4 Многосопловая форсунка**

1. Скос
2. Игольчатый клапан
3. Канавка
4. Подъем игольчатого клапана
5. Притертые поверхности
6. Напорный объем
7. Угол распыления
8. Корпус
9. Топливный канал
10. Линейный контакт
11. Диаметр отверстия
12. Мешочек
13. Седло сопла ( $58^{\circ}30'$ )
14. Напорный объем

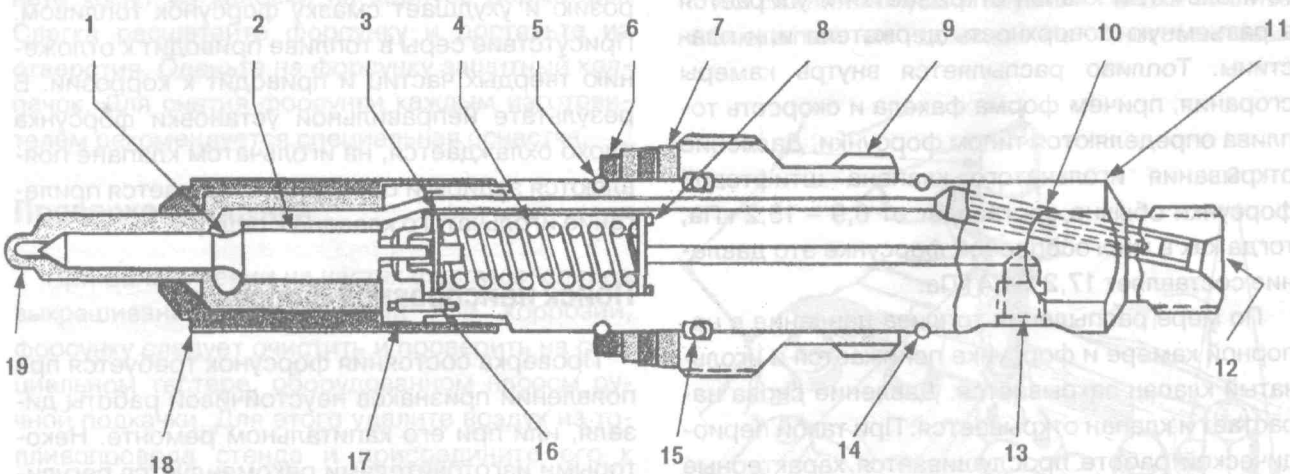
На форсунках с внешним регулятором давления открывания стержень игольчатого клапана упирается в углубление подпружиненного толкателя. Верхний выступ на стержне игольчатого клапана заходит внутрь корпуса сопла. Расстояние между этим выступом и торцом корпуса сопла называется подъемом клапана. Это расстояние зависит от типа сопла, его производительности и формы факела распыляемого топлива. Величина подъема колеблется от 0,30 до 0,68 мм. Усилие от пружины толкателя может регулироваться вращением гайки (вращение по часовой стрелке увеличивает усилие и наоборот).

На держателях других типов регулировка усилия пружины обеспечивается регулировочным винтом, который ввернут в колпачковую гайку.

На форсунках со встроенным регулятором давления (Рисунок. 32.5) стержень игольчатого клапана упирается в углубление на опорной чашке пружины. На этих форсунках регулировка усилия пружины обеспечивается пакетом регулировочных шайб (количество шайб уменьшается или увеличивается).

### Принцип действия форсунки

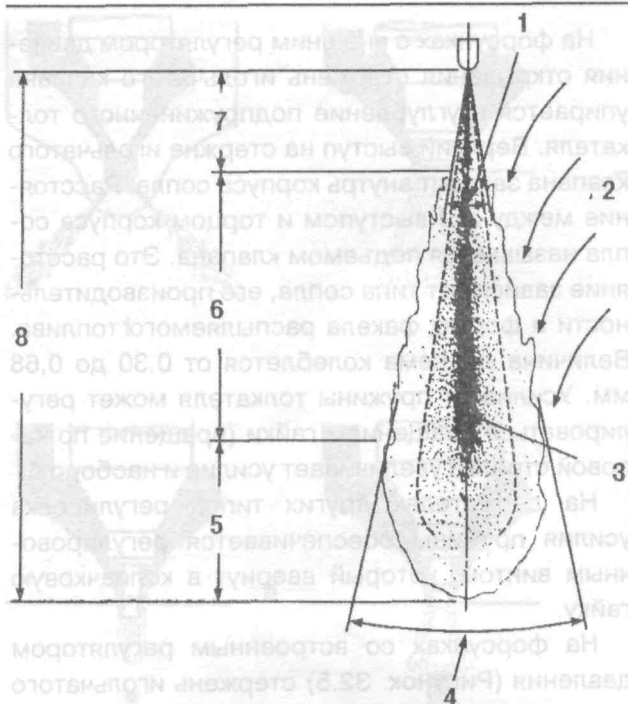
Топливо под давлением поступает в каналы и напорную камеру форсунки. Если давление топлива превышает давление от усилия пружины,



**32.5 Многосопловая форсунка со встроенным регулятором давления открывания**

- |                                |   |                            |
|--------------------------------|---|----------------------------|
| 1. Кольцо                      | 8. Пакет регулировочных шайб                              | 14. Стопорное кольцо       |
| 2. Игольчатый клапан           | 9. Поджимная гайка  | 15. Уплотнительное кольцо  |
| 3. Опорная чашка пружины       | 10. Пластино-щелевой фильтр                               | 16. Направляющий штифт     |
| 4. Пружина                     | 11. Держатель   | 17. Промежуточная пластина |
| 5. Стопорное кольцо            | 12. Вход топлива  | 18. Гайка                  |
| 6. Держатель стопорного кольца | 13. Резьбовое отверстие штуцера перепускного трубопровода | 19. Сопло                  |
| 7. Конические шайбы            |   |                            |





### 32.6 Структура конуса распыления топлива

1. Угол распыления отверстия
2. Поток воздуха
3. Основная струя
4. Угол распыления топлива
5. Обедненная область конуса
6. Область образования топливно-воздушной смеси (область смешения)
7. Начальная область
8. Полная глубина проникновения

то игольчатый клапан открывается и упирается в разъемную поверхность держателя или пластины. Топливо распыляется внутрь камеры сгорания, причем форма факела и скорость топлива определяются типом форсунки. Давление открывания игольчатого клапана штифтовой форсунки обычно составляет от 6,9 – 15,2 кПа, тогда как в многосолевой форсунке это давление составляет 17,2–34,4 кПа.

По мере распыления топлива давление в напорной камере и форсунке понижается и игольчатый клапан закрывается. Давление снова нарастает и клапан открывается. При такой периодической работе прослушивается характерные стуки высокого тона (щелчки). Топливный факел (конус) должен быть как можно более однородным и обеспечивать наиболее полное и равномерное заполнение камеры сгорания топливом. Необходимая форма факела

Обеспечивается подбором диаметра отверстия сопла, длины отверстия (отверстий), углом распыления и давлением топлива.

Поэтому, следует строго придерживаться правил проверки форсунок. Например, если непреднамеренное повышение давления открывания форсунки превышает норму (например, на 1 кПа), то начало впрыска задерживается, а скорость распыляемого топлива повысится. Длина конуса увеличится, угол распыления и размер капель уменьшатся, конус сместится в сторону от потока воздуха. Эти факторы в совокупности приведут к увеличению времени задержки, падению мощности двигателя и к повышению расхода топлива.

При переполнении накачивающего элемента, подача топлива от насоса прекращается, давление в напорной камере быстро падает, под действием пружины игольчатый клапан закрывается.

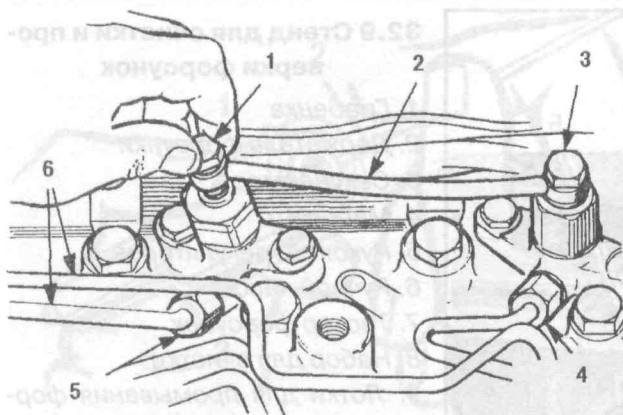
### Уход за форсунками

Основными причинами выхода форсунки из строя являются присутствие абразивного материала в топливе, попадание воды, сульфатов, воздействие высоких температур и неправильная установка. Присутствие абразива в топливе приводит к износу трущихся частей форсунки, износу отверстия сопла и уплотнительного пояса игольчатого клапана. Чрезмерный нагрев приводит к изменению скорости расширения сопла, вызывая течь и уменьшая количество впрыскиваемого топлива. Вода вызывает коррозию и ухудшает смазку форсунок топливом. Присутствие серы в топливе приводит к отложению твердых частиц и приводит к коррозии. В результате неправильной установки форсунка плохо охлаждается, на игольчатом клапане появляются задиры и царапины, ухудшается прилегание игольчатого клапана к седлу.

### Поиск неисправной форсунки

Проверка состояния форсунок требуется при появлении признаков неустойчивой работы дизеля, или при его капитальном ремонте. Некоторыми изготовителями рекомендуется регулировка форсунок (установка давления открывания) через каждые 2000 часов работы.

Запустите двигатель, проверьте визуально наличие течи на всех соединениях повышенного давления. Отсоедините каждую топливную магистраль либо на насосе, либо на форсунке, приняв меры безопасности. После отсоединения форсунки прослушайте работу дизеля. Если



### 32.7 Отсоединение от форсунки топливопроводов

- 1,3. Полый болт штуцера
2. Трубка отвода топлива
- 4,5. Гайка штуцера топливопровода
6. Топливные трубки высокого давления

характер работы дизеля не изменился, то форсунка неисправна.

### Снятие форсунки

Очистите область, прилегающую к форсунке, продуйте сжатым воздухом. Отсоедините от форсунки топливные трубки и немедленно заглушите отверстия.

При снятии форсунки с фланцевым креплением отверните винт или гайки шпилек, на форсунке с хомутом отверните винт (болт) и достаньте хомут из канавки на корпусе держателя. Слегка расшатйте форсунку и достаньте из отверстия. Оденьте на форсунку защитный колпачок. Для снятия форсунки каждым изготовителем рекомендуется специальная оснастка.

### Проверка форсунки

При обнаружении на частях форсунки следов выкрашивания, повреждений или коррозии, форсунку следует очистить и проверить на специальном тестере, оборудованном насосом ручной подкачки. Для этого удалите воздух из топливопровода стенда и присоедините его к форсунке. Направьте форсунку в сосуд от себя. Чтобы проверить давление открывания форсунки перекройте магистраль манометра тестера и слегка приоткройте топливный клапан. Насосом ручной подкачки удалите воздух из форсунки. Откройте вентиль магистрали манометра стенда на 1/8 оборота. Медленно повышайте давление насосом ручной подкачки до тех пор,

пока из форсунки не брызнет топливо. Давление, при котором форсунка закрывается, должно быть не ниже 2068 кПа, в противном случае игольчатый клапан залипает.

### Проверка прилегания игольчатого клапана к седлу

Понижьте давление на 1400 кПа ниже давления открывания форсунки. Проверьте состояние мунштука, который должен быть сухим. В противном случае седло игольчатого клапана повреждено.

### Проверка герметичности форсунки

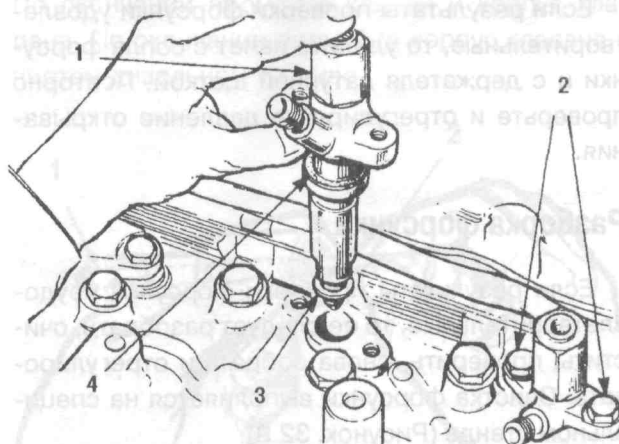
Повысьте давление на 690 кПа выше давления открывания и проверьте время утечки. Допустимая скорость утечки не должна превышать 6067 кПа за 6 сек. В противном случае

иголка клапана плохо прилегает к поверхности сопла, или поверхности сопла и клапана не притерты друг к другу. Если падение давления меньше 2068 кПа, то имеет место недостаточная смазка игольчатого клапана и форсунку следует очистить.

### Проверка конуса топлива

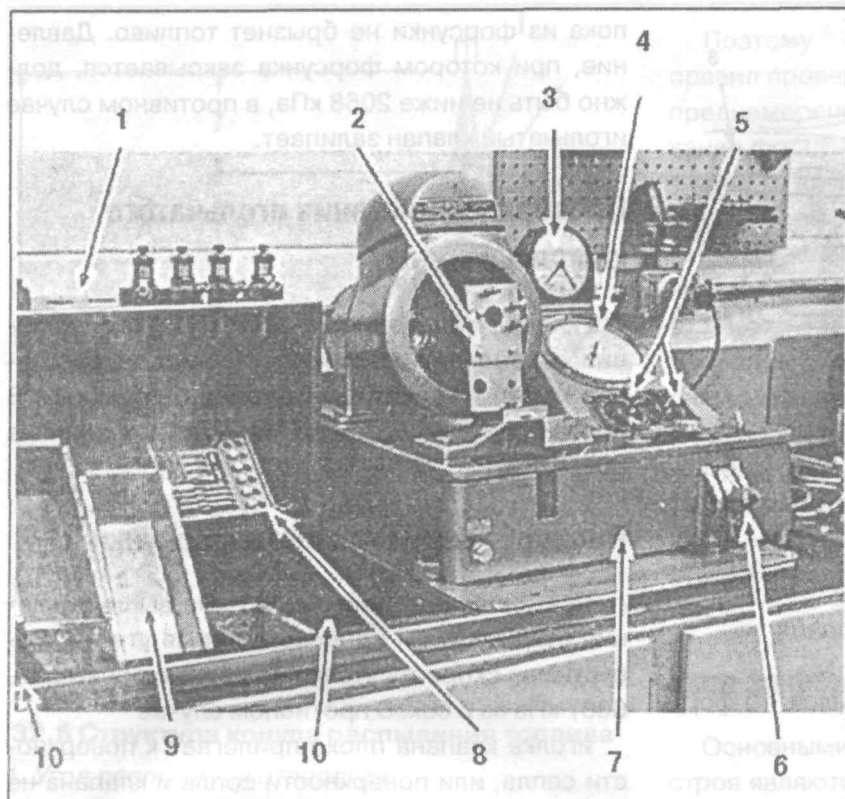
Насосом ручной подкачки создайте давление на форсунке, делая за 1 сек 2 цикла подкачки.

Искажения конуса и крупных капель топлива наблюдаться не должно. На многосопловых



### 32.8 Снятие форсунки с фланцевым креплением

1. Форсунка
2. Болты крепления
3. Медная уплотнительная шайба
4. Пробковая прокладка



**32.9 Стенд для очистки и проверки форсунок**

1. Гребенка
2. Держатель форсунки
3. Секундомер
4. Манометр
5. Рукоятки регуляторов
6. Ручной насос
7. Тестер форсунок
8. Набор для очистки
9. Лотки для промывания форсунки
10. Бачки для промывания форсунки

форсунках конусы топлива должны быть одинаковы и равномерно распределены. Если форма конуса нарушена, то причиной является повреждение или засорение отверстия. При нормальной работе форсунки должен прослушиваться равномерный гул. В противном случае игольчатый клапан залипает.

При отсутствии стенда форсунки можно отсоединять по и проверять на топливной магистрали двигателя, проворачивая коленвал стартером.

Если результаты проверки форсунки удовлетворительные, то удалите налет с сопла форсунки и с держателя латунной щеткой. Повторно проверьте и отрегулируйте давление открывания.

### Разборка форсунки

Если результаты проверки форсунки неудовлетворительные, то ее следует разобрать, очистить, проверить, снова собрать и отрегулировать. Очистка форсунки выполняется на специальном стенде (Рисунок. 32.9).

**Внимание!** Форсунки следует разбирать и промывать каждую в отдельности. Сопло и игольчатый клапан невзаимозаменяемы.

Отверните колпачковую гайку и снимите шайбу, отверните гайку пружины, снимите опорную чашку пружины и толкатель. Детали фор-

сунки промойте чистым дизельным топливом. Установите форсунку в держатель вертикально вверх, отверните гайку и снимите сопло. Примите меры против выпадения игольчатого клапана, так как он может быть легко поврежден.

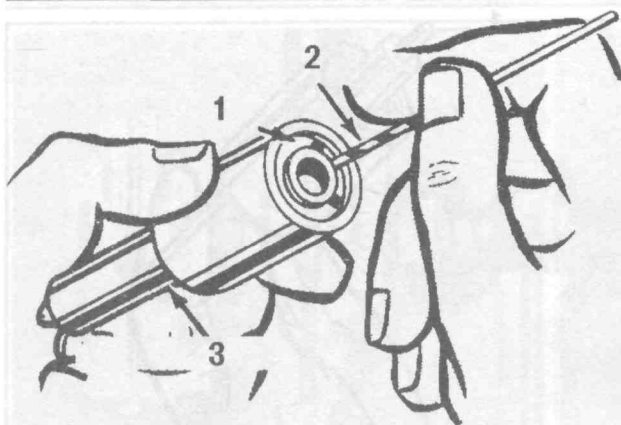
Чтобы разобрать форсунку, показанную на рисунке 32.5, установите форсунку в держатель вертикально вверх. Отверните гайку сопла, и снимите сопло, ограничительную пластину клапана, опорную чашку пружины, прокладки и пакет регулировочных шайб, не нарушая этого порядка разборки.

**Внимание!** Не допускается очищать корпус клапана форсунки (и другие детали) острым инструментом или мягкой наждачной бумагой.

В некоторых мастерских форсунки промываются в 15%-растворе каустической соды, или с помощью ультразвука. Если игольчатый клапан не удастся снять даже после вымачивания в растворе, удалите его с помощью гидравлического съемника стенда.

Очистите игольчатый клапан латунной щеткой, затем с латунным инструментом удалите нагар с острия иглы. Очистите игольчатый клапан о салфетку, смазанную бараньим жиром, и проверьте наличие на клапане ямок и следов выкрашивания. Проверьте состояние седла клапана. При обнаружении значительного износа седла форсунку следует заменить. Если же на седле обнаруживаются мелкие неровно-





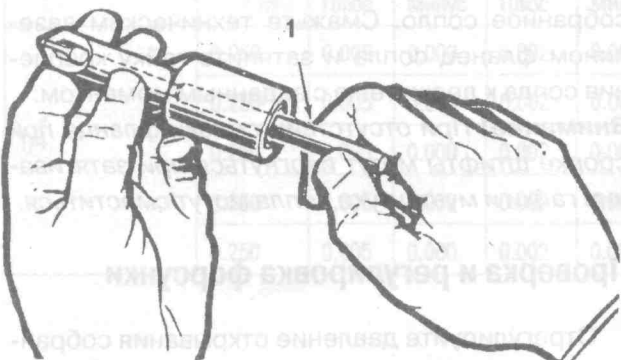
### 32.10 Очистка топливного канала форсунки

1. Канал
2. Сверло малого диаметра

сти (в виде часто расположенных рисок), то их можно удалить шлифовкой. Причиной появления царапин и задиров на седле игольчатого клапана является попадание грязи в топливо из-за его небрежного хранения, или выхода из строя топливного фильтра.

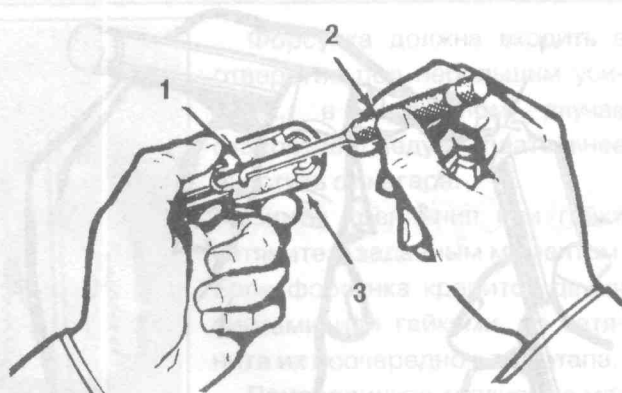
Корпус клапана форсунки следует сначала очистить снаружи с помощью мягкой латунной щетки и осмотреть состояние распылителей и разъемной поверхности.

Поверхность корпуса клапана, которая прилегает к ответной поверхности держателя форсунки, должна быть чистой. Ее следует притереть на притирочной плите. Чистоту поверхности плиты следует предварительно проверить и при необходимости отполировать и тщательно очистить. На притирочную поверхность равномерно нанесите жир или ювелирный крокусный порошок (окись железа) так, чтобы исключить возможность соприкосновения плиты и притираемой поверхности корпуса клапана. Притирка ведется "восьмерками" при неизменном уси-



### 32.12 Очистка свода напорной камеры форсунки

1. Инструмент для очистки



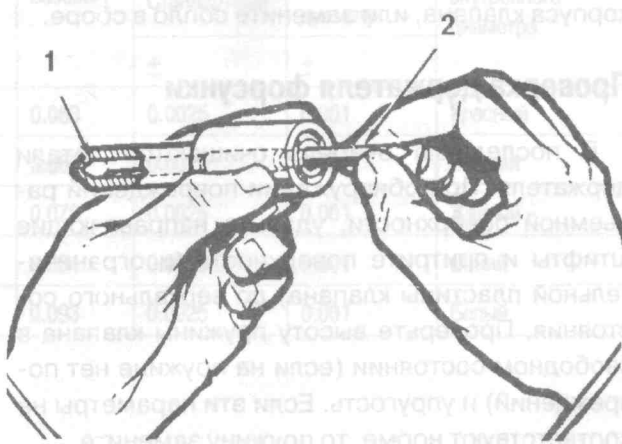
### 32.11 Очистка напорной камеры

1. Топливный канал
2. Скребок
3. Корпус клапана

лии, прикладываемом к корпусу, качание корпуса клапана во время притирки не допускается.

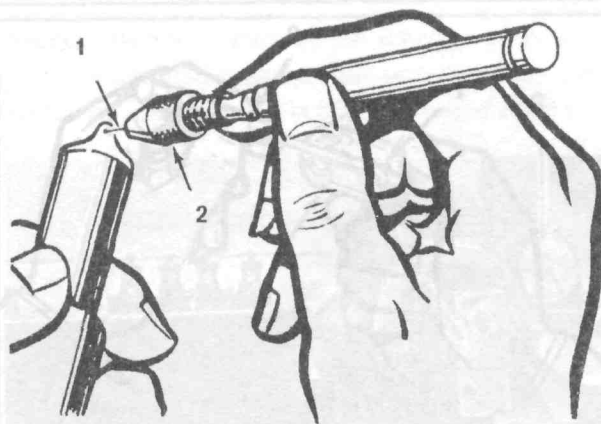
Промойте корпус клапана в чистом дизельном топливе и проверьте состояние притертой поверхности. Прочистите топливный канал сверлом или проволокой (Рисунок. 32.10). Полость корпуса (напорную камеру) очистите специальным скребком (Рисунок. 32.11). Очистите свод напорной камеры форсунки (Рисунок. 32.12) и седло (Рисунок. 32.13).

Для очистки распылителя от нагара используйте проволоку подходящего диаметра, поставляемую в комплекте для чистки форсунок. Закруглите окончание проволоки или придайте окончанию коническую форму. Отверстие распылителя прочищайте, вращая проволоку. По окончании промойте клапан и корпус клапана. По окончании промойте корпус клапана в чистом дизельном топливе.



### 32.13 Очистка седла форсунки

1. Седло
2. Скребок для чистки седла



32.14 Очистка распылителя форсунки

1. Проволока
2. Ручные тиски с патроном

Проверьте свободу перемещения игольчатого клапана в корпусе. Для этого вставьте клапан так, чтобы наружу выступала 1/3 часть его длины и установите корпус под углом 45°. Клапан должен соскользнуть.

Если клапан залипает, то очистите его в баке с жиром. Если эта мера не даст результата, то сопло в сборе замените.

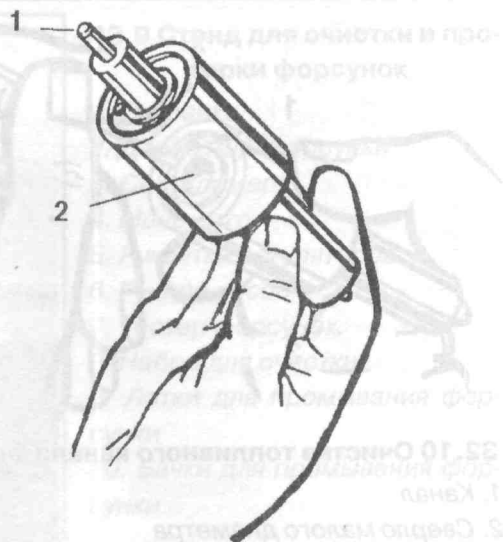
### Проверка подъема игольчатого клапана форсунки

Величина подъема клапана сильно влияет на форму топливного конуса. Подъем клапана проверяется глубиномером. Установите ножку глубиномера так, чтобы она упиралась в заплечик клапана и установите индикатор на ноль. Затем выведите ножку до упора в разъемную плоскость корпуса клапана. Разность показаний равна подъему клапана. Если подъем превышает норму, то притрите разъемную поверхность корпуса клапана, или замените сопло в сборе.

### Проверка держателя форсунки

В последнюю очередь очищаются детали держателя. При обнаружении повреждений разъемной поверхности, удалите направляющие штифты и притрите поверхность (и ограничительной пластины клапана) до зеркального состояния. Проверьте высоту пружины клапана в свободном состоянии (если на пружине нет повреждений) и упругость. Если эти параметры не соответствуют норме, то пружину замените.

**Внимание!** После притирки поверхности смажьте ее техническим вазелином, чтобы предотвратить коррозию.



32.15 Проверка свободы перемещения игольчатого клапана в корпусе

1. Игольчатый клапан
2. Корпус клапана

### Сборка форсунки

Установите держатель форсунки в оснастку станка и оденьте сопло на направляющие штифты (если предусмотрены). Затяните гайку с заданным моментом. Излишняя затяжка гайки приведет к деформации сопла и клапана, или к появлению задиров на этих деталях.

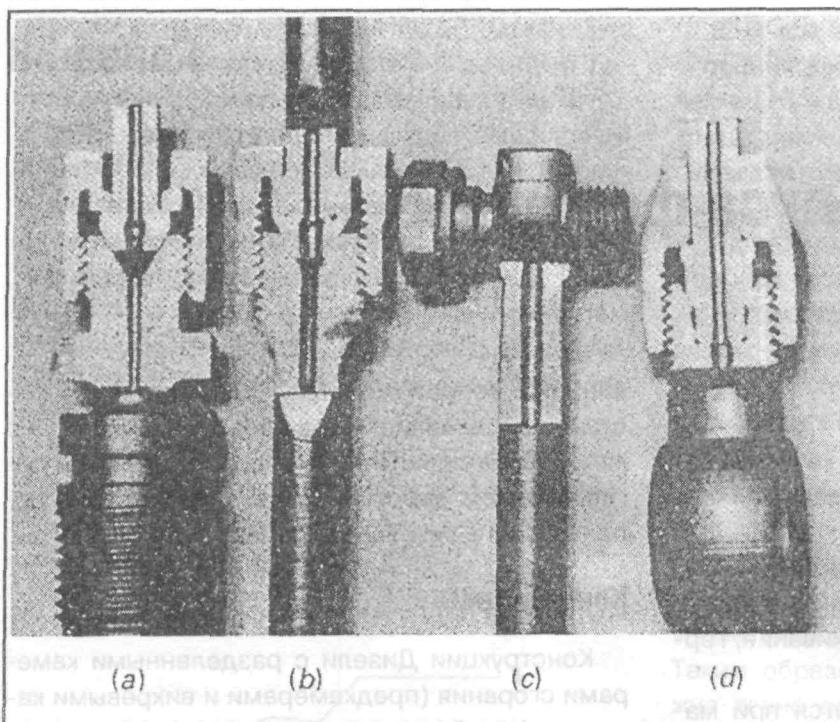
Переверните форсунку и установите толкатель, пружину, пластину, затяните гайку пружины от руки.

Для сборки форсунки, показанной на рисунке 32.5, установите форсунку в держатель станка верхней частью вниз. Смажьте техническим вазелином (для временной склейки) прокладку и пакет регулировочных шайб, введите их в отверстие держателя. Установите в отверстие пружину и чашку пружины, установите на держатель форсунки ограничительную пластину и собранное сопло. Смажьте техническим вазелином фланец сопла и затяните гайку крепления сопла к держателю с заданным моментом.

**Внимание!** При отсутствии смазки фланца при сборке штифты могут изогнуться при затягивании гайки и мундштуки сопла могут сместиться.

### Проверка и регулировка форсунки

Отрегулируйте давление открывания собранной форсунки вращением винта или путем подбора толщины пакета шайб. Как правило, на новых пружинах форсунки давление открывания должно быть на 344 кПа выше чем нормативное.



**32.20 Типовые резьбовые соединения топливных трубок**

Далее проверьте конус факела и степень распыления топлива, и герметичность форсунки (см. выше).

### Установка форсунки

Очистите отверстие под форсунку. При необходимости отверстие очистите специальной разверткой.

Форсунка должна входить в отверстие под небольшим усилием, в противном случае отверстие следует тщательнее очистить от нагара.

Винты крепления или гайки затяните с заданным моментом. Если форсунка крепится двумя винтами или гайками, то затяните их поочередно в три этапа.

Присоедините топливные магистрали. Из напорных трубок удалите воздух, провернув колесиком стартером. Запустите двигатель и проверьте наличие утечек топлива.

### Трубки и соединения системы впрыска

Трубки топливных магистралей цельнотянутые, изготовлены из низкоуглеродистой стали.

Напряжение на разрыв трубок должно быть не ниже 310-380 МПа. Радиус кривизны изгиба трубок не должен быть меньше 25 мм. Типовые размеры стандартных топливных трубок и их маркировка приведены в табл. 32.1.

Резьбовые соединения обеспечиваются с помощью штуцеров (Рисунок. 32.20).

**Таблица 32.1. Типовые размеры топливных трубок и их маркировка**

| Номинальный наружный диаметр<br>(в дюймах) | Наружный диаметр |                       |                   |       |             | Внутренний диаметр |                       |       | Цветовая маркировка базового внутреннего диаметра |
|--|------------------|-----------------------|-------------------|-------|-------------|--------------------|-----------------------|-------|---|
|  | Базовый          | Допустимые отклонения |                   |       |             | Базовый            | Допустимые отклонения |       |   |
|  |                  | Стандартный           | Свободный диаметр |       | Стандартный |                    | Свободный диаметр     |       |   |
|  |                  |                       | Плюс              | Минус |             |                    |                       | Плюс  |   |
| 1/4  | 0.250            | 0.005                 | 0.000             | 0.002 | 0.000       | 0.063              | 0.0025                | 0.001 | Красный   |
|  | 0.250            | 0.005                 | 0.000             | 0.002 | 0.000       | 0.067              | 0.0025                | 0.001 | Черный  |
|  | 0.250            | 0.005                 | 0.000             | 0.002 | 0.000       | 0.078              | 0.0025                | 0.001 | Желтый  |
|  | 0.250            | 0.005                 | 0.000             | 0.002 | 0.000       | 0.084              | 0.0025                | 0.001 | Синий   |
|  | 0.250            | 0.005                 | 0.000             | 0.002 | 0.000       | 0.093              | 0.0025                | 0.001 | Белый   |



## Глава 33

# Форсунки и корпуса форсунок

## Функции

Форсунки и их корпуса служат в качестве соединительного элемента между насосом подачи топлива и двигателем.

Их основными функциями являются: участие в дозировании топлива; распыливание топлива; обеспечение характеристик впрыскивания; герметизация камеры сгорания.

Дизельное топливо впрыскивается при максимальных величинах давления порядка 1200 бар, значения которых в будущем, вероятно, будут еще выше. В этих условиях дизельное топливо перестает вести себя как сплошная несжимаемая жидкость и становится сжимаемым. Во время короткого времени подачи (в пределах 1 мс) топливо в системе высокого давления как бы сжимается – поперечное сечение соплового отверстия форсунки определяет количество топлива и распределение его в камере сгорания двигателя.

В соответствии с длиной, диаметром отверстия и его направлением форсунка оказывает основное влияние на образование факела топлива с соответствующими изменениями показателей мощности, расхода топлива и токсичности отработавших газов двигателя.

В определенных пределах возможно обеспечить оптимальное управление, определяемое ходом запорной иглы форсунки и регулированием ее характеристики.

Распылительное сопло должно обеспечивать герметичность системы впрыскивания топлива при чрезмерном нагреве до температур порядка 1000° С и при высоком давлении газов в камере сгорания двигателя. Для предупреждения противотока горящих газов, когда сопла форсунки все еще открыты, давление в камере повышенного давления форсунки должно быть выше, чем давление в камере сгорания. Это требование становится особенно важным в конце впрыскивания (когда уменьшение давления

впрыска сопровождается чрезмерным возрастанием давления продуктов сгорания). Оно может быть обеспечено только тщательным согласованием работы насоса впрыскивания топлива, распылительного сопла и запорной иглы.

## Конструкции

Конструкции Дизели с разделенными камерами сгорания (предкамерами и вихревыми камерами) требуют разработки форсунок, отличающихся от используемых в неразделенных камерах сгорания. Для данных камер сгорания используются закрытые форсунки (с запорной иглой), имеющие распылитель с одним отверстием и обычно оснащенные иглами, открывающими одно отверстие. Двигатели с непосредственным впрыскиванием топлива с неразделенными камерами сгорания обычно требуют применения форсунок со многими распылительными отверстиями.

## Дроссельно-игольчатые форсунки

Один распылитель (тип DN..SD..) и один корпус форсунки (тип KCA с резьбовым соединением) обычно используются в двигателях с предкамерой и вихревой камерой. Стандартный корпус форсунки имеет резьбу M 24x2 и отворачивается 27-миллиметровым гаечным ключом.

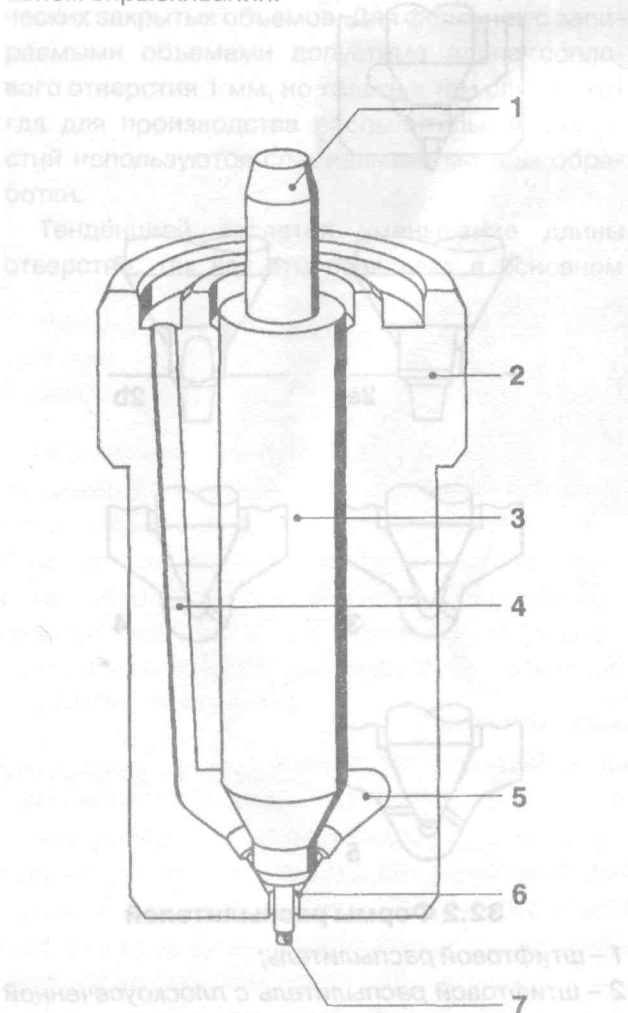
Форсунки DN 0 SD в основном имеют диаметр иглы 6 мм с нулевым углом факела. Применяются и распылители с коническим углом факела (например, 12° для DN 12 SD..). Когда пространство для установки форсунок ограничено, то используются корпуса меньших размеров (например, KCE).

Отличительной характеристикой штифтовых форсунок является изменение отверстия распылителя (и, следовательно, скорости потока) в виде функции хода иглы.

Сопло в виде распылительного отверстия показывает немедленное возрастание проходного

сечения во время открытия иглы. Штифтовые форсунки характеризуются очень плавным ростом сечения при средних величинах хода иглы. В пределах этого диапазона хода штифт иглы остается в распыливающем отверстии. Пропускное отверстие для потока состоит только из небольшого углового зазора между отверстием распыления большего размера и штифта иглы. При возрастании хода иглы она полностью открывает отверстие распылителя с последующим существенным возрастанием размера отверстия.

Это изменение отверстия, чувствительного к длине хода, может использоваться для организации в определенной степени управления законом впрыскивания.



### 32.0 Штифтовой распылитель

- 1 – нажимной штифт;
- 2 – распылитель;
- 3 – игла;
- 4 – впускной канал;
- 5 – камера сжатия;
- 6 – распылительное отверстие;
- 7 – штифт распылителя

В начале впрыскивания из форсунки в камеру сгорания вводится только ограниченное количество топлива, а основная его часть подается в конце цикла. Такая последовательность впрыскивания снижает жесткость процесса сгорания.

При малом сечении отверстия и излишне малом ходе иглы ускоряется возвращение иглы из зоны дросселирования. Впрыскиваемое количество топлива, приходящееся в единицу времени, резко возрастает, и, соответственно, повышается жесткость процесса сгорания.

Подобное влияние оказывается при использовании чрезмерно малых отверстий в конце цикла впрыска топлива – объем, перемещаемый закрывающейся иглой форсунки, ограничивается более узким отверстием. Результат – увеличение продолжительности такта впуска топлива. Таким образом, конфигурация отверстия должна точно соответствовать закону подачи топлива насосом с учетом специфических условий процесса сгорания топлива.

Во время работы двигателя в дросселирующем зазоре происходит коксование (отложение нагара). Уровень формирования отложения определяется качеством топлива и условиями работы двигателя. В большинстве случаев для прохода топлива остается только 30-процентное сечение по отношению к исходному. Значительно меньшие и более ровные отложения обнаруживаются на плоских игольчатых форсунках, в которых кольцевое отверстие между корпусом форсунки и штифтом почти равно нулю. Уменьшение площади пропускного сечения потока способствует повышению эффекта самоочистки.

Температуры выше 220°C ускоряют образование нагара на форсунках. Для предотвращения этого явления применяются тепловые экраны, передающие тепло от камеры сгорания к головке блока цилиндров.

Для выполнения отверстий распыления, которые бы соответствовали точным геометрическим допускам, используются наиболее совершенные технологии.

### Многоструйные распылители

Для форсунок этого типа имеются разнообразные комплекты распылителей (ДНК). В противоположность штифтовым, многоструйные распылители обычно устанавливаются в заранее заданном положении для обеспечения

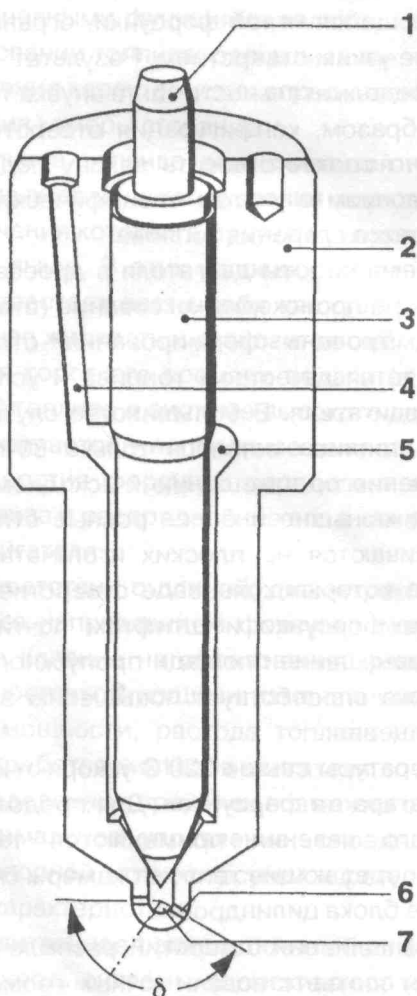


правильного соотношения между угловым расположением сопловых отверстий и камерой сгорания двигателя.

По этой причине для установки комплекта, включающего форсунку и корпус, в головке блока цилиндров обычно используются выступы или банджо-болты, а дополнительное винтовое удерживающее устройство обеспечивает необходимую ориентацию. Многодырчатые форсунки используют диаметры игл 6 и 5 мм (размерность S) и 4 мм (размерность P). Пружины форсунок должны соответствовать различным

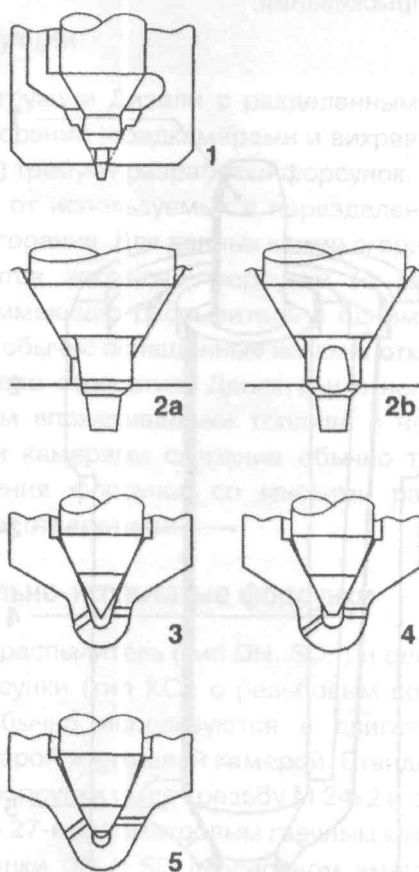
диаметрам игл и предельным величинам давлений во время открытия (180 бар).

В конце впрыскивания существует опасность засасывания в форсунку продуктов сгорания, поэтому необходимо предотвращать нестабильность гидравлических процессов. Диаметр запорной иглы и ее пружина должны тщательно подбираться с целью обеспечения надежной герметизации топливной форсунки. Существуют три различных варианта закрытого объема в концевом конусе форсунок многодырчатого типа: конический закрытый объем, цилиндрический закрытый объем и запираемые отверстия. В зависимости от типа распыливаю-



**32.1 Многоструйный распылитель**

- 1 – нажимной штифт;
- 2 – распылитель;
- 3 – игла распылителя;
- 4 – впускной канал;
- 5 – камера высокого давления;
- 6 – распыливающее отверстие;
- 7 – закрытый объем;
- 8 – угол между распыливающими отверстиями



**32.2 Формы распылителей**

- 1 – штифтовой распылитель;
- 2 – штифтовой распылитель с плоскоусеченной иглой;
- 2a – вид сбоку;
- 2b – вид спереди;
- 3 – многоструйный распылитель с коническим закрытым объемом;
- 4 – многоструйный распылитель с цилиндрическим закрытым объемом;
- 5 – распылитель с перекрывающимися отверстиями

щего отверстия, в конце впрыскивания топлива в форсунке остается некоторый заданный объем топлива, который затем испаряется и в камеру сгорания попадают пары топлива. Этот объем уменьшается в следующем порядке в зависимости от выбираемых вариантов форсунок: штифтовая форсунка, форсунка с запираемыми отверстиями и плоско-игольчатая форсунка. Выпуск углеводородов в составе отработавших газов двигателя уменьшается в том же порядке в зависимости от уровня испарения топлива.

Длина распылительного отверстия ограничивается механической прочностью конуса форсунки. В настоящее время минимальная длина соплового отверстия впрыска топлива составляет 0,6–0,8 мм для цилиндрических и конических закрытых объемов. Для форсунок с запираемыми объемами допустима длина соплового отверстия 1 мм, но только в том случае, когда для производства распылительных отверстий используются специальные методы обработки.

Тенденцией является уменьшение длины отверстия, так как это позволяет в основном

обеспечивать лучший контроль над снижением дымности отработавших газов. Для обеспечения допусков по пропускной способности в пределах  $\pm 3,5\%$  для форсунок многодырчатого типа может быть использован процесс сверления. Дополнительные прецизионные процедуры (например, гидроэрозионная обработка) могут применяться в пределах допусков  $\pm 2\%$  для конкретных случаев применения. Однако термостойкость материалов ограничивает максимальные температуры для однодырчатых форсунок приблизительно до  $270^\circ\text{C}$ . Во время работы в особо трудных условиях следует иметь в распоряжении термозащитные втулки, а также охлаждаемые топливные форсунки для двигателей с большим рабочим объемом.

**По материалам автомобильного справочника Bosch.**

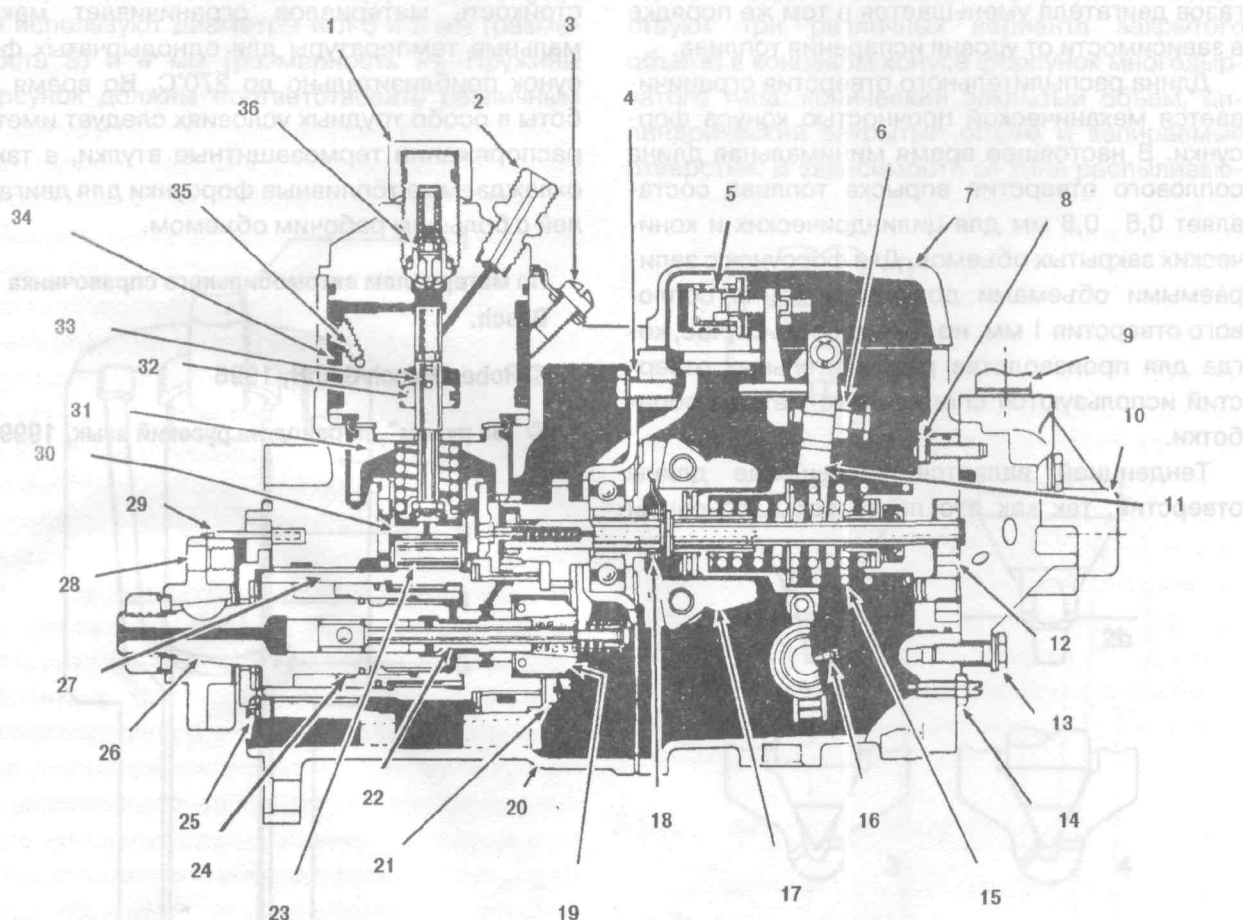
© Robert Bosch GmbH, 1996

© "За рулем", перевод на русский язык, 1999



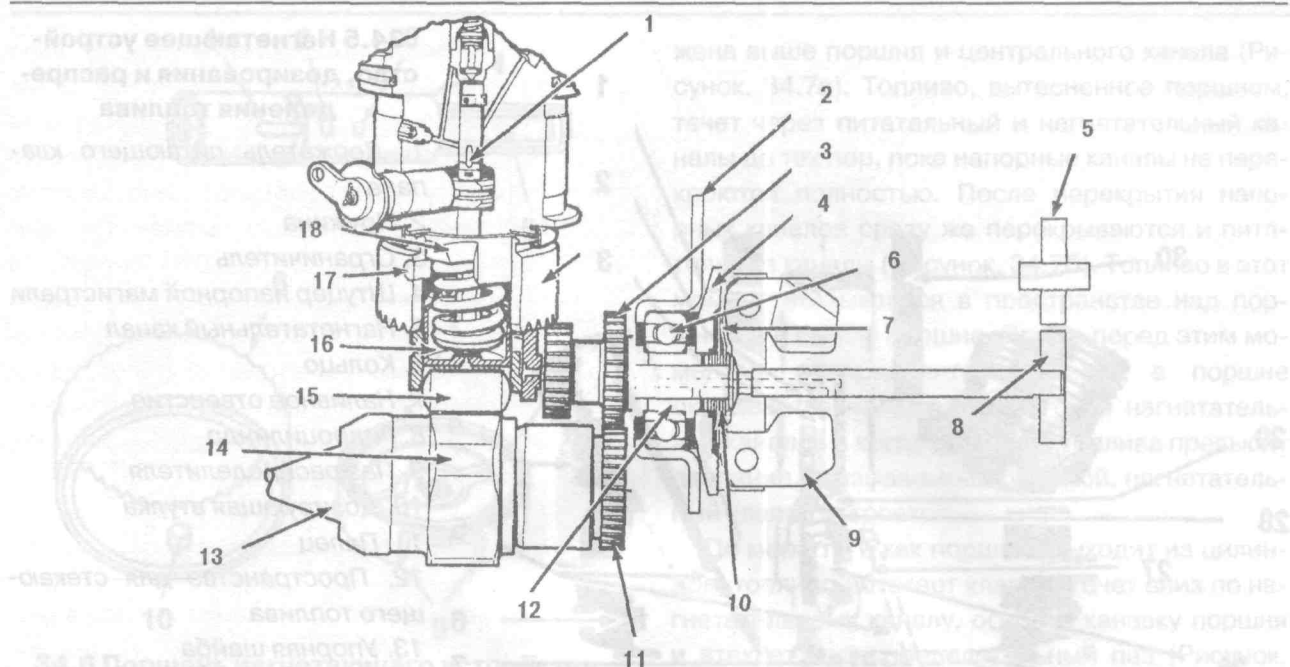
## Глава 34

# Распределительные топливные насосы впрыска



## 34.1 Топливный насос впрыска

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1. Колпачковая гайка   | 12. Привод насоса перекачки топлива                     | 24. Втулка                                   |
| 2. Штуцер напорной магистрали  | 13. Болт  | 25. Передняя стопорная пластина              |
| 3. Винт  | 14. Регулировочный винт быстрых оборотов холостого хода | 26. Ведущий валик                            |
| 4. Пластина подшипника   | 15. Пружины регуляторов                                 | 27. Распредвал                               |
| 5. Регулировочный винт устройства обогащения топливной смеси при пуске двигателя | 16. Винт пружины  | 28. Муфта                                    |
| 6. Винт ограничителя   | 17. Противовесы   | 29. Указатель для установки ведущей шестерни |
| 7. Крышка  | 18. Фрикционная муфта сцепления                         | 30. Кулачок                                  |
| 8. Винты крепления корпуса насоса перекачки топлива                              | 19. Противовесы   | 31. Смешанная зубчатая передача              |
| 9. Ручной насос подкачки топлива   | 20. Корпус  | 32. Регулировочная втулка                    |
| 10. Корпус насоса подкачки   | 21. Задняя стопорная пластина                           | 33. Плунжер                                  |
| 11. Рычаг  | 22. Клапан исполнительного механизма                    | 34. Отстойник                                |
|  | 23. Ролик   | 35. Пробка                                   |
|  |   | 36. Питающий клапан                          |



34.2 Устройство привода

- |                                     |                                     |   |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1. Плунжер                          | 7. Подпружиненные диски             | 14. Кулачок распределителя насоса       |
| 2. Задняя пластина                  | 8. Ведущая шестерня насоса подкачки | 15. Ролик                               |
| 3. Шестерня привода регулятора      | 9. Противовес                       | 16. Кулачок                             |
| 4. Крестовина                       | 10. Фрикционное сцепление           | 17. Палец                               |
| 5. Ведомая шестерня насоса подкачки | 11. Шестерня распределителя         | 18. Ступица смешанной зубчатой передачи |
| 6. Подшипник                        | 12. Втулка                          |   |
|                                     | 13. Ведущий вал насоса              |   |

Распределительные топливные насосы устанавливаются на дизелях сравнительно небольшого литража. В состав устройства большинства распределительных топливных насосов входят устройство привода, устройство для подачи топлива в цилиндры (нагнетающее устройство), дозирования и распределения топлива и устройство управления.

### Устройство привода

Это устройство предназначено для привода регулятора топлива, и вращательно-поступательного движения поршня. В состав устройства привода входят муфта привода, распределитель с шестерней привода, направляющая толкателя и ролик, смешанная зубчатая передача, шестерня привода регулятора, вал регулятора, фрикционное сцепление и шестерня привода насоса перекачки топлива.

Вращение на муфту и на трех- или четырехкулачковый распределитель передается от распределительных шестерен. На части дизелей предусматривается регулятор момента впрыска.

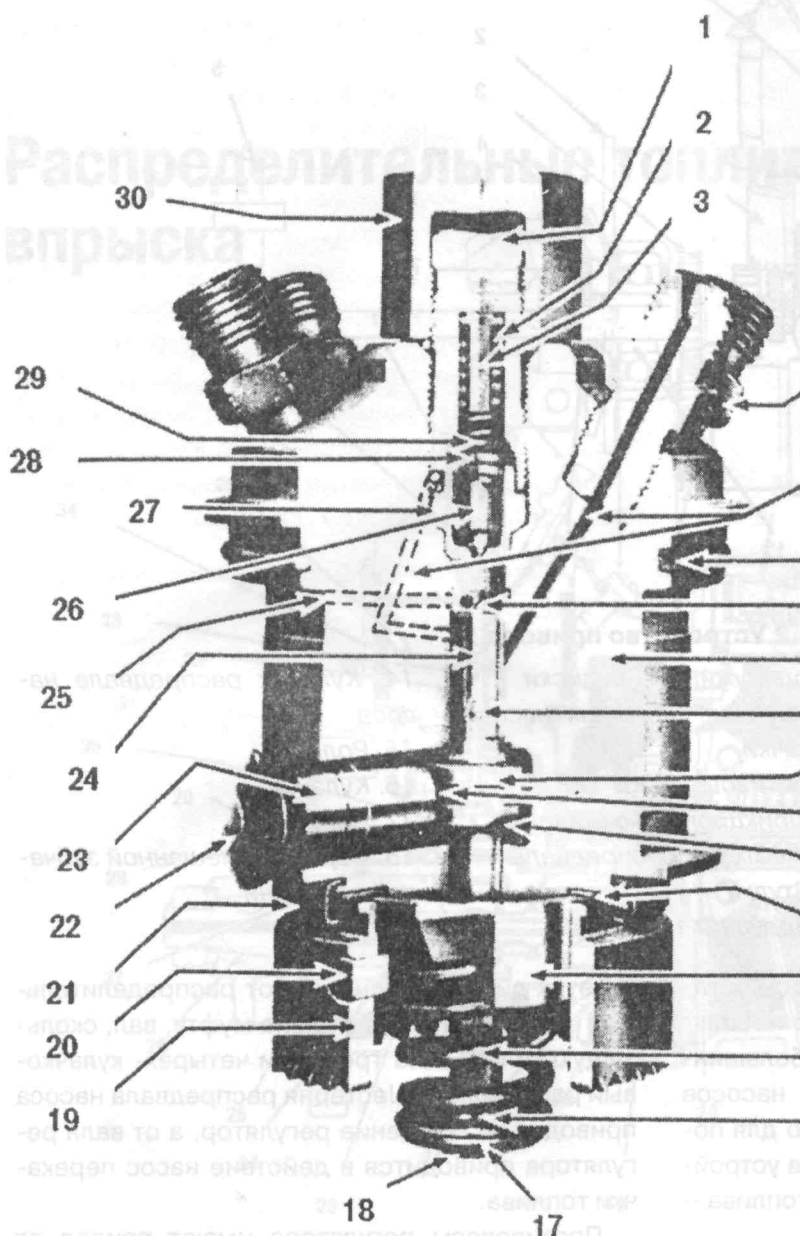
На этих дизелях вращение от распределительных шестерен передается на муфту, вал, скользящую гильзу и на трех- или четырехкулачковый распределитель. Шестерня распределителя насоса приводит во вращение регулятор, а от вала регулятора приводится в действие насос перекачки топлива.

Противовесы регулятора имеют привод от фрикционной муфты, чтобы уменьшить крутильные колебания. Вращение плунжера насоса обеспечивается второй шестерней привода регулятора через смешанную зубчатую передачу.

### Нагнетающее устройство, устройства дозирования и распределения топлива

В состав этого устройства входят распределитель с шестерней, смешанная передача со ступицей, гидроцилиндр, втулка и блок управления (Рисунок. 34.5). В расточку верхней части гидроцилиндра ввернут питающий клапан. Внутри гидроцилиндра предусмотрены каналы, соединяющие пространство (резервуаром) между гидроцилиндром и стенками корпуса, наливные





### 34.5 Нагнетающее устройство, дозирования и распределения топлива

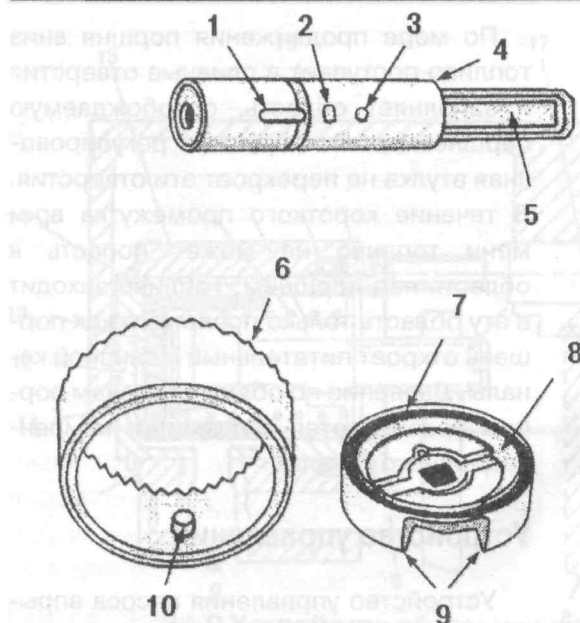
1. Держатель питающего клапана
2. Пружина
3. Ограничитель
4. Штуцер напорной магистрали
5. Нагнетательный канал
6. Кольцо
7. Наливное отверстие
8. Гидроцилиндр
9. Паз распределителя
10. Дозирующая втулка
11. Палец
12. Пространство для стекающего топлива
13. Упорная шайба
14. Ступица смешанной передачи
15. Пружина поршня
16. Нижняя чашка пружины
17. Разрезная пластина
18. Тарелка поршня
19. Смешанная передача
20. Палец
21. Стопорное кольцо шестерни смешанной передачи
22. Рычаг
23. Блок управления
24. Поршень
25. Впускной канал топлива
26. Питающий клапан
27. Корпус питающего клапана
28. Дистанционная прокладка
29. Направляющая пружины
30. Гайка

отверстия и отстойник резервуара с каналами вывода топлива. Канал питающего клапана пересекается с компенсационным каналом. От гидроцилиндра симметрично отходят четыре, шесть или восемь нагнетательных каналов. Количество этих каналов равно количеству цилиндров двигателя. В поршне гидроцилиндра имеются одно центральное сверление и два поперечных. Поршень соединяется со ступицей смешанной передачи через направляющую поршня (Рисунок. 34.6). Весь механизм удерживается в гидроцилиндре стопорной пластиной. Верхняя часть пружины поршня упирается в шайбу, а нижняя часть соединена с поршнем через оп-

порную чашку и крепится на поршне разрезной пластиной.

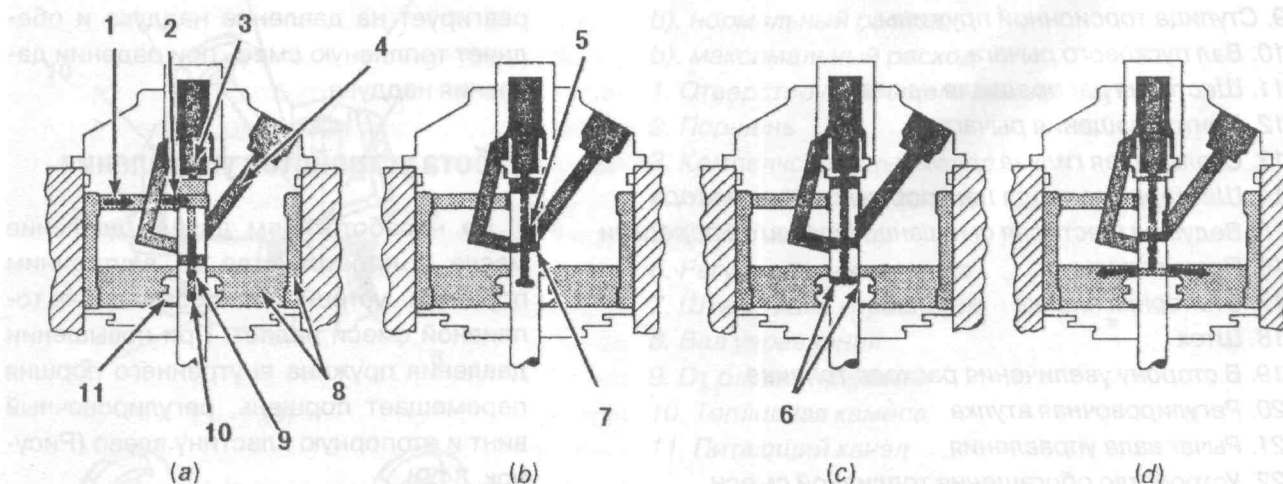
### Принцип работы нагнетающего устройства и устройств дозирования и распределения топлива

Когда толкатель упирается в базовую окружность кулачка распредвала насоса, сливной и напорный каналы поршня находятся в нижней части объема заполняемого топливом ("резервуара"). Топливо из этого пространства проходит через питательный и нагнетательный каналы и поступает в область, которая располо-



### 34.6 Поршень нагнетающего устройства

1. Паз для распределения топлива
2. Отверстие нагнетающего канала
3. Сливное отверстие
4. Поршень
5. Плоская часть поршня
6. Смешанная передача
7. Ступица
8. Направляющая поршня
9. Паз
10. Палец



### 34.7 Процесс нагнетания в топливном насосе впрыска

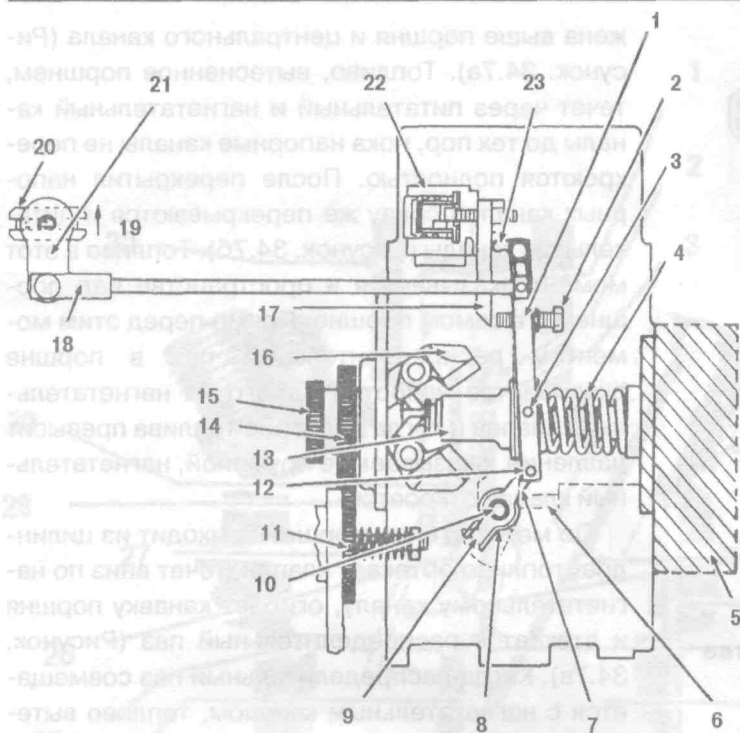
- a). впуск
- b). закрытие канала
- c). впрыск
- d). слив топлива (окончание впрыска)

1. Питательный канал
2. Отверстие питательного канала
3. Нагнетательный клапан
4. Нагнетательный канал

5. Распределительный паз
6. Каналы слива топлива
7. Компенсационное кольцо
8. Объем топлива ("резервуар")

жена выше поршня и центрального канала (Рисунок. 34.7a). Топливо, вытесненное поршнем, течет через питательный и нагнетательный каналы до тех пор, пока напорные каналы не перекроются полностью. После перекрытия напорных каналов сразу же перекрываются и питательные каналы (Рисунок. 34.7б). Топливо в этот момент оказывается в пространстве над поршнем и в самом поршне. Прямо перед этим моментом распределительный паз в поршне оказывается напротив одного из нагнетательных каналов и когда давление топлива превысит давление, оказываемое пружиной, нагнетательный клапан откроется.

По мере того как поршень выходит из цилиндра, топливо обтекает клапан, течет вниз по нагнетательному каналу, огибает канавку поршня и втекает в распределительный паз (Рисунок. 34.7в). Когда распределительный паз совмещается с нагнетательным каналом, топливо вытекает через этот канал и отверстие и поступает в трубки форсунок. Когда верхний край сливных каналов минует верхний край регулировочной втулки, топливо под высоким давлением протекает через сливной канал и попадает в резервуар поршня. По мере открывания сливных каналов нагнетательный клапан прижимается к седлу и давление впрыска падает. Немного позже (через угол поворота в несколько градусов)



34.8 Схема устройства управления

1. Рычаг обогатителя
2. Винт ограничителя
3. Ось рычага
4. Наружная и внутренняя пружины регулятора
5. Насос перекачки топлива
6. Ограничительный винт быстрых оборотов холостого хода
7. Кронштейн
8. Торсионная пружина
9. Ступица торсионной пружины
10. Вал пускового рычага
11. Шестерня распредвала насоса
12. Центр вращения рычага
13. Скользящая гильза
14. Шестерня привода центробежного регулятора
15. Ведущая шестерня смешанной зубчатой передачи
16. Противовесы
17. Стопорная планка
18. Шток
19. В сторону увеличения расхода топлива
20. Регулировочная втулка
21. Рычаг вала управления
22. Устройство обогащения топливной смеси
23. Носовая часть поворотного кулачка

распределительный паз отходит от отверстия нагнетательного канала, поршень перекрывает этот канал и в нем удерживает топливо (Рисунок. 34.7г).

По мере продвижения поршня вниз топливо поступает в сливные отверстия и заполняет область, освобождаемую поршнем до тех пор, пока регулировочная втулка не перекроет эти отверстия. В течение короткого промежутка времени топливо не может попасть в область над поршнем. Топливо заходит в эту область только после того как поршень откроет питательный и сливной каналы. Давление по обеим сторонам поршня уравнивается с помощью компенсационного канала.

### Устройство управления

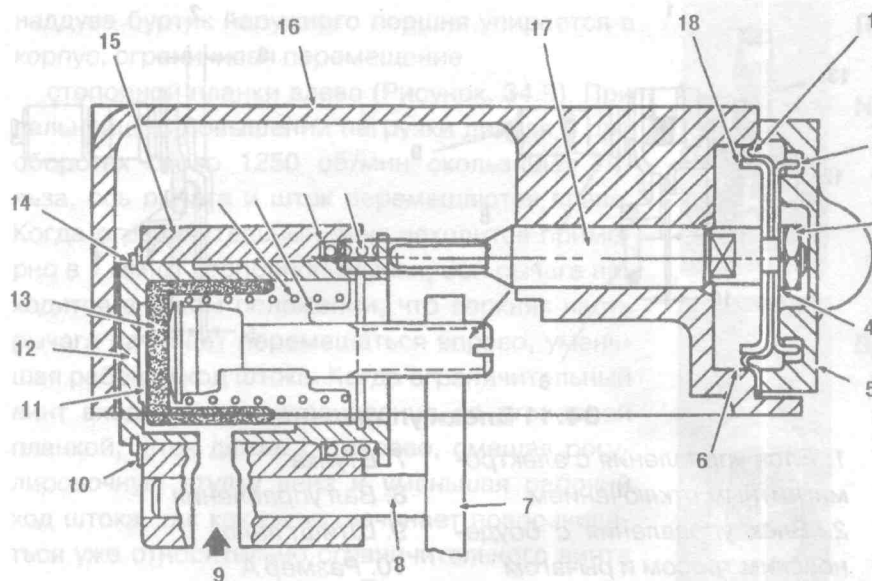
Устройство управления насоса впрыска состоит из центробежного регулятора, блока управления, штока (шток связывает вал блока управления с регулятором) и устройства обогащения топливной смеси при пуске двигателя (Рисунок. 34.8). На части дизелей с турбонаддувом устанавливаются комбинированные устройства обогащения, снабженные анероидом (Рисунок. 34.9).

Устройство обогащения топливной смеси обеспечивает увеличение хода штока (т.е. обогащение топливной смеси при пуске), а анероид является чувствительным элементом, который реагирует на давление наддува и обедняет топливную смесь при падении давления наддува.

### Работа устройства управления

На неработающем дизеле давление масла в пространстве за внутренним поршнем устройства обогащения топливной смеси падает. При повышении давления пружина внутреннего поршня перемещает поршень, регулировочный винт и стопорную пластину влево (Рисунок. 34.9).

Если необходимо повторно запустить дизель, то пусковой рычаг следует перевести в положение, соответствующее полностью открытой топливной магистрали. Так как давление масла отсутствует, то поршень устройства обогащения втянут и рычаг обогатителя поворачивается на оси. Под действием рычага обогатителя шток, блок управле-



34.9 Устройство обогащения с анероидом

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. Диафрагма          | 11. Уменьшенный объем за поршнем            |
| 2. Шайба              | 12. Наружный поршень                        |
| 3. Контргайка         | 13. Внутренний поршень                      |
| 4. Контровочная шайба | 14. Ограничительное кольцо                  |
| 5. Крышка             | 15. Корпус                                  |
| 6. Спираль            | 16. Верхняя крышка центробежного регулятора |
| 7. Стопорная пластина | 17. Поршень                                 |
| 8. Направляющий штифт | 18. Шайба                                   |
| 9. Вход масла         |   |
| 10. Прокладки         |   |

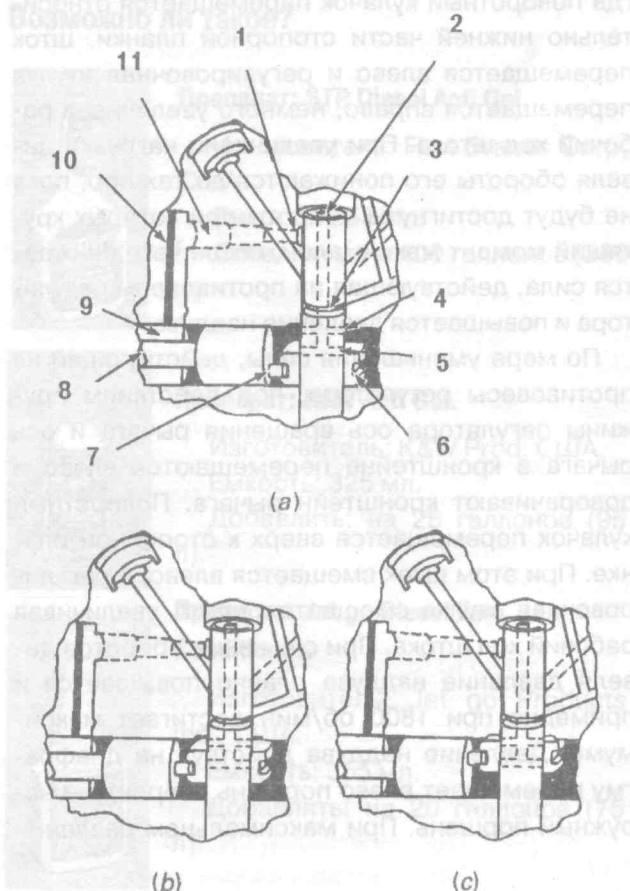
ния и гильза поршня перемещаются в положение, соответствующее повышенному расходу топлива.

Если устройство обогащения не предусмотрено, а стопорная планка остается в положении, соответствующем максимальному расходу топлива, то ход рычага и гильзы поршня ограничивается винтом так, что ход их значительно уменьшается. Это предотвращает пуск дизеля.

Когда двигатель останавливается и дроссельная заслонка переводится из положения быстрого холостого хода в положение, соответствующее малым оборотам холостого хода, вал и торсионная пружина вала поворачиваются против часовой стрелки. Это движение передается от пластины к торсионной пружине и от

#### 34.10 Принцип дозирования топлива

- расход топлива отсутствует,
- нормальный расход,
- максимальный расход



- Отверстие питающего канала
- Поршень
- Компенсационный канал
- Нагнетательные каналы
- Сливные каналы
- Регулировочная втулка
- Штифт вала управления
- Вал управления
- От блока управления
- Топливная камера
- Питающий канал



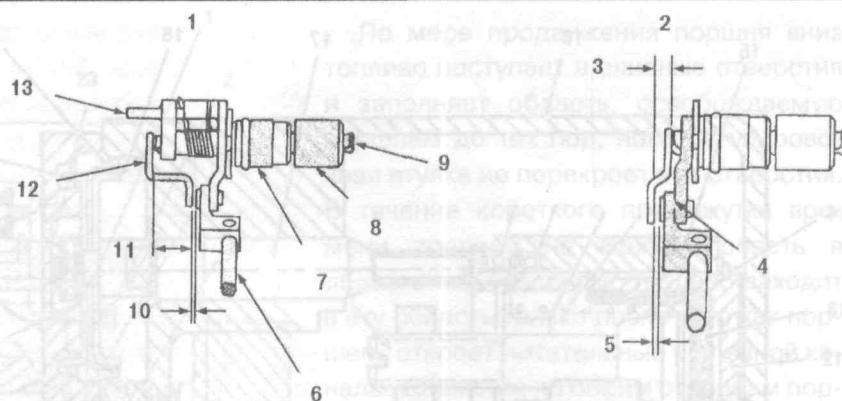
концов пружины к кронштейну рычага. При этом под одновременным действием пружин регулятора скользящая муфта, рычаг и шток перемещаются влево, противовесы регулятора сводятся и регулировочный винт упирается в стопорную пластину. Затем вал поворачивается по часовой стрелке и палец вала смещает регулировочную втулку вверх. При этом регулировочная втулка перемещается в стартовое положение (топливо перекрыто). При повороте дроссельной заслонки кронштейн рычага обогатителя упирается в ограничительный винт быстрых оборотов холостого хода. Пружина регулятора сжимается еще больше, носовая часть кулачка упирается в стопорную планку, блок управления поворачивается по часовой стрелке и регулировочная втулка перемещается вверх к положению, соответствующему наибольшему расходу топлива (Рисунок. 34.10в).

При запуске дизеля давление масла в камере за внутренним поршнем и в области перед ним повышается, однако, поршень остается втянутым из-за усилия пружины (давление масла действует на небольшую часть поверхности внутреннего поршня).

По мере нарастания оборотов дизеля до медленного холостого хода, давление масла повышается и перемещает внутренний поршень, регулировочный винт и стопорную планку вправо, до упора в ограничительное кольцо на наружном поршне (Рисунок. 34.9).

При нарастании оборотов дизеля до быстрого холостого хода давление наддува низкое и наружный поршень устройства обогащения остается на месте. Сила, действующая на противовесы регулятора, теперь достаточно велика, и скользящая гильза перемещается далее вправо, а носовая часть кулачка смещается от стопорной планки. В результате регулировочная втулка смещается вниз и расход топлива увеличивается до соответствующего быстрому холостому ходу.

Если дизель начинает работать под нагрузкой и обороты достигают 2250 об/мин, но давление наддува остается малым, то наружный



**34.11 Блоки управления**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Блок управления с электромагнитным отключением                       | 7. Втулка  |
| 2. Блок управления с боевым тросом и рычагом                            | 8. Вал управления  |
| 3. Размер А   | 9. Штифт вала  |
| 4. Рычаг вала управления  | 10. Размер А   |
| 5. Зазор, который должен проверяться при техобслуживании (0,07-0,43 мм) | 11. Зазор, который должен проверяться при техобслуживании (0,07-0,43 мм) |
| 6. Шток   | 12. Планка   |
|   | 13. Рычаг соленоидов   |

поршень устройства обогащения остается на месте. Сила, действующая на противовесы регулятора, немного уменьшается, и пружина регулятора смещает скользящую гильзу влево. Тогда поворотный кулачок перемещается относительно нижней части стопорной планки, шток перемещается влево и регулировочная втулка перемещается вправо, немного увеличивая рабочий ход штока. При увеличении нагрузки дизеля обороты его понижаются до тех пор, пока не будут достигнуты обороты при которых крутящий момент максимален, после чего снижается сила, действующая на противовесы регулятора и повышается давление наддува.

По мере уменьшения силы, действующей на противовесы регулятора, под действием пружины регулятора ось вращения рычага и ось рычага в кронштейне перемещаются влево и поворачивают кронштейн рычага. Поворотный кулачок перемещается вверх к стопорной планке. При этом шток смещается влево, а регулировочная втулка смещается вверх, увеличивая рабочий ход штока. При снижении оборотов дизеля давление наддува плавно повышается и примерно при 1800 об/мин достигает максимума. Давление наддува действуя на диафрагму перемещает влево поршень анероида и наружный поршень. При максимальном давлении

наддува буртик наружного поршня упирается в корпус, ограничивая перемещение

стопорной планки влево (Рисунок. 34.9). При дальнейшем повышении нагрузки дизеля и при оборотах около 1250 об/мин скользящая гильза, ось рычага и шток перемещаются влево. Когда ограничительный винт находится примерно в 1 мм от стопорной планки, оси рычага находятся в таком положении, что верхняя часть рычага начинает перемещаться вправо, уменьшая рабочий ход штока. Когда ограничительный винт входит в соприкосновение со стопорной планкой, шток движется вправо, смещая регулировочную втулку вниз и уменьшая рабочий ход штока, так как рычаг начинает поворачиваться уже относительно ограничительного винта а не поворотного кулачка. При уменьшении нагрузки дизеля сила, действующая на противовесы регулятора, возрастает, а давление наддува падает.

Для остановки дизеля включается обмотка запирающего соленоида, или вытягивается рукоятка механического отключающего устройства (Рисунок. 34.11).

## ИЗ ЛЕТНЕЙ СОЛЯРКИ –ЗИМНЮЮ

не прибегая к помощи экстрасенсов.

Возможно ли такое?



**Препарат: STP Diesel Anti Gel.**

Изготовитель: First Brands Corp, США.

Емкость: 355 мл.

Добавлять: на 100 галлонов (380 л).



**Препарат: K&W Anti Gel.**

Изготовитель: K&W Prod, США.

Емкость: 325 мл.

Добавлять: на 25 галлонов (95 л).



**Препарат: Jet go Diesel Fuel Conditioner.**

Изготовитель: Jet go Products Inc., США.

Емкость: 355 мл.

Добавлять: на 20 галлонов (75 л).



**Препарат: Wynn's Ice proof for diesel.**

Изготовитель: Wynn's Belgium N.V.

Емкость: 125 мл.

Добавлять: на 40-70 л.



**Препарат: "Аспект-Модификатор".**

Изготовитель: АО "Аспект", РФ.

Емкость: 245 мл.

Добавлять: на 150 л.

Вы, наверное, уже догадались, что речь пойдет не о промышленном производстве столь ценного в наших климатических условиях зимнего дизельного топлива. И уж тем более не о новом способе мошенничества. Просто попытаемся поставить себя на место водителя грузовика, которому в первые морозные дни "не повезло" с топливом. Конечно, факел, примус или паяльная лампа у него всегда под рукой, но помучиться все равно придется. А уж долго или нет – зависит от конкретной ситуации.

Попробуем добавить немного оптимизма. Речь пойдет о специальных препаратах – антигелевых присадках к дизельному топливу, предназначенных для улучшения его "зимних" свойств. Как обычно, в нашем эксперименте приняли участие несколько образцов подобных препаратов. Это STP Diesel Anti Gel, K&W Anti Gel, Jet go Diesel Fuel Conditioner, Wynn's Ice proof for diesel и "Аспект-Модификатор". Такая представительная компания собрана не столько ради определения лучшего или худшего среди них, сколько с целью более полно представить продукты, встречающиеся на рынке.

По мере понижения температуры воздуха на улице дизельное топливо "переживает" три стадии: вначале мутнеет, затем достигает так называемого предела фильтруемости и, наконец, застывает.

Температура помутнения характеризует начало гелеобразования содержащихся в топливе парафиновых углеводородов. Эта характерная температура после добавления в летнее топливо испытуемых присадок почти не изменилась (см. таблицу). Все верно, ведь подобные

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК В ЛЕТНЕМ ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

| Образец                                 | Изготовитель                 | Параметры                  |                                       |                            |
|---|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|   |                              | Температура помутнения, °C | Температура предела фильтруемости, °C | Температура застывания, °C |
| Дизельное топливо летнее (без присадок) | -                            | -5                         | -7                                    | -13                        |
| STP Diesel Anti Gel                     | First Brands Corp (США)      | -7                         | -15                                   | -22                        |
| K&W Anti Gel                            | K&W Prod. (США)              | -6                         | -18                                   | -28                        |
| Jet go Diesel FuelConditioner           | Jet go Products Inc.(США)    | -6                         | -18                                   | -25                        |
| Wynn's Ice proof for diesel             | Wynn's Belgium N.V.(Бельгия) | -6                         | -10                                   | -22                        |
| "Аспект-Модификатор"                    | АО "Аспект" (РФ)             | -6                         | -20                                   | -28                        |
| Дизельное топливо зимнее(без присадок)  | -                            | -25*                       | -15*                                  | -35*                       |

\*Величина ГОСТом не регламентируется.

депрессорные присадки не растворяют парафинов и не уменьшают их количества, а лишь связывают их, не позволяя объединяться в большие сгустки. Температура предела фильтруемости – не менее важный показатель. Ведь проблемы возникают уже тогда, когда первые сгустки парафинов начинают забивать фильтры. Последняя графа в таблице – температура застывания – показывает некий теоретический предел температуры, до которой вообще может "работать" топливо.

Что же показали испытания? Если у летнего топлива предел фильтруемости  $-7^{\circ}\text{C}$ , то при "правильном" добавлении какой-либо из присадок он опускается до  $-10$   $20^{\circ}\text{C}$ . Температура застывания при этом снижается с  $-13^{\circ}$  до  $-22$   $29^{\circ}\text{C}$ . Что ж, неплохо. Осталось разобраться, что значит "при правильном добавлении". Оказывается, что необходимо соблюсти не только рекомендованную производителем концентрацию препарата, но и температуру смешивания! А это значит, что "химичить" следует заблаговременно и "в тепле", пока проблемы с осаждением парафинов еще не начались.

Следует отметить еще два важных момента. Во-первых, подобные присадки не позволяют сделать из летнего топлива "настоящее" зимнее (с температурой застывания  $-35^{\circ}\text{C}$ ). Во-

вторых, эффект от их использования снижается с температурой. Так, попытка сделать из зимнего топлива арктическое даст меньший эффект, чем в наших опытах: в лучшем случае удастся выгадать 3-5 градусов. Кстати, о приведенных в таблице цифрах тоже нельзя говорить, что они абсолютны, окончательны и "обжалованию" не подлежат. Эффективность всех присадок зависит от группового и фракционного состава топлива, а он, в свою очередь, определяется сырьем и технологией производства солянки.

Можно бороться с застыванием дизельного топлива, добавляя в него керосин или бензин. Они в состоянии растворить некоторое количество парафиновых углеводородов. А можно ли сочетать это народное средство с добавкой описанных присадок? Оказывается, можно. При этом часть парафинов растворит в себе керосин, а еще часть будет связана депрессорной присадкой. Правда, общий эффект окажется несколько меньше, чем вы ожидаете. Однако даже если мы, взяв летнее дизельное топливо, произведем над ним не две, а двадцать две магические операции, получить из него арктическое все равно не удастся. Для этого придуманы более действенные промышленные методы.

**Александр БУДКИН, За Рулем**





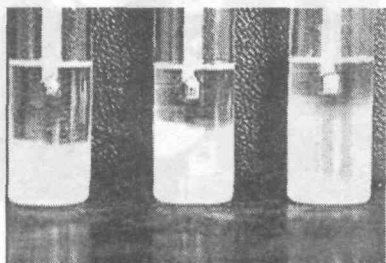
## Дизельная алхимия

### АНТИГЕЛЬ ИЛИ ДЕПРЕССАТОР?

Чтобы летнее дизельное топливо для дизельных двигателей стало пригодным к использованию в холодное время года, нужно найти эффективные рычаги воздействия на кристаллы парафинов, неизбежно образующиеся в нем при понижении температуры. Частично с этой задачей справляются так называемые депрессорные присадки: не оказывая влияния на общее содержание парафинов в дизтопливе, депрессаторы модифицируют и размельчают выпадающие кристаллы, давая возможность топливу даже при низких температурах сохранять приемлемую текучесть и беспрепятственно проходить через фильтры тонкой очистки. Однако ни одна депрессорная присадка не спасает зимнюю солянку от выпадения парафиновых углеводородов, в результате чего при хранении в условиях низких температур топливо разделяется на два слоя: верхний - прозрачный и нижний - мутный.

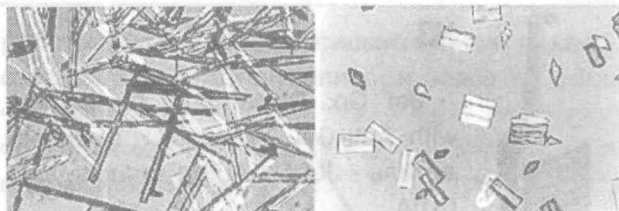


Если расслоение произошло в баке, то двигатель, скорей всего, запустится, но проработает недолго - кристаллическая фаза неоднородного топлива быстро забьет фильтрующие элементы, из-за чего мотор заглохнет или откажется работать под нагрузкой. Очень высокую склонность к расслоению при низких температурах проявляет летнее дизельное топливо, разбавленное бензином, хотя такой способ приготовления "зимней" солянки в свое время был даже рекомендован Госагропромом.



**Если заправленный автомобиль надолго оставить на холоде, в топливном баке произойдет постепенное расслоение солянки**

летнее дизельное топливо, разбавленное бензином, хотя такой способ приготовления "зимней" солянки в свое время был даже рекомендован Госагропромом.



**Кристаллы парафина в дизтопливе до (левое фото) и после введения депрессорной присадки**

Зависимость простая: чем больше массовая доля бензина, тем выше вероятность расслоения. Кроме того, разбавленное дизтопливо обладает худшими смазывающими свойствами, и это непременно скажется на долговечности топливной аппаратуры.

Чтобы подстраховаться от расслоения, химики придумали препараты класса "антигель". Эти составы переводят парафин в взвешенное состояние, в результате чего топливо становится однородным по всему объему и не дает осадка.

### В ЛАБОРАТОРИИ

Потребительские качества каждого из шестнадцати образцов зимних присадок мы оценивали по трем показателям. Во-первых, по внешнему виду самого продукта (однородность, наличие видимого осадка и т. д.). Во-вторых, по изменению предельной температуры фильтруемости (по ГОСТ-22254) и в-третьих, по температуре застывания (по ГОСТ-20287). Испытания проводились на типичном образце летнего дизельного топлива, причем введение присадок производилось в максимальной указанной на этикетке концентрации.



**N1**

Valvoline. Diesel Fuel Treatment.

Указанный производитель - Valvoline Int., Голландия



**N2**

Депрессорная присадка Аспект.

Д. Указанный производитель - АО Аспект, Россия

**N3**

Jet Go. Diesel Fuel Conditioner with Anti-Gel. Указанный производитель - Jet Go Auto Products, Inc., США

**N4**

Slider. Анти-гель. Указанный производитель - AVA Star C.I., Англия

**N5**

Johnsen's. Diesel Fuel Conditioner. Указанный производитель - TCC Dallas, США

**N6**

Master. Diesel Fuel Anti-Gel & Conditioner. Указанный производитель - Master Corp., США

**N7**

Gunk. Diesel Fuel Anti Gel. Указанный производитель - Radiator Speciality Company, США

**N8**

Liqui Moly. Diesel Fliess-fit. Указанный производитель - Liqui Moly GmbH, Германия

**N9**

STP. Heavy Duty Diesel Anti-Gel. Указанный производитель - First Brands Corp., США

**N10**

Депрессорная присадка Жидкость И. Производитель не указан

**N11**

Abro. Присадка в дизтопливо. Указанный производитель - Abro Industries Inc., США

**N12**

Wynn's. Ice proof for Diesel. Указанный производитель - WynnXs Belgium n.v., Бельгия

**N13**

Присадка Дизконт. Указанный производитель - Автокон Инвест, Россия

**N14**

Присадка Aviex. Указанный производитель - K&W Products, США

**N15**

Кондиционер дизельного топлива с антигелем. Указанный производитель - Hi-Gear Products, Inc., США

**N16**

Iceberg Super Antigel. Указанный производитель - Hi-Gear Products Inc., США

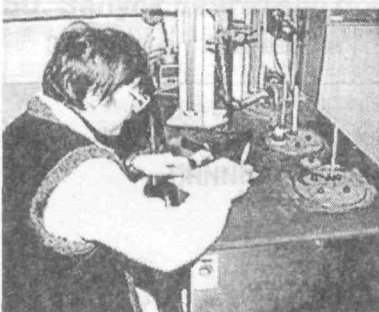
С радостью сообщаем, что четырнадцать из шестнадцати образцов и впрямь позволили с тем или иным успехом приблизить характеристики летнего дизельного топлива к зимнему. Особенно выделим образцы N 2 (присадка Аспект-Д, указанный производитель - АО Аспект, Россия), N 14 (присадка Avix Anti-Gel and Fuel Conditioner, указанный производитель - K&W Products, США) и N 16 (присадка Hi-Gear Iceberg Super Antigel, указанный производитель - Hi-Gear Products, Inc., США). Эффективность этих средств - самая высокая.

Девятый и десятый участники теста также отвечают этим требованиям, хотя и без запаса. До указанных в ГОСТе характеристик зимнего дизтоплива не дотянулись образец N 12 (присадка Ice Proof for Diesel, указанный производитель - Wynn's, Бельгия) и N 13 (присадка Дизконт, указанный производитель - Автокон Инвест, Россия).

Некоторую настороженность вызвало и качество образцов NN 5, 6, 9 и 13. По температурным показателям претензий к ним нет, но вот неоднородность состава и наличие ярко выраженного осадка вынудили поставить в протоколах испытаний жирный знак вопроса.

## ЛИТЬ ИЛИ НЕ ЛИТЬ?

В условиях хронического дефицита качественного сезонного топлива депрессорные и антигелевые присадки и впрямь могут существенно облегчить зимнюю эксплуатацию автомобилей с дизельными двигателями. Но не все так просто. Во-первых, любая присадка, будь то антигель или депрессатор, является средством превентивного действия и совершенно бесполезна для применения постфактум, когда содержимое топливного



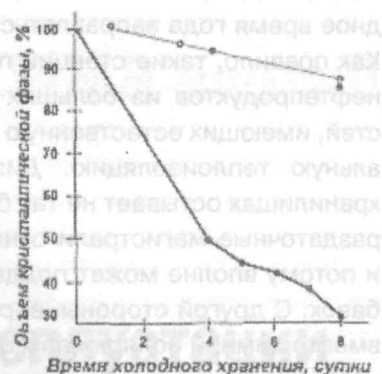
**Предельная температура фильтруемости дизтоплива определялась с помощью специального лабораторного прибора, моделирующего условия реальной системы питания дизеля**

бака уже расслоилось или, того хуже, превратилось в "сметану". Простых способов реанимации замерзшего дизеля нет, и не нужно истязать мотор попытками запуска "с толкача". Ищите лучше теплый гараж.

Во-вторых, эффективность

работы зимней добавки сильно зависит от качества заправляемого топлива, и вовсе не факт, что одна и та же присадка окажет одинаково положительное воздействие на топливо с колонки British Petroleum и солярку в баке колхозного трактора. И наконец, в-третьих.

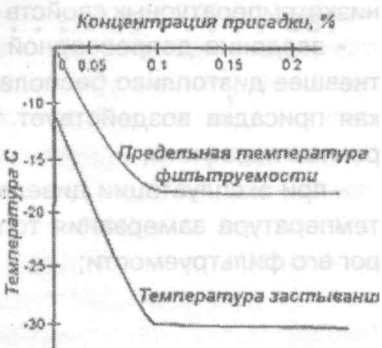
Антигели и депрессаторы модифицируют только растворенные парафины, поэтому для получения реального эффекта присадку нужно добавлять в теплое топливо. Температура помутнения летнего дизельного топлива (начала выпадения кристаллов парафина) составляет  $-5^{\circ}\text{C}$ . Чтобы депрессатор имел малейший шанс, температура топлива в момент введения присадки должна быть хотя бы на  $10^{\circ}\text{C}$  выше этой отметки, а если это условие не выполняется, результат будет нулевым. Но как может рядовой автовладелец разогреть топливо? Разве что поставит канистру на кухонную плиту...



**Так выглядит зависимость расслаиваемости летнего дизельного топлива, содержащего депрессорную присадку (красная кривая) и 30% бензина (синяя кривая)**



**Влияние концентрации антигелевой присадки на устойчивость дизельного топлива к расслоению в условиях низкотемпературного хранения**



**Не стоит слишком усердствовать при добавлении присадки: увеличение концентрации сверх ее эффективного значения просто бесполезно**



Что же получается - замкнутый круг? Отчасти, да. Впрочем, риск заполнения бака "замороженной" соляжкой можно снизить, если в холодное время года заправляться на крупных АЗС. Как правило, такие станции производят розлив нефтепродуктов из больших подземных емкостей, имеющих естественную (грунт) или специальную теплоизоляцию. Дизтопливо в таких хранилищах остывает не так быстро, подается в раздаточные магистрали относительно теплым и потому вполне может поддаться влиянию добавок. С другой стороны, вероятность того, что вместо зимней соляжки вам зальют летнюю, гораздо ниже именно на крупных АЗС, принадлежащих фирмам, которые стараются следить за качеством поставляемого топлива. Но тут остается вспомнить старую поговорку: кашу маслом не испортишь. Тем более, что особого вреда от добавления присадок в зимнее топливо не будет. Вопрос переходит в целесообразность дополнительных затрат, и их просто надо соотносить с риском напороться на летнее дизтопливо.

#### Кстати...

Серьезную конкуренцию химическим добавкам в дизельное топливо составляют компактные электронагреватели, устанавливаемые на патрубки топливозаборников и фильтры тонкой очистки. На российском рынке наиболее доступны нагреватели, выпускаемые киевским заводом Юг.

#### Имейте в виду, что:

- увеличение содержания присадки в топливе сверх ее эффективной концентрации, предписанной инструкцией, не приводит к улучшению низкотемпературных свойств соляжки;
- введение депрессорной присадки в помутневшее дизтопливо бесполезно, поскольку такая присадка воздействует только на растворенные парафины;
- при эксплуатации дизеля важна не столько температура замерзания топлива, сколько порог его фильтруемости;

- добавление депрессорной присадки в дизтопливо снижает температуру его применения не более чем на 10 градусов;

- эффективность работы присадки сильно зависит от качества дизельного топлива;

- "тепловозная" соляжка, о морозоустойчивости которой ходит немало гаражных слухов, - миф: нефтепродукта с таким названием не существует.

| Номер<br>образца<br>присадки                 | Рекомендуемая<br>концентрация | Низкотемпературные свойства   |  |
|--|-------------------------------|-------------------------------|--|
|  |                               | Температура<br>застывания, °C | Предельная<br>температура<br>фильтруемости, °C |
| Исходное топливо                             |                               | -16                           | -6   |
| 1  | 354 мл/50 л                   | -28                           | -19  |
| 2  | 245 мл/150 л                  | -34                           | -29  |
| 3  | 355 мл/75 л                   | -28                           | -16  |
| 4  | 25 мл/10 л                    | -27                           | -19  |
| 5  | 355 мл/75 л                   | -26                           | -16  |
| 6  | 355 мл/75 л                   | -28                           | -15  |
| 7  | 886 мл/500 л                  | -29                           | -17  |
| 8  | 150 мл/50 л                   | -27                           | -17  |
| 9  | 354 мл/378 л                  | -26                           | -15  |
| 10   | 1 мл/1 л                      | -25                           | -16  |
| 11   | 354 мл/50 л                   | -33                           | -17  |
| 12   | 125 мл/40 л                   | -23                           | -14  |
| 13   | 100 мл/100 л                  | -24                           | -14  |
| 14   | 1 л/284 л                     | -34                           | -21  |
| 15   | 325 мл/100 л                  | -32                           | -17  |
| 16   | 444 мл/135 л                  | -34                           | -20  |
| Требования к зимнему ди-<br>зельному топливу |                               | не выше -25°C                 | не выше -15°C                                  |

#### К. СОРОКИН

Фото автора, А. Воинова и ВНИИ НП



## Часть 5

# Особенности конструкции и эксплуатации дизелей различных производителей

|  |     |
|--|-----|
| 35. Дизели BMW   | 250 |
| 36. Дизели Ford и Peugeot  | 254 |
| 37. Дизели Mercedes Benz   | 258 |
| 38. Дизели Opel  | 261 |
| 39. Дизели Volkswagen  | 265 |
| 40. Японские дизели  | 269 |
| 41. Дизели внедорожников японского производства                    | 274 |
| 42. Дизели внедорожников европейского производства                 | 279 |
| 43. Конструкция и эксплуатация двигателей внедорожников            | 284 |
| 44. Система пуска дизеля   | 293 |
| 45. Управление работой дизельного двигателя                        | 300 |
| 46. Система заряда батареи   | 317 |
| 47. Регуляторы напряжения  | 320 |
| 48. Контрольные приборы дизеля и основные цепи                     | 323 |
| 49. Особенности эксплуатации дизеля при экстремальных температурах | 325 |
| 50. Запуск двигателя после капитального ремонта                    | 331 |



## Дизели BMW

Фирма BMW – известный во всем мире производитель мощных и динамичных автомобилей спортивного нрава. Дизель же, по сложившемуся мнению, не вполне соответствует высоким скоростям – он, де, шумный и недостаточно мощный, да и вообще агрегат для любителей неспешной экономичной езды.

Возможно, это несоответствие и стало причиной того, что дизельные BMW появились на рынке намного позже других – только в 1983 году. Но надо отдать должное фирме – ей удалось создать удачный компромисс между экономичностью, тяговыми характеристиками дизеля и собственным спортивным имиджем. Все, кому довелось поездить на дизельных BMW, отмечают их отличные тяговые и скоростные качества, невысокие шумность и вибрации. Речь идет, разумеется, об исправных двигателях в хорошем техническом состоянии.

До последнего времени фирма BMW выпускала 3 типа дизельных двигателей (все рядные, вихрекамерные): шестицилиндровый M21D24 объемом 2.4 л с турбонаддувом или без него; шестицилиндровый M51D25 объемом 2.5 л с турбонаддувом; четырехцилиндровый M41D18 объемом 1.7 л с турбонаддувом.

В настоящее время появилось новое поколение турбодизелей BMW с непосредственным впрыском и четырехклапанным газораспределением, но их конструкция пока вряд ли представляет практический интерес, так как в России находятся единичные экземпляры таких моторов.

Дизели из ряда M21 появились сначала на BMW пятой серии (кузов E28), а затем на BMW серии 3 (кузов E30). Двигатели имеют чугунный блок цилиндров, наклоненный на 30° вправо, что традиционно для всех моторов BMW. Головка блока алюминиевая, с верхним расположением распределительного вала, привод которого осуществляется зубчатым ремнем. Привод клапанов через коромысла, причем клапанные за-

## Глава 35

зоры регулируемые. Топливные насосы – только Bosch типа VE. До 1988 г. использовались ТНВД с механическим приводом рычага подачи. Затем на дизельных BMW появились электронная цифровая система управления двигателем и топливный насос Bosch VE с электронным управлением.

В системе управления двигателем на BMW 324TD и BMW 524TD используются два электронных блока управления: ME и SB.

Блок управления ME формирует сигналы для изменения количества подаваемого топлива. Это количество (так называемая цикловая подача) задается электромагнитным регулятором ТНВД, который изменяет положение золотника плунжера и, соответственно, ход его нагнетания. Регулятор имеет обратную связь с блоком ME при помощи потенциометра положения золотника. Величина подачи ТНВД рассчитывается на основании обработки сигналов от датчиков частоты вращения коленвала, положения педали газа, температуры охлаждающей жидкости, температуры всасываемого воздуха и топлива, давления наддува и скорости движения автомобиля.

В зависимости от сигналов датчиков блок управления ME рассчитывает подачу топлива для различных режимов, таких как пуск двигателя, прогрев до рабочих температур, регулирование оборотов холостого хода с учетом внешних условий и дополнительных потребителей энергии, движение при оптимальных тяговых и экономических характеристиках. При этом учитывается содержание вредных веществ в отработавших газах и даже демпфирование продольных рывков автомобиля при резких нажатиях на педаль акселератора.

Блок управления SB вырабатывает команды начала подачи топлива (опережения впрыска) на основании сигналов датчиков частоты вращения коленвала, температуры охлаждающей жидкости и всасываемого воздуха, давления

наддува и начала впрыска топлива (соответствующий датчик установлен на форсунке 4-го цилиндра). Момент начала подачи топлива задается электромагнитным клапаном регулятора опережения впрыска, находящимся в нижней части ТНВД.

Кроме управления опережением впрыска и количеством подаваемого топлива в системе предусмотрено регулирование давления наддува. Для этого электронный блок посылает сигнал электропневматическому преобразователю, управляющему перепускным клапаном турбокомпрессора.

Надежная работа системы управления двигателем обеспечивается встроенной самодиагностикой. Так, при появлении сбоев в работе системы или отказах датчиков система управления обеспечивает нормальную работу двигателя, задействуя дублирующие элементы или переходя на резервную программу. Одновременно в запоминающее устройство вводятся данные о появившейся неисправности, которые можно идентифицировать с помощью специального диагностического прибора – сканера.

ТНВД с электронным управлением по конструкции привода и гидравлической части аналогичен обычному механическому, но в нем механические регуляторы опережения впрыска, частоты вращения и подачи заменены на электрические исполнительные механизмы.

Электрический топливный насос низкого давления ( $0.4 \text{ кг/см}^2$ ) обеспечивает устойчивую работу ТНВД, предотвращая образование воздушных пробок в топливопроводах на любых режимах движения. Он установлен в топливном баке и создает постоянное избыточное давление на входе в ТНВД. Это техническое решение хотя и недешевое, но очень полезное, поскольку именно оно избавило дизели BMW от проблем с подсосом воздуха, в той или иной мере свойственных любым дизелям.

Интересно, что при отказе электронасоса двигатель полностью сохраняет работоспособность, и очень часто владелец даже не замечает этого дефекта. На BMW выпуска до 1988 г. с механиче-



**35.0 Поршень двигателя BMW не спутаешь с другим из-за характерной формы днища.**

ским ТНВД электронасос отсутствует.

Корпуса топливных фильтров BMW любых моделей имеют штатный электроподогреватель – вещь редкая у других производителей и, несомненно, очень полезная в России.

С 1991 года устаревший двигатель M21 был заменен на M51 объемом 2.5 л. Последний имеет усовершенствованную конструкцию и более сложную систему управления, чем достигаются высокие мощностные и экономические характеристики.

Двигатели M51 ставились на BMW 3 и 5 серии (E-36, E-34, E-39), а с 1996 года – и на BMW серии 7 (E-38).

Этот дизель имеет цепной привод распределителя через две однорядные цепи, одна из которых передает вращение с колен вала на ТНВД, а вторая – от ТНВД на распределитель.

Привод клапанов непосредственный, через гидротолкатели. На модификациях TDS мощностью 143 л.с. после компрессора установлен промежуточный охладитель воздуха, – интеркулер (intercooler), позволяющий увеличить массовое наполнение цилиндров и поднять мощность.

В отличие от моторов M21 система управления двигателем нового поколения сведена в единый блок, формирующий сигналы количества подачи, начала впрыска, давления наддува, работы реле свечей накала и реле электрического топливного насоса. В основном система управления аналогична предыдущей, за исключением, разумеется, параметров датчиков и исполнительных механизмов.

ТНВД двигателей M51 и M21 по конструкции идентичны, но абсолютно невзаимозаменяемы из-за различий в конструкции самих двигателей и электронной системы управления. Невзаимозаменяемы и блоки управления двигателей 115 л.с. и 143 л.с. (TDS) из-за различий в управляющих программах.

Четырехцилиндровый двигатель M41 объемом  $1665 \text{ см}^3$  является модификацией двигателя M51, но с уменьшенным до четырех числом цилиндров. Он устанавливался на BMW3-M серии с кузовом E-36 и очень редко встречается в России. Поршни, шатуны, детали газораспределительного механизма и форсунки взаимозаменяемы с деталями M51. Программа управления двигателем и состав информационных датчиков так же аналогичны M51, хотя, естественно, невзаимозаменяемы.

Четырехцилиндровый двигатель M41 объемом  $1665 \text{ см}^3$  является модификацией двигателя M51, но с уменьшенным до четырех числом цилиндров. Он устанавливался на BMW3-M серии с кузовом E-36 и очень редко встречается в России. Поршни, шатуны, детали газораспределительного механизма и форсунки взаимозаменяемы с деталями M51. Программа управления двигателем и состав информационных датчиков так же аналогичны M51, хотя, естественно, невзаимозаменяемы.

### Эксплуатация, неисправности и ремонт

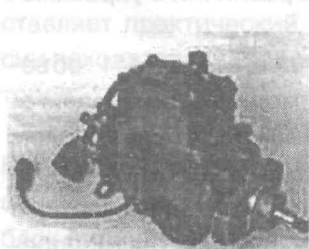
Дизели BMW всех серий выполнены из отличных конструкционных материалов и в состоянии, при хорошем обслуживании, обеспечить пробег 300-400 тыс. км даже в российских условиях. По крайней мере при ревизии двигателей с пробегом более 250 тыс. км очень часто не удавалось обнаружить сколько-нибудь заметного износа блока цилиндров и коленчатого вала, и весь ремонт сводился к замене поршневых колец и вкладышей.

У автомобилей BMW предусмотрена электронная система информации о необходимости техобслуживания, но, несмотря на это, смену масла в российских условиях следует проводить примерно через 7,5 тыс. км, что несколько чаще, чем обычно задает электронная индикация.

Замену ремня ГРМ желательно производить каждые 60 тыс. км, совмещая эту процедуру с заменой натяжного ролика. Загрязненный воздушный фильтр, помимо появления сажи в выхлопе, провоцирует ускоренный износ турбины, поэтому рекомендуется менять его не реже, чем через 20 тыс. км.

На автомобилях с двигателем M21 при каждом техническом обслуживании (через 7,5 тыс. км) необходимо проверять и регулировать зазоры в клапанах. На двигателях M51 следует хотя бы раз в 60 тыс. км контролировать состояние цепей привода ГРМ (об их вытяжке свидетельствует уход углов впрыска и фаз газораспределения) и раз в 120-150 тыс. км менять цепи и звездочки. Особого контроля на BMW требует система охлаждения (уровень антифриза, состояние шлангов и т.д.), поскольку она имеет довольно сложную конструкцию.

Если при движении стрелка указателя температуры начинает значительно уходить вправо от



**35.1 ТНВД фирмы Bosch типа VE с электронным управлением устанавливается на всех дизельных BMW с 1988г**

своего обычного положения, следует немедленно прекратить эксплуатацию и найти причину, потому что даже при небольшом перегреве образуются трещины в головке блока цилиндров (особенно у M21), после чего она требует замены. Кроме того, при перегреве на BMW по-



**35.2 Опережением впрыска в насосах типа VE управляет специальный электромагнитный клапан**

чти всегда повреждаются (теряют упругость, пригорают) поршневые кольца, и без их замены уже не обойтись. Довольно частые неисправности двигателей M21 связаны с потерей давления масла из-за повреждения шлангов подвода его к масляному радиатору и обрыва алюминиевой трубки подвода масла к подшипникам турбокомпрессора. На M51 конструкция этих узлов иная и описанная неисправность возникает реже. Но турбокомпрессор, увы, трудно отнести к долгожителям – его ресурс редко превышает 150 тыс. км.

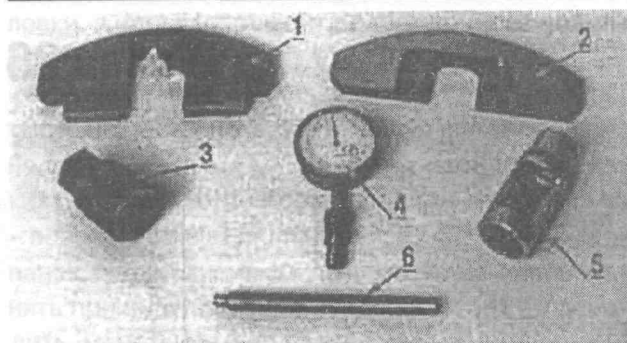
Из-за довольно высокой теплонапряженности этих двигателей часты случаи тепловой эрозии, прогара поршней и форкамер, провоцируемые неисправностями топливной аппаратуры. Нередки также случаи повреждения двигателя из-за неисправности цепного привода в результате отказа гидронатяжителя цепи. Правда, перечисленные дефекты обычно возникают при варварской эксплуатации, когда масло меняют нерегулярно, а владелец долгое время не обращает внимания на характерные стуки под капотом.

При ремонте дизелей BMW необходимо использовать рекомендованные изготовителем спецприспособления, основными из которых являются фиксатор маховика, устройство для блокировки зубчатого шкива (на M21), съемник ТНВД (на M51), фиксатор распределительного вала, индикатор момента начала подачи, спецключ для форсунки 4-го цилиндра. Однако больше всего сюрпризов приподносят владельцам система управления двигателем и топливная система.

Следует отметить, что из всех неисправностей топливной системы дизелей BMW устойчивое первое место держит износ плунжерной пары ТНВД. Трудно объяснить причину, но по частоте появления этой неисправности BMW опережает все аналогичные машины с такими же топливными насосами Bosch VE, даже имеющими более высокое давление в форсунках (например, Audi A6).

Износ плунжера обычно проявляется в затрудненном запуске горячего двигателя и последу-





### 35.3 Специнструмент, необходимый при ремонте дизелей BMW:

1,2 – приспособления для установки фаз газораспределения; 3 – съемник ТНВД; 4 – индикатор момента начала подачи; 5 – спецключ для форсунок; 6 – фиксатор маховика

ющем снижении мощности. В подобных случаях ремонт насоса неизбежен, но довольно дорог и возможен только при наличии специального стенда с приставкой для регулировки электронных насосов Bosch.

Отказы электронной части ТНВД нередко возникают из-за износа токосъемных дорожек потенциометра положения золотника подачи и сопровождаются провалами и рывками при движении, неустойчивым холостым ходом. В этом случае требуется замена всего электромеханизма управления подачей, – и такой ремонт насоса также невозможен без специального стенда. Но чаще всего отказы электронной системы управления двигателем связаны с выходом из строя датчиков и нарушением контактов электропроводки из-за их окисления.

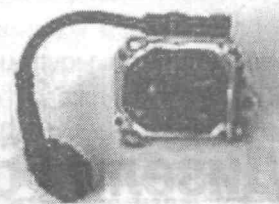
После устранения неисправности нормальная работа двигателя восстанавливается, причем никакого специального стирания ошибок из памяти блока управления не требуется, достаточно на короткое время отсоединить питание

блока. Отказы самих электронных блоков очень редки и обычно вызываются ошибками при подсоединении электропроводки или коротким замыканием при проверке.

В заключение хотелось бы коснуться электронной диагностики дизельных двигателей BMW. На всех автомобилях предусмотрен диагностический разъем, при подключении к которому специальным сканером считываются коды состояния и неисправности цифровой системы управления. Однако таким образом удается обнаружить неисправности только примерно в 40% случаев.

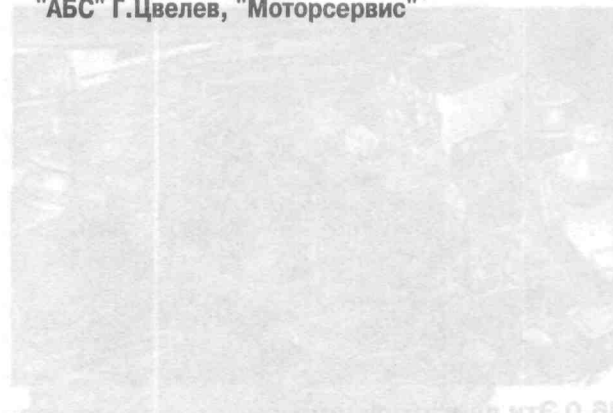
Чаще приходится выполнять обычные проверки с использованием стандартных диагностических приборов: компрессометра, пневмотестера, манометров, максиметра и других. Так, к примеру, неисправности механической части двигателя, гидравлической части топливной системы или системы охлаждения невозможно обнаружить с помощью сканера – он не выдает в этих случаях кодов ошибок.

Поэтому диагностику дизельных BMW нельзя ограничивать электронными средствами – она должна проводиться комплексно, с проверкой как электронной системы управления, так и механических параметров.



### 35.4 Электронный блок на дизельных BMW формирует электрические сигналы для управления опережением впрыска, количеством подаваемого топлива и другими параметрами

#### "АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"



## Глава 36

# Дизели Ford и Peugeot

Европейское отделение Ford выпускает значительное количество автомобилей с дизельными двигателями, хотя и не балует потребителей разнообразием модификаций моторов. Много дизельных "фордов" эксплуатируются и у нас в стране, и зарекомендовали они себя весьма неплохо. На автомобилях с маркой Ford устанавливались дизели объемом 1,6 л, 1,8 л и 2,5 л (два последних имеют модификации с наддувом). Кроме того, на ряде моделей ставились и дизели Peugeot. Каждый из этих моторов имеет свои конструктивные особенности, которые мы рассмотрим более подробно.

## Двигатели объемом 1,6 и 1,8 л

По конструкции эти дизели – вихрекамерные четырехцилиндровые, имеют верхнее расположение распредвала, приводимого зубчатым ремнем. Привод клапанов – непосредственный через механические толкатели с регулировкой клапанного зазора цилиндрическими шайбами (даже на 110-сильных турбодизелях 1,8 л, устанавливаемых на последние модификации Ford Mondeo, гидрокомпенсаторы не применяются). Головка блока – чугунная, распредвал вращает-

ся в сталеалюминиевых вкладышах, аналогичных коренным или шатунным.

ТНВД Bosch или Lucas (на двигателях 1,6 – только Bosch) приводится от коленчатого вала через три прямозубых цилиндрических шестерни (на двигателях 1,6 л) или через дополнительный зубчатый ремень (на двигателях 1,8 л).

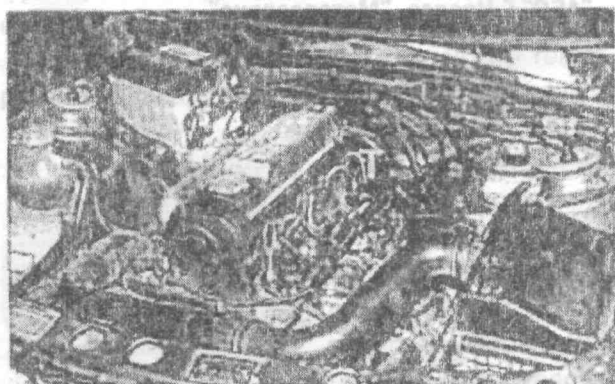
Дизели 1,8 л с турбонаддувом имеют увеличенную толщину верхнего поршневого кольца и форсунки для масляного охлаждения днища поршня, поэтому детали цилиндропоршневой группы у атмосферного дизеля и турбодизеля невзаимозаменяемые.

С 1987 на двигателях 1,6 л, а затем и 1,8 л устанавливается система рециркуляции отработавших газов для снижения токсичности выхлопа. Часть газов при этом забирается из выхлопной системы и возвращается во впускной коллектор. Дозирование осуществляется с помощью перепускного пневмоклапана. Впрочем, аналогичная система сейчас применяется практически на всех современных дизелях.

Двигатели 1,6 л несколько лет назад были сняты с производства, модели с объемом 1,8 л (атмосферные и с наддувом) производятся до сих пор и являются, безусловно, надежными силовыми агрегатами, не имеющими явно выраженных конструктивных недостатков. Ресурс этих моторов обычно составляет 200-250 тыс. км, хотя у любителей экономить на масле и быстро ездить реальный пробег до капремонта может быть существенно ниже.

Основной среднестатистический дефект дизелей Ford – скорее эксплуатационного свойства. Это обрыв ремня ГРМ (срезание зубьев) из-за нарушения регламента его замены или от попадания на него масла. К обрыву ремня может приводить и разрушение подшипника промежуточного ролика.

Последствия всегда очень печальны: как минимум ремонт головки блока с заменой дефектных клапанов, а максимум – замена самой головки блока.



**36.0** Эти двигатели применяются на автомобилях малого и среднего класса: моделях Escort, Orion, Sierra (с 1988 г.) и Mondeo. Двигатель 1,8 л с 1991 года серийно устанавливался и на отечественный АЗЛК-2142D

ловки, а иногда и ремонт поврежденного цилиндра.

Иногда владельцы надеются на лучшее и пытаются просто поставить новый ремень. Даже не стоит пытаться – чуда не произойдет. На каких бы оборотах ни произошло срезание зубьев – повреждение клапанов неизбежно. Таких клапанов будет минимум два. Но чаще всего менять приходится все. И чтобы до этого не доводить, менять ремень следует через 60 тыс. км и периодически следить за его чистотой. Если есть возможность, то лучше одновременно с ремнем поменять и промежуточный ролик.

Своевременная замена масла (не реже чем через 7,5 тыс. км) и контроль за состоянием зубчатого ремня ГРМ – эти нехитрые операции позволяют любому дизелю дожить до естественного старения без каких-либо неприятных сюрпризов.

Топливная аппаратура дизельных моторов Ford 1,6 и 1,8 л требует вмешательства несколько чаще, чем сам двигатель, что связано с уже надоевшей всем темой качества отечественного дизельного топлива. На двигателях 1,8 л устанавливаются топливные насосы Bosch и Lucas. ТНВД Lucas применяется гораздо чаще, хотя следует отметить, что ТНВД Bosch проще в ремонте и регулировках и гораздо лучше освоен в ремонтных организациях. Если на двигателе установлен, например, насос Bosch, то настройка форсунок и каталожные номера распылителей отличны от системы насосов Lucas.

Неисправности насосов Bosch обычно проявляются достаточно ясно, и их локализация не представляет большого труда. Напротив, ТНВД Lucas в несколько меньшей степени реагирует на плохое топливо, и проявление последствий

каких-либо неисправностей нередко оказывается растянутым в времени.

Более сложные процедуры регулировок ТНВД Lucas существенно усложняют ремонт и диагностику. Если с ТНВД Bosch большинство неисправностей удастся выявить непосредственно на автомобиле, то Lucas чаще всего требует снятия и стендовой диагностики. При его неправильной регулировке чаще всего ухудшается холодный пуск двигателя и падает крутящий момент на низких оборотах.

В целом можно сказать одно: Lucas на дизеле Ford требует обращения на "Вы" и не прощает даже мелких ошибок, а тем более бездумного "кручения" всех винтов в надежде "а вдруг получится".

С 1994 года на модели Mondeo стали устанавливать электронный ТНВД Lucas Epic. Диагностика и ремонт топливной системы этого типа без сканера Laser-2000 и специального стенда Hartridge, к сожалению, невозможны. При отсутствии подобного оборудования в случае явной неисправности ТНВД лучше менять его в сборе.

### Двигатели объемом 2,5 л

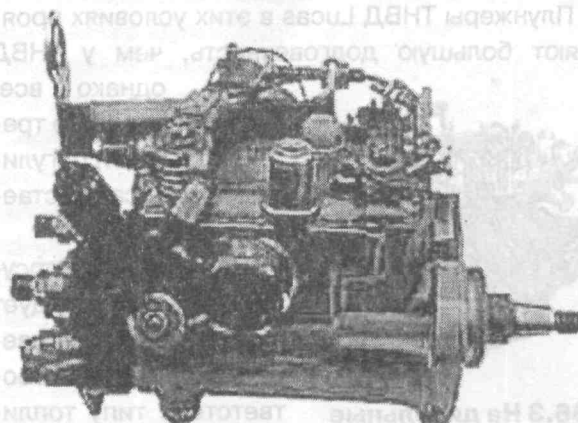
Другим, не менее распространенным, двигателем Ford является дизель объемом 2,5 л (атмосферный и турбодизель), устанавливаемый на микроавтобусы модели Transit с 1986 года.

Его предшественник – двигатель YORK 2401 объемом 2,4 л, сейчас представляет интерес, пожалуй, только для истории, поэтому вряд ли есть смысл его рассматривать.

Двигатель 2,5 л – рядный, четырехцилиндровый с непосредственным впрыском топлива,



**36.1 Форсунка американской фирмы Stanadyne к дизелю 2,5л поставляется в запасах только в сборе**



**36.2 ТНВД фирмы Lucas достаточно надежен в эксплуатации, но очень требователен к точности стендовых регулировок**



нижним расположением распредвала и штанговым приводом коромысел клапанов (как на нашей "Волге"). Дизель имеет чугунный моноблок и чугунную головку блока цилиндров. Привод ТНВД и распредвала осуществляется зубчатым ремнем. Топливная аппаратура – Bosch или Lucas, форсунки до 1988 г. – тех же фирм, а позже – американской фирмы Stanadyne.

Двигатель для обеспечения пуска в холодное время года имеет электрофакельную систему предпускового подогрева, которая включается при температуре менее  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Ряд машин (видимо, в "южном" исполнении) вообще не имеют системы предпускового подогрева. Исправный двигатель без этой системы надежно пускается только до температуры  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Двигатели 2.5 л очень надежны, выдерживают большие пробеги и тяжелые условия эксплуатации. Основной их недостаток – высокая шумность работы и низкочастотная вибрация (тряска), обусловленные непосредственным впрыском топлива.

Повреждение зубчатого ремня у этих моторов приводит прежде всего к деформации штанг толкателей клапанов. Поэтому, в отличие от многих других дизелей, здесь иногда удается обойтись только заменой штанг без снятия головки блока. Тем не менее, нельзя сказать, что гнущиеся штанги всегда предохраняют клапаны от повреждений – ревизия головки блока все же не будет лишней.

Больше всего проблем на этих машинах бывает с топливной системой. И это не случайно. Ведь давление открытия форсунок 260-280 бар предъявляет повышенные требования к ТНВД. А тогда любые подсосы воздуха и падения внутреннего давления в насосе недопустимы.

Плунжеры ТНВД Lucas в этих условиях проявляют большую долговечность, чем у ТНВД Bosch, однако все, сказанное выше о требовательности регулировок у Lucas, остается в силе.

При замене форсунок Stanadyne следует внимательно проверять их номера и соответствие типу топливной аппаратуры – у Bosch и Lucas форсунки разные, кроме

того, они отличаются по годам выпуска и модификации дизеля (атмосферный или с наддувом). Для простоты идентификации форсунки помечаются различной цветовой меткой. Двигатели 2,5 л очень чувствительны к точности установки угла опережения впрыска. По инструкции угол устанавливается с помощью специальных штифтов, хотя их положение может не соответствовать заданному, если были нарушены технологии регулировки и сборки ТНВД после ремонта.

С 1992 года на часть автомобилей устанавливается ТНВД Lucas Epic с электронным управлением. На него распространяется все сказанное выше про Ford Mondeo с аналогичной системой.

### Двигатели Peugeot

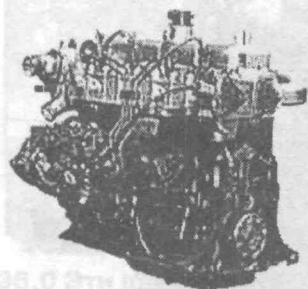
Рассматривая конструкцию дизельных двигателей автомобилей Ford, нельзя, наверное, не упомянуть и дизели Peugeot XD-2, XD-3. XD-3Т. Эти моторы устанавливались на автомобили моделей Granada, Sierra. Scorpio большой серией и очень распространены в нашей стране (кстати, дизель XD-2 ставился и на некоторые "экспортные" модификации нашей "Волги"). Двигатели Peugeot – рядные четырехцилиндровые вихрекамерные дизели с нижним расположением распредвала и штанговым приводом коромысел клапанов, объемом 2,3 и 2,5 л. Двигатель объемом 2,5 л (XD-3) выпускался как атмосферный и с турбонаддувом, а 2,3 л (XD-2) – только как атмосферный.

Блок цилиндров дизелей XD-2 и XD-3 – чугунный, головка блока – алюминиевая. Привод распредвала и ТНВД осуществляется двухрядной роликовой цепью.

У двигателей с турбонаддувом изменены поршни, маслососос, установлены форсунки подачи масла для охлаждения днища поршней. Уплотнение задней части коленчатого вала имеет устаревшую конструкцию с сальниковой набивкой. Топливная аппаратура на этих двигателях – только Lucas.



### 36.4 Установочное приспособление Facom для ТНВД Lucas. Без него точно установить момент опережения впрыска невозможно



### 36.3 На дизельные Ford Scorpio ставились только дизели фирмы Peugeot

Из эксплуатационных недостатков двигателей Peugeot, устанавливаемых на автомобили Ford, следует отметить высокую шумность и повышенный расход моторного масла, обусловленный, вероятно, их "древней" конструкцией. В то же время эти двигатели достаточно надежны, неприхотливы и имеют довольно большой ресурс.

Из наиболее частых дефектов моторов Peugeot следует отметить деформации плоскости головки блока при больших пробегах или перегреве (допускается шлифование плоскости не более 0,5 мм), появление трещин на вихревых камерах, течь масла из-под сальниковой набивки.

Из дефектов топливной системы наиболее распространенным является течь дизельного топлива из-под сальника ведущего вала ТНВД. Топливо в этом случае течет в картер двигателя. Если дефект своевременно не заметить, двигатель быстро выйдет из строя из-за разжижения масла топливом.

Признак этого дефекта – рост уровня масла в картере. Поэтому владельцам автомобилей с

такими двигателями, имеющими большой пробег, следует внимательно и часто следить за уровнем масла. Кстати, сама замена сальника трудностей не вызывает, не требует разборки ТНВД и не нарушает никаких регулировок.

Другим частым дефектом является подсос воздуха в магистралях перед насосом (почему-то чаще всего он встречается на моделях Ford Sierra). Устранение этого дефекта тоже не вызывает трудностей, но должно выполняться своевременно – поступление воздуха губительно для ТНВД.

Двигатели данного типа не имеют меток ВМТ, поэтому при регулировке угла опережения впрыска топлива положение поршня в ВМТ следует определять по специальной методике. Для этого один из клапанов 1-го цилиндра "рассухаривается" и используется как толкатель штока индикатора. Момент впрыска устанавливается с помощью спецприспособления Lucas, причем точная установка другим способом невозможна.

#### "АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"

Частью дефектом является течь масла из-под сальника ведущего вала ТНВД. Топливо в этом случае течет в картер двигателя. Если дефект своевременно не заметить, двигатель быстро выйдет из строя из-за разжижения масла топливом.

Признак этого дефекта – рост уровня масла в картере. Поэтому владельцам автомобилей с такими двигателями, имеющими большой пробег, следует внимательно и часто следить за уровнем масла. Кстати, сама замена сальника трудностей не вызывает, не требует разборки ТНВД и не нарушает никаких регулировок.

Другим частым дефектом является подсос воздуха в магистралях перед насосом (почему-то чаще всего он встречается на моделях Ford Sierra). Устранение этого дефекта тоже не вызывает трудностей, но должно выполняться своевременно – поступление воздуха губительно для ТНВД.

Двигатели данного типа не имеют меток ВМТ, поэтому при регулировке угла опережения впрыска топлива положение поршня в ВМТ следует определять по специальной методике. Для этого один из клапанов 1-го цилиндра "рассухаривается" и используется как толкатель штока индикатора. Момент впрыска устанавливается с помощью спецприспособления Lucas, причем точная установка другим способом невозможна.



## Глава 37

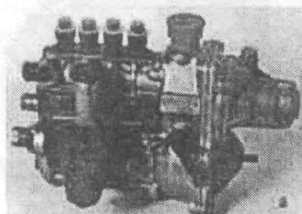
## Дизели Mercedes-Benz

Фирма Mercedes-Benz является пионером применения дизельного мотора на легковом автомобиле. В 1935 году появилось на свет такси Mercedes 260 (кузов W170) с дизелем первого поколения OM636 мощностью 43 л.с. С той поры прошло много лет, но и по сей день дизели Mercedes остаются синонимом надежности и долговечности. Эти моторы отличаются консервативной, доведенной до совершенства конструкцией, большим запасом прочности и отличными конструкционными материалами, хотя они несколько уступают двигателям других фирм по удельному весу, экономичности, мощности. Второе поколение легковых дизелей OM621 объемом 2.0 л появилось в 1961 году и в 1968 году было заменено двигателями нового семейства OM615 объемом 2.0 и 2.2 л. Рассматривать конструкцию и эксплуатацию "мерседесовских" дизелей имеет смысл именно с этого поколения моторов, так как предыдущие почти неизвестны в нашей стране и представляют интерес в основном для любителей автостарины.

### Основные типы ТНВД используемых фирмой Mercedes-Benz:

С моторами OM615 и его модификациями по нашим дорогам ездят тысячи легковых и грузовых автомобилей. Эта серия выпускается и поныне (правда, уже не в Германии) и имеет следующие модификации: OM615 (2,0 л и 2.2 л) – устанавливались на легковые "Мерседесы"

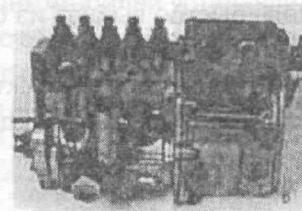
W115, W123; OM616 (2.4 л) – на легковые W115, W123, грузовики 207D, 307D, 407D и их модификации; пятицилиндровые OM617 (3.0 л) – на легковые W115, W123, грузовики 209D, 409D, а OM617с турбонаддувом – на W123, W126.



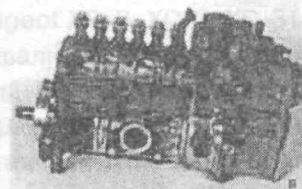
**37.0- М (с вакуумным регулятором оборотов)**

Все эти моторы практически идентичны, но различаются диаметром цилиндров и ходом поршня. По конструктивной схеме предкамерные, верхневальные с регулируемым зазором клапанов и приводом клапанов рычагами. Привод распредвала и ТНВД осуществляется двухрядной цепью с гидронатяжителем. Следует отметить, что цепной привод применяется на всех без исключения двигателях Mercedes, ведь надежность для них пре-

выше всего. Топливные насосы высокого давления применяются только Bosch рядные, моделей М, MW и M/RSF. Насосы типа М с вакуумным регулятором оборотов имеют индивидуальную систему смазки, требующую периодического обслуживания (через 15 тыс. км), все остальные смазываются маслом от двигателя. Свечи накалив-

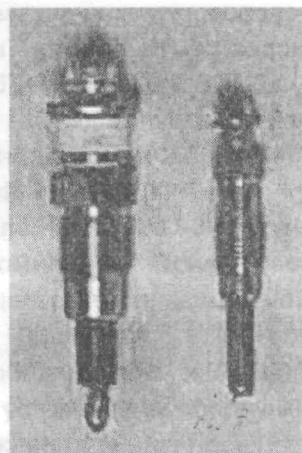


**37.1- MW**



**37.2- M/RSF**

ния до 1980 года применялись спиральные, последовательного соединения, а с 09.1980 – стержневые быстрого накала и с параллельным соединением. При сгорании хотя бы одной спиральной свечи в системе возникает обрыв цепи, и она перестает работать, о чем свидетельствует отсутствие индикации на приборной панели.



**37.3 Свечи накаливания двигателей Mercedes выпуска до 1980г. (слева) и после (справа)**

При сгорании стержневой свечи цепь не нарушается, и остальные свечи действуют. Индикация в этом случае работает следующим образом: при повороте ключа зажигания желтая спираль не загорается, а зажигается после запуска, горит 15-20 сек и затем гаснет. Предкамеры на этих моторах бывают двух типов – с плоским и со сферическим днищем.

Моторы со сферической предкамерой имеют другую форму днища поршня, причем оптимизация рабочего процесса позволила получить 0%-ное повышение мощности и снижение шума по сравнению с плоской предкамерой.

В целом моторы этого поколения исключительно надежны и не имеют явно выраженных недостатков, не считая разве больших габаритов и веса, а также сальниковой набивки на заднем конце коленвала, имеющей ограниченный срок жизни.

Ресурс двигателей данной серии превышает 400 тыс. км, и даже известны случаи пробега 800 тыс. км без серьезного ремонта. Да и в ремонт они обычно приходят не из-за аварийных повреждений, а с естественным износом цилиндропоршневой группы. При этом в большинстве случаев коленчатый вал оказывается в идеальном состоянии и не требует даже перешлифовки (за исключением случаев масляного голодания).

Следует, однако, помнить о том, что ресурс цепи и ее успокоителей редко превышает 200 тыс. км, поэтому ее нужно своевременно менять, обращая внимание и на состояние звездочек.

Топливные насосы также очень надежны и редко выходят из строя по причине аварийных повреждений. Самые частые неисправности – выход из строя подкачивающей помпы из-за износа уплотнений (крепится сбоку на ТНВД) и разрыв мембраны привода рейки на насосах М с вакуумным управлением.

Проведение этого ремонта не требует стендовой регулировки ТНВД. Угол опережения впрыска устанавливается либо статическим методом по трубопроводу слива, либо динамическим с подключением стробоскопа или мотортестера.

В 1983 году на смену этому поколению дизельных моторов пришла серия OM601, 602, 603, объемом 2.0, 2.5, 3.0 л соответственно. Их главные особенности – гидравлические толкатели в приводе клапанов, алюминиевая головка блока цилиндров, насос высокого давления с автоматической прокачкой для удаления воздуха. Эти моторы более высокооборотны, отличаются меньшей шумностью, большей литровой мощностью и экономичностью.

В то же время они требуют существенно более квалифицированного обслуживания. На двигателях нередко отказы гидротолкателей из-за ухудшения условий смазки, сопровождающиеся характерным стуком клапанов.

Несвоевременная замена цепи и успокоителей может привести к ее обрыву, что очень часто полностью выводит из строя головку блока (на двигателях предыдущей серии обычно лопало распредвал, но головка оставалась целой). Поэтому механизм газораспределения надо периодически проверять.

Блок цилиндров обладает прекрасной износостойкостью и обеспечивает двигателям ресурс 350-500 тыс. км в зависимости от объема (большая цифра относится к шестицилиндровым). Гильзы цилиндров до 1989 года вставные сухие, после 1989 – моноблок. При ремонте следует контролировать верхнюю плоскость блока (допуск в продольном направлении – 0,10 мм; в поперечном направлении – 0,05 мм), так как нарушения плоскости встречаются примерно у 15-20% моторов с пробегом более 400 тыс. км.

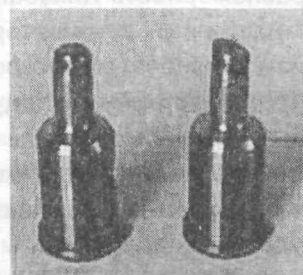
В блоке для улучшения охлаждения в зоне прокладки головки выполнены очень узкие продольные пазы между цилиндрами.

Они часто забиваются настолько, что ухудшается охлаждение и возникают прогары прокладки. Поэтому недопустимо пренебрегать требованиями инструкции по применению охлаждающей жидкости и тем более – использовать воду.

Частым дефектом является появление течи масла из-под крышки вакуумного насоса усилителя тормозов и управления двигателем (на моторах старого типа этот дефект встречался реже).

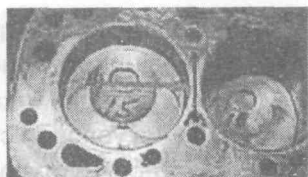
Навесные агрегаты приводятся одним много-ручьевым ремнем, у которого довольно часто выходит из строя подшипник натяжного ролика. Внешне дефект сразу заметен по перекошенному положению ролика, сопровождается нестабильным стуком, иногда угрожающей тональностью.

Топливная аппаратура этих двигателей с рядными насосами Bosch типа M/RSF еще надежнее, чем на дви-



**37.4 Форкамеры от более новых двигателей Mercedes (слева) не взаимозаменяемы с форкамерами старого образца (справа)**

гателях предыдущих серий, и в эксплуатации отказы ее крайне редки. Неисправности обычно связаны с вакуумной системой управления ТНВД.



### 37.5 При ремонте двигателей

Привод рейки механический, но выключение двигателя (перевод рейки в положение Stop) производится разряжением от вакуумного насоса, подаваемым через замок зажигания. Довольно часто выходит из строя мембрана вакуумного привода Stop, и двигатель не глушится ключом зажигания.

Но такая система выключения двигателя все же повышает его надежность, так как даже полностью обесточенный двигатель Mercedes будет продолжать работать, в то время как любой другой автомобиль заглохнет, как только исчезнет напряжение на отсечном клапане ТНВД.

С помощью вакуума также производится повышение оборотов холостого хода (на 100 об/мин) на режиме прогрева холодного двигателя. Вакуум подводится к мембране ТНВД через термореле, закрывающееся при 17° С. На части моторов вакуумная камера отсутствует и применена система электронной стабилизации холостого хода.

На двигателях 603.971 объемом 3.5 л (Mercedes G463, W140) применено электроуправление рейкой ТНВД по сигналам от электронного блока управления.

Характерным недостатком всех этих насосов, раздражающим владельцев автомобилей с большим пробегом, является повышенная неравномерность цикловой подачи, вызывающая "тракторный" стук мотора на холостых оборотах из-за износа плунжеров и кулачкового вала. Кроме неприятных ощущений, особого вреда это не приносит.

Турбонаддувные моторы этой серии очень чувствительны к вязкости и классу применяемого масла. Менять масло в них следует не реже, чем через 7500 км, так как оно очень интенсивно окисляется.

С 1993 г. фирма Mercedes-Benz впервые в мире начала производство легковых дизельных моторов с четырьмя клапанами на цилиндр. Это моторы серии OM604.605,606 объемом 2.2; 2.5; 3.0 л соответственно, устанавливаемые на авто-

мобили С и Е классов, а мотор OM606 с турбонаддувом – на S класс.

Оптимизация рабочего процесса позволила существенно (на 10%) улучшить топливную экономичность и повысить литровую мощность (с 37 до 45 л.с./л) у атмосферных двигателей.

Двигатели этой серии, так же как и предыдущей, максимально унифицированы между собой. С 1996 года они были дополнены пятицилиндровыми турбодизелями OM602.982с непосредственным впрыском топлива мощностью 129 л.с. Этот двигатель имеет уникальные характеристики по экономичности (7,9 л/100 км в городском цикле для F класса), высокий крутящий момент на низких оборотах и довольно тихо работает, несмотря на прямой впрыск.

На двигателях OM605, 606 применяются рядные ТНВД Bosch типа M/RSF с электронным управлением, а на двигателях OM604, OM602.982 – ТНВД Lucas EPIC распределительного типа с электронным управлением.

Статистика по неисправностям этих моторов пока еще недостаточна, однако следует отметить, что ресурс цепи четырехклапанных моторов ниже, чем у моторов с одним распредвалом (были случаи, когда ее замена требовалась уже при пробеге 150 тыс. км).

Двигатели снабжены системой рециркуляции отработавших газов и окислительным нейтрализатором. Нередко возникают сбои в работе системы рециркуляции, обычно вызываемые неисправностями управляющей электроники. К сожалению, диагностика системы управления этих моторов без специальных сканеров (ННТ, Bosch KTS 300, Laser 2000] невозможна, ТНВД Lucas EPIC более капризны, чем рядные Bosch, они очень чувствительны к подосу воздуха в топливных магистралях, чему способствуют пластмассовые быстроразъемные штуцеры, появившиеся на этих моторах.

В целом можно отметить, что с каждым новым поколением дизелей Mercedes растет их совершенство, но ухудшаются эксплуатационная надежность и ремонтпригодность. Хотя это заключение справедливо только для российских условий эксплуатации. Ведь там, где развита сервисная сеть, усложнение конструкции никакого значения для владельца не имеет, тем более, что в целом надежность дизельных "мерседесов" любых поколений может считаться эталонной.

"АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"



## Глава 38

## Дизели Opel

Автомобили Opel с дизельными двигателями весьма популярны как за рубежом, так и в России. Немалую роль в этом, по-видимому, играют оптимальное соотношение "цена-качество", сравнительная простота обслуживания и ремонта, а также невысокая стоимость запасных частей.

Фирма Opel, имея немецкое происхождение, на самом деле давно немецкой не является – она входит в состав американского концерна General Motors (GM), а это накладывает свой отпечаток на модельный ряд и самих автомобилей, и их двигателей. Автомобили Opel, а также некоторые их "братья-близнецы", производимые в Англии под именем Vauxhall, оборудуются следующими дизельными двигателями:

- 16D объемом 1.6 л и его дальнейшее развитие 77D 1.7 л – для автомобилей Kadett, Ascona, Astra, Vectra;
- 23D, 23TD и 23 DTR ( 2.3 л) – для моделей Rekord, Omega, Senator, Frontera;
- 4EC1 (1.5 л) и 4EE1 (1.7л) производства фирмы Isuzu [кстати, тоже принадлежащей GM] – для автомобилей Corsa, Kadett, Vectra, Astra;
- 4JB1 (2.8 л) и 4JG2 (3.1 л) производства фирмы Isuzu- для джипов Frontera и Monterey соответственно;
- M51 фирмы BMW (2.5 л) – для модели Omega B и джипа Frontera Sport;
- двигатель нового поколения Ecotec (2.0 л) – для моделей Vectra B и Omega B.

### Дизели серий 16D и 17D

Наиболее распространенные и известные. Они являются конвертированными дизелями собственной разработки фирмы, о чем, кстати, свидетельствуют буквы GM на блоке цилиндров. Поясним для непосвященных; конвертированный дизель – это мотор, разработанный на базе бензинового двигателя такого же или близкого объема, правда, с соответствующим усилением некоторых узлов.

Надо отметить, что далеко не всегда таким путем из проверенного бензинового прототипа получается хороший дизель. Но в этом случае конвертация фирме удалась – двигатели 1,6 и 1,7 л отличаются неплохими надежностью, ресурсом и мощностными характеристиками (с учетом, разумеется, их объема). Двигатели верхневальные (ОНС) с приводом клапанов рычагами, имеющими гидропоры. Привод распределвала и ТНВД осуществляется зубчатым ремнем. Топливная аппаратура на моторах 16D только Bosch, а на моторах 17D- Bosch или Lucas.

Отметим особенности, которые следует учитывать при ремонте. Так, натяжение ремня ГРМ регулируется поворотом корпуса водяного насоса. Значит, при замене ремня (напомним, что, как и у большинства дизелей, это необходимо делать каждые 60000 км) следует менять и уплотнительное кольцо водяного насоса, иначе старое рано или поздно все равно потечет. Шкив распределвала имеет бесшпоночную конусную посадку, поэтому доверять метке на шкиве не стоит. Правильно выставить фазы газораспределения у этих двигателей можно только по положению кулачков 1-го цилиндра. Для такой работы потребуется спецприспособление KM-2162 или, при определенном опыте, широкая пластина и штангенциркуль (можно также использовать стойку с индикатором часового типа).

Прочность рычагов привода клапанов (роке-ров) на этих моторах выбрана такой, чтобы они ломались в случае обрыва ремня ГРМ или срезания его зубьев и предохраняли клапаны от повреждений,

На самом же деле "ломающиеся" рычаги ничего не предохраняют. Клапаны, их направляющие и гидрокомпенсаторы всегда получают повреждения и требуют замены. Так что не стоит сильно рассчитывать на благополучный исход – в случае обрыва ремня пытаться заменить его и

роkers без снятия и тщательной ревизии головки блока бессмысленно. Особенно внимательно следует осматривать направляющие втулки клапанов; трещины на них бывают малозаметны и потому весьма коварны.

К недостаткам моторов данного типа относится и появление вибрации при пробеге 100 тыс. км и более. Причина дефекта, как правило, кроется в росте разницы величины компрессии по цилиндрам. После правильно проведенного капремонта двигателя вибрация обычно исчезает. Если же состояние изрядно похолодившего двигателя (расход масла, шумность, пусковые свойства) еще позволяет его эксплуатировать, то с вибрацией можно смириться.

### Двигатели серии 23D

Устанавливались на автомобили Opel среднего класса и джипы Frontera. Они пришли на смену двигателям аналогичной конструкции 20D и 21D, применявшимся на моделях Ascona и Rekord до середины 80-х годов. Серия 23D имеет чугунные блок и головку блока цилиндров с цепным приводом верхнего (ОНС) распределителя.

Двигатели вихрекамерные и, несмотря на довольно "древнюю" конструкцию, обладают низким уровнем шума. Топливная аппаратура (только фирмы Bosch) имеет несколько необычную компоновку: ТНВД стоит не горизонтально, как на подавляющем большинстве дизелей, а вертикально, как распределитель зажигания на бензиновых двигателях.

Для предотвращения образования воздушных пробок на входе вертикально расположенного ТНВД необходимо поддавливание топлива, для чего используется отдельный насос низкого давления. Необычное положение ТНВД

создает и некоторые трудности при прокачке топливной системы.

Другой особенностью именно этих моторов является необходимость принудительной прокачки маслососа после ремонта двигателя: насос чаще всего отказывается самостоятельно засасы-

вать масло при первом запуске.

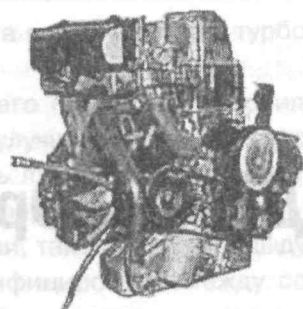
Цепной привод распределителя и ТНВД требует своевременного ремонта при вытяжке цепи или повреждении успокоителей. Обычно это случается при пробеге 200 тыс. км и более.

В целом же двигатели этой серии неприхотливы и надежны, имеют большой ресурс, но – лишь при условии своевременного и качественного технического обслуживания.

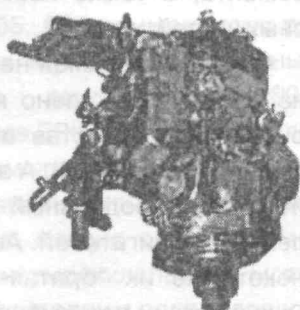
### Двигатели Isuzu

Дизели серий 4EC1 и 4EE1 с турбонаддувом или без него (1.5 л), устанавливаемые на автомобили малого класса, имеют идентичную конструкцию и отличаются друг от друга в основном диаметром цилиндра и ходом поршня. Двигатели вихрекамерные с верхним расположением распределителя и приводом его и ТНВД зубчатым ремнем. Топливная аппаратура фирмы Zexel (отделение Bosch).

Двигатели этой серии являются грамотно спроектированными силовыми агрегатами, не имеющими явных конструктивных недостатков. Долговечность их достаточно высока, но, когда дело доходит до ремонта, возникают трудности, и ремонт в конечном счете оказывается очень дорог. Причина проста – так называемые "неоригинальные" детали для этих двигателей не выпускаются, и практически все, вплоть до про-



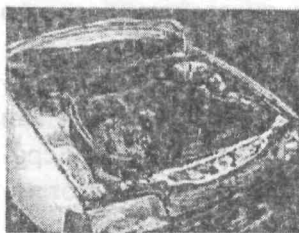
**38.1 Двигатель 23D выпускался более 20 лет, но ставился даже на сравнительно новые модели Frontera**



**38.2 ТНВД Bosch у дизеля 23D устанавливается на блоке цилиндров вертикально, как распределитель зажигания многих бензиновых моторов**



**38.3 На моделях Omega ставился и 6-ти цилиндровый турбодизель BMW**



**38.0 На модель Kadett ставился двигатель 16D – пожалуй, самый распространенный и популярный дизель фирмы Opel**

кладок и сальников, приходится заказывать у дилеров Isuzu.

С 1995 года на джипы Frontera также стали устанавливать турбодизели Isuzu 4JB1-TC объемом 2.8 л с непосредственным впрыском топлива. Они имеют нижнее расположение распредвала (OHV), приводимого зубчатым ремнем. Этот же ремень приводит во вращение ТНВД фирмы Zexel. В чугунный моноблок двигателя запрессованы тонкостенные сухие гильзы. Головка блока алюминиевая, привод клапанов — штанговый, клапанные зазоры регулируются винтами коромысел.

В целом это надежный и мощный силовой агрегат, имеющий, правда, повышенную шумность, как неизбежную расплату за непосредственный впрыск топлива.

При ремонте двигателей 4JB1 следует обращать особое внимание на состояние коленчатого вала: иногда образуются трещины на шатунных шейках. У "простучавшего" вала вероятность их появления очень велика, и не исключено, что в таком случае ремонт сведется к замене вала.

Поршни ремонтного размера для этого мотора не выпускаются, и восстановление изношенного блока производится перегильзовкой: эта операция требует особой аккуратности, так как при неправильном натяге ремонтных гильз часты случаи их коробления с последующим задиром поршней и колец.

Двигатель 4JG2T объемом 3.1 л, устанавливаемый на Opel Monterey, по конструкции аналогичен 4JB1, однако является вихрекамерным с соответствующими отличиями в конструкции головки блока и поршней. К этому мотору отно-

сится все сказанное выше о ремонте двигателя 4JB1, однако у двигателя 3.1 л чаще встречаются случаи оплавления поршней из-за нарушения работы топливной аппаратуры.

Практика показывает, что на этих двигателях категорически запрещены эксперименты с нештатной заменой распылителей форсунки. Надо ставить только то, что указано в каталоге Bosch (Zexel), иначе двигатель быстро выйдет из строя.

Запчасти для обоих моторов (2.8 л и 3.1 л) достаточно дороги, хотя можно найти и "неоригинальные" комплектующие (например, производства концерна AE).

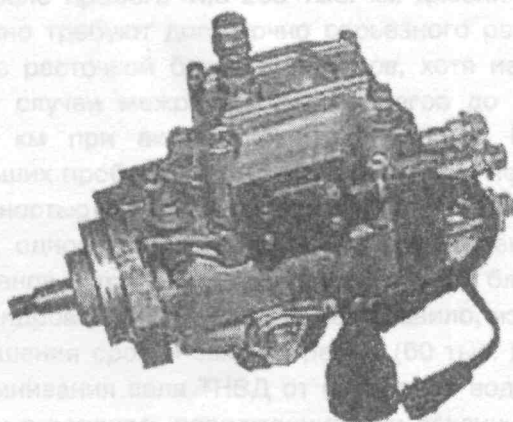
Моторы весьма требовательны к качеству применяемых масел и срокам их замены. Например, на несоответствующий сорт масла они отвечают быстрым выходом из строя турбокомпрессора. Рекомендуемый срок замены масла — 7,5 тыс. км, а класс его качества — не ниже CD (по спецификации API).

На приборную панель автомобилей с этими двигателями выведена индикация периодичности замены ремня ГРМ, загорающаяся каждые 100 тыс. км. Но следует все же помнить, что это предельный срок хождения ремня. На него можно ориентироваться только в случае совершенно исправного двигателя (в первую очередь — отсутствия течи масла) и ремня высокого качества. Рекомендуемый срок замены ремня с учетом российских условий меньше и составляет 60-80 тыс. км. И с обязательной заменой натяжного и промежуточного роликов! Не стоит экономить на этих деталях: хотя они недешевы, ремонт головки блока много дороже.

## Двигатель BMW

С момента появления в 1994 году модели Omega-6 на нее стали устанавливать рядную "шестерку" BMW M51, так как подходящего собственного мотора для этой машины у фирмы Opel не было.

Никаких принципиальных изменений при установке на Omega-6 двигатель не претерпел. Но система управления была разработана другая, адаптированная под новый автомобиль. Поэтому у автомобилей Opel и BMW с мотором M51 ТНВД оказались абсолютно не взаимозаменяемы, несмотря на их внешнюю схожесть и одинаковые посадочные места. Коды неисправности системы управления двигателем, как и колодки диагностики, тоже совершенно разные.



**38.4 ТНВД с электронным управлением у Opel Omega с мотором BMW абсолютно не взаимозаменяем с тем, что ставится на автомобили BMW**



## Двигатель Ecotec

В 1997 году на конвейере фирмы Opel появился дизель нового семейства Ecotec объемом 2.0 л с непосредственным впрыском и четырьмя клапанами на цилиндр. Все 16 клапанов управляются одним распредвалом с цепным приводом.

Для гашения моментов инерции второго порядка предусмотрен балансировочный механизм с двумя уравнивающими валами и цепным приводом от коленвала. Из других необычных особенностей следует отметить крышки коренных подшипников, объединенные общей рамой для повышения жесткости блока. Шатуны тоже не совсем обычны – разъем с нижней крышкой образован не ровной плоскостью, а разломом. Подобные "ломаные" шатуны – не редкость: они встречаются на двухтактных двигателях и некоторых бензиновых автомобильных моторах (например, BMW M60), но на дизеле применены впервые. Такая конструкция

обеспечивает идеальную геометрию отверстия нижней головки шатуна и хорошую работу крышки на "сдвиг", но делает шатун практически неремонтопригодным при повреждении шатунного подшипника.

Двигатель оснащен ТНВД Bosch нового поколения с электронным управлением.

К сожалению, об особенностях эксплуатации и ремонта двигателей Ecotec можно будет объективно судить только после получения соответствующей информации. Пока же машин с этим мотором в России – единицы. Тем не менее одну особенность все же назвать можно. Bosch не поставляет запасные части для ТНВД этого двигателя: в каталоге Bosch отсутствует детализировка насоса, и он пока идет как единый агрегат. Это значит, что в настоящее время можно заказать только новый ТНВД в сборе взамен неисправного, что, естественно, очень недешево.

## "АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"

В 1997 году на конвейере фирмы Opel появился дизель нового семейства Ecotec объемом 2.0 л с непосредственным впрыском и четырьмя клапанами на цилиндр. Все 16 клапанов управляются одним распредвалом с цепным приводом. Для гашения моментов инерции второго порядка предусмотрен балансировочный механизм с двумя уравнивающими валами и цепным приводом от коленвала. Из других необычных особенностей следует отметить крышки коренных подшипников, объединенные общей рамой для повышения жесткости блока. Шатуны тоже не совсем обычны – разъем с нижней крышкой образован не ровной плоскостью, а разломом. Подобные "ломаные" шатуны – не редкость: они встречаются на двухтактных двигателях и некоторых бензиновых автомобильных моторах (например, BMW M60), но на дизеле применены впервые. Такая конструкция обеспечивает идеальную геометрию отверстия нижней головки шатуна и хорошую работу крышки на "сдвиг", но делает шатун практически неремонтопригодным при повреждении шатунного подшипника. Двигатель оснащен ТНВД Bosch нового поколения с электронным управлением. К сожалению, об особенностях эксплуатации и ремонта двигателей Ecotec можно будет объективно судить только после получения соответствующей информации. Пока же машин с этим мотором в России – единицы. Тем не менее одну особенность все же назвать можно. Bosch не поставляет запасные части для ТНВД этого двигателя: в каталоге Bosch отсутствует детализировка насоса, и он пока идет как единый агрегат. Это значит, что в настоящее время можно заказать только новый ТНВД в сборе взамен неисправного, что, естественно, очень недешево.



## Дизели VW

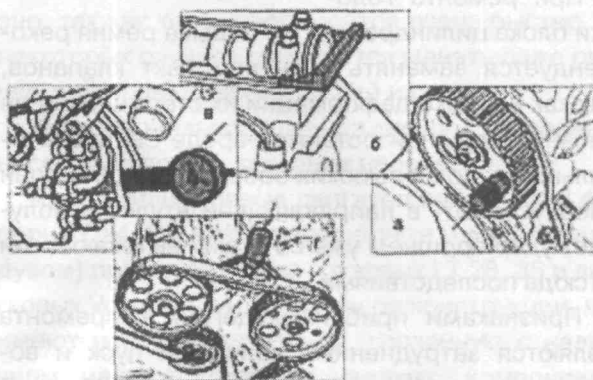
Концерн VW стал устанавливать дизельные двигатели на легковые автомобили сравнительно давно, примерно со второй половины 70-х годов. С 79-го года дизели VW стала устанавливать на свои автомобили 2,7, 8, 9-й серий шведская фирма Volvo. Все дизели выпуска до начала 90-х годов отличаются широкой унификацией, простотой конструкции и эксплуатации, что позволяет осуществлять большой спектр ремонтных работ в специализированных мастерских.

Условно моторы VW можно разделить на четыре основные группы: четырехцилиндровые вихрекамерные объемом 1.5, 1.6, 1.7, 1.9 л, атмосферные и с турбонаддувом; пятицилиндровые вихрекамерные объемом 2.0, 2.4 л в основном атмосферные (только один из них с турбонаддувом); шестицилиндровые вихрекамерные объемом 2.4 л атмосферные и с турбонаддувом; пятицилиндровые последнего поколения с непосредственным впрыском, турбонаддувом, окислительным нейтрализатором, рециркуляцией ОГ и электронным управлением ТНВД.

Двигатели первой группы являются наиболее распространенными и устанавливаются на автомобили VW Golf, Passat, Audi 80, Seat, Skoda.

После пробега 150-200 тыс. км дизели VW обычно требуют достаточно серьезного ремонта с расточкой блока цилиндров, хотя известны случаи межремонтных пробегов до 400 тыс. км при аккуратной эксплуатации. При меньших пробегах часто встречающейся неисправностью является обрыв зубчатого ремня ГРМ, однозначно приводящий к повреждению клапанов и требующий ремонта головки блока цилиндров. Это происходит, как правило, из-за нарушения сроков замены ремня (60 тыс. км), заклинивания вала ТНВД от попадания воды и грязи в топливо, повреждения или заклинивания ролика натяжителя ремня ГРМ, ослабления посадки зубчатого шкива на коленвале либо повреждения его шпоночного паза.

## Глава 39



**39.0 Без приспособлений 2064(а), 2065А(б), 2066(в) и VW 210(г) грамотное обслуживание и квалифицированный ремонт дизельных двигателей VW сомнительны**

Замену ремня ГРМ рекомендуется производить вместе с заменой ролика натяжителя, ресурс которого сопоставим с ресурсом ремня. Следует помнить, что попадание масла на ремень ГРМ резко снижает срок его службы. При установке нового ремня необходимо знать, что выставить его по меткам на двигателях VW невозможно (!), так как существует только одна метка – ВМТ (ОТ).

Шестерня привода распредвала имеет произвольную бесшпоночную конусную посадку на распредвале и окончательно затягивается после установки приспособления 2065А в торец распредвала и приспособления 2064 в отверстие шестерни ТНВД при положении первого цилиндра в ВМТ.

Контроль натяжения ремня после установки желательно производить с помощью спецприспособления W210. После установки ремня регулируется угол опережения впрыска с помощью индикатора приспособления 2066 (см. рис). Нужное значение момента начала подачи устанавливается поворотом ТНВД. Мы понимаем, что перечисление номеров приспособлений звучит не очень красиво, но по-иному тут нельзя. Если



не использовать набор этих несложных устройств, то невозможно точно установить момент начала подачи и обеспечить оптимальные тяговые и экономические характеристики автомобиля.

При ремонте головки блока цилиндров после обрыва ремня рекомендуется заменять весь комплект клапанов, так как нередко деформации их стержней после касания поршней остаются вроде бы незначительными, но на высоких оборотах такой клапан "подкусывает" в направляющей втулке и получает удар поршнем уже со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Признаками приближающегося капремонта являются затрудненный холодный пуск и возросший расход масла (более 1 л на 1000 км). В этом случае следует замерить компрессию на холодном двигателе, которая должна быть не ниже 25 атм у вихрекамерных дизелей VW не ниже 19-20 атм у дизелей с непосредственным впрыском (при разбросе не более 5 атм в разных цилиндрах).

Исправный двигатель может плохо заводиться и неустойчиво работать на прогреве из-за неисправностей системы предпускового подогрева. Тогда следует проверить наличие напряжения на свечах, и, если оно есть, отсоединить общую шину, прозвонить тестером каждую свечу по отдельности.

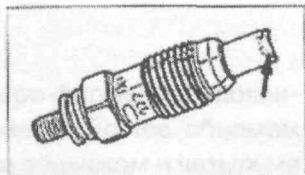
Перегоревшие свечи обычно имеют обрыв. Если свеча имеет оплавленный электрод, то причиной этого является неисправная форсунка.

Стенд для проверки форсунок – обязательный атрибут СТО, специализирующейся на ремонте дизелей.

Когда на свечи не подается напряжение, то нужно проверить реле управления свечами и цепи его питания. Часто оказывается перегоревшей плавкая вставка – предохранитель свечей на 50А.

Топливная аппаратура четырехцилиндровых двигателей достаточно проста в эксплуатации и регулировках, но все же требует для обслуживания специальных приборов и стендов.

При снятии и замене форсунки необходимо каждый раз устанавливать новые теплоизолиру-



**39.1 Оплавление свечи накаливания обычно является следствием неисправности форсунки**

ющие шайбы между форсунками и головкой цилиндров. Если этого не сделать, то распылитель быстро выйдет из строя от перегрева.

Неисправный распылитель обычно издает характерный стук на работающем моторе, хотя возможны и другие проявления неисправности. Так, в случае естественного износа игл распылителей снижается давление открытия форсунок.

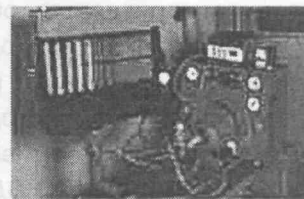
Становится нечеткой отсечка при завершении впрыска, что проявляется черным дымом на "прогазовках" и под нагрузкой при одновременном росте расхода топлива. Менять в этом случае рекомендуется весь комплект распылителей, обязательно регулируя на стенде заданное давление открытия.

На двигателях выпуска после 1986 г. выполнен подогрев топливного фильтра с помощью трубопровода "обратки", проходящего через фильтр. Через пластмассовый штуцер крепления этого трубопровода нередко возникает подсос воздуха, сопровождающийся появлением резких стуков и едкого сизого дыма. Обнаружить подсос воздуха поможет прозрачный топливopровод от фильтра к входному штуцеру ТНВД.

Насосы высокого давления на четырехцилиндровых моторах устанавливались типа VE фирмы Bosch и крайне редко CAV Lucas. На ТНВД этого типа часто наблюдается выход из строя насоса низкого давления (подкачивающего). При этом двигатель самопроизвольно глохнет, не развивая полной мощности, обороты плавают. Этот дефект обычно связан с попаданием воды и грязи в топливо, что вызывает износ деталей или их коррозию в случае длительной стоянки автомобиля. Другая распространенная неисправность – износ кулачковой шайбы и роликов. Признаками этого являются самопроизвольное изменение момента начала подачи топлива и появ-



**39.2 Стенд для проверки форсунок – обязательный атрибут СТО**



**39.3 Без специального стенда ремонт топливных насосов высокого давления невозможен**

вление мелкой металлической пыли в насосе, – ее хорошо видно, если снять отсечной клапан.

Ремонт насоса при этих неисправностях возможен только в условиях специализированной мастерской.

При обычной эксплуатации иногда требуется регулировка оборотов холостого хода и режима увеличения числа оборотов холодного запуска. При отсутствии стенда для проверки ТНВД возможна также грубая регулировка величины подачи с помощью дымомера в режиме измерения пикового значения дымности. В этом случае двигатель регулируется по границе дымности, почти совпадающей на вихрекамерных моторах с их внешней характеристикой (по максимальному крутящему моменту). Кстати, во всех случаях ремонта топливной аппаратуры из-за попадания воды следует сменить топливный фильтр и тщательно промыть бак.

Пятицилиндровые вихрекамерные дизели серии CN, DE, Л/С объемом 2.0 л устанавливались только на автомобили Audi-100 до 1990 г.; двигатели AAS и AAB объемом 2.4 л по конструкции практически идентичны, но первый ставился на Audi-100 91–94 гг., а второй – на VW T4. Многие детали дизелей 2.0 л унифицированы с деталями дизелей семейства 1.6 л, а дизелей 2.4 л – с деталями моторов 1X и 1Y объемом 1.9 л.

Для привода ГРМ и ТНВД у рассматриваемых моторов применяются отдельные ремни.

Периодичность замены ремня ГРМ такая же, как у четырехцилиндровых двигателей – 60 тыс. км. При этом следует обращать внимание на состояние подшипников водяного насоса, а при малейшем сомнении водяной насос

нужно менять. То же относится и к промежуточному ролику.

Установка ремня производится при снятой шестерне привода ТНВД с помощью приспособления 2065A и затруднений обычно не вызывает. Шестерню привода распредвала, имеющую коническую посадку, следует сперва ослабить, а затем, после установки фаз, зафиксировать в новом положении. Окончательно натяжение ремня следует проверить приспособлением VW210.

При установке ремня ТНВД используется приспособление 2064. Натяжение регулируется перемещением крепежной плиты ТНВД вверх или вниз. После установки ремня производится окончательная регулировка начала подачи с помощью индикаторного приспособления 2066.

Топливная аппаратура пятицилиндровых двигателей производства Bosch не имеет принципиальных отличий от аппаратуры четырехцилиндровых, и ей свойственны те же самые дефекты. Кроме того, нужно отметить, что у насосов двигателей AAB на T4 нагружение рычага управления таково, что у него чаще других возникает течь топлива из-под штока рычага вследствие износа резинового уплотнительного кольца и втулки. Как показывает практика, менять только кольцо, не меняя втулки, бесполезно, так как течь возобновится очень быстро. В некоторых случаях приходится менять даже рычаг, имеющий односторонний износ.

Без специального стенда ремонт топливных насосов высокого давления невозможен.

Шестицилиндровые двигатели объемом 2.4 л серий D24, DV, DW (атмосферные и с турбонаддувом) применяются на грузовых LT 28, 35 и легковых Volvo. Они идентичны по конструкции, но имеют некоторую разницу, связанную с наличием или отсутствием наддува, компоновочными соображениями и годами выпуска. В то же время некоторые детали, несмотря на внешнее сходство, не взаимозаменяемы, поэтому надо быть внимательным при покупке запчастей, особенно бывших в употреблении.

Привод газораспределительного механизма и ТНВД у двигателей этой серии такой же, как у пятицилиндровых. К срокам замены ремня ГРМ тут надо относиться особенно пунктуально, так как при его обрыве, помимо повреждения клапанов, почти всегда ломается распределительный вал и довольно часто – одна из его крышек крепления, что автоматически влечет за собой сложный ремонт постелей распредвала в головке блока или даже ее. Но в целом шестицилиндровые двигатели VW можно отнести к наиболее надежным и долговечным из дизельных моторов этой фирмы. Их фактический межремонтный ресурс редко бывает меньше 250 тыс. км.

С 1991 года на автомобили Audi-100 стали устанавливать пятицилиндровые турбодизели с непосредственным впрыском топлива ABP и AAT объемом 2.5 л, а на Audi-80 – четырехцилиндровые объемом 1.9 л. С 1993 г. двигатель 1Z появился и на автомобилях VW Golf, Vento, Passat В дальнейшем эти моторы были модифицированы и получили индексы AEL (2.5 л) и ANU (1.9 л). С 1995 г. появилась безнаддувная версия мотора 1.9 л – AEY, а двигатель 2.5 л с индексом D5252T стал с 1996 г. ставиться на Volvo850 (S70).

Двигатели этой группы являются непревзойденными лидерами в своем классе по топливной экономичности и

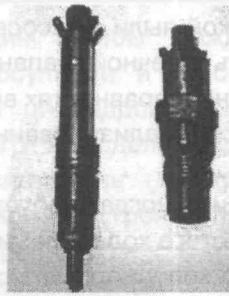
обладают отменными тяговыми характеристиками. По конструкции силового агрегата они – прямые потомки четырех- и пятицилиндровых вихрекамерных моторов VW с учетом, естественно, серьезных различий в конструкции поршней и головок блоков. Наибольшее отличие у них в системе впрыска и управления двигателем. Эти моторы имеют ТНВД с электронным управлением, то есть полностью отсутствует механическая связь между педалью газа и двигателем. Сигналы, формирующие количество подачи и момент начала впрыска, рассчитываются микропроцессором по сигналам датчиков оборотов, температуры, давления наддува, положения педали газа и других.

Форсунки тоже отличаются по конструкции: на вихрекамерных моторах они со штифтовым распылителем, а на новых двигателях – многоструйные. Распылители этих форсунок не поставляются в запасные части, и в случае неисправности форсунка заменяется целиком. Это дорого, и утешает только то, что менять их приходится гораздо реже, чем на вихрекамерных моторах. Система управления двигателем достаточно надежна, отказы электроники редки и чаще всего связаны с окислением контактов в разъемах. Механическая часть электронного ТНВД страдает по-прежнему от попадания воды и грязи, хотя какие тут могут быть претензии к производителю?

Диагностика двигателя и топливной аппаратуры, в отличие от моторов предыдущего поколения, невозможна в условиях неспециализированной мастерской, не имеющей сканера для считывания кодов неисправностей (VAG1551) и электронной приставки Bosch для регулировки ТНВД на стенде.

Замена ремня ГРМ на этих моторах проводится с той же периодичностью, как и на других моторах VW – через 60 тыс. км. Технология замены аналогична рассмотренной ранее. Единственное отличие в том, что на пятицилиндровых двигателях натяжение ремня осуществляется роликом, а не помпой, что упрощает замену.

И в заключение следует отметить некоторые общие правила, которые необходимо соблю-



**39.4 Форсунки дизелей VW последнего поколения (слева) существенно отличаются от форсунок, установленных на двигателях прошлых лет (справа)**

дать при проведении капитального и среднего ремонта двигателей VW.

- прокладки головки блока поставляются в запасные части трех толщин. Толщина прокладки определяется по выступанию поршней в положении ВМТ над плоскостью блока цилиндров. Если нет прокладки нужной толщины, можно смело ставить более

толстую. Замена же на более тонкую, чем полагается, недопустима;

- шлифовка или фрезеровка плоскости блока на дизельных двигателях VW не допускается;

- у дизелей VW на блоке отсутствуют центрирующие втулки, поэтому для правильной установки прокладки и головки следует пользоваться ложными втулками 3070, иначе неизбежен перекос головки;

- в головке блока цилиндров допускаются трещины между седлами клапанов, но шириной не более 0,5 мм;

- предельно допустимый износ блока цилиндров для всех моторов – 0,10 мм, предельная эллипсность и конусность – 0,05 мм. Если износ превышает указанные значения – расточка блока обязательна;

- при проведении капитального ремонта двигателей VW рекомендуется производить замену маслососа. Особенно это касается четырехцилиндровых двигателей;

- втулки промежуточного вала четырехцилиндровых двигателей требуют обязательного контроля, а при их замене необходимо проверять размеры посадочных мест;

- на четырехцилиндровых моторах нередки случаи сползания ремня ГРМ из-за износа опорных втулок вала ТНВД. Помимо естественного износа это вызывается работой двигателя с перетянутым ремнем.

**"АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"**



## Глава 40

## Японские дизели

Многие ведущие японские автомобилестроительные фирмы традиционно производят и устанавливают на свои автомобили дизели собственной разработки. Исключение составляют фирмы Honda, Subaru и Suzuki, выпускающие только бензиновые моторы.

Вообще, дизели японского производства весьма разнообразны по конструкции и интересны по техническим и технологическим решениям. Можно даже сказать, что японская техника имеет свой собственный "стиль", отличающий ее от конкурентов из Европы. В одной из статей мы отметили, например, меньшие запасы прочности отдельных деталей японских дизелей. Но "меньшие" – это не значит "недостаточные". Просто японские дизели технически более совершенны, спроектированы рациональнее и в эксплуатации демонстрируют высокие надежность и моторесурс. Правда, когда они попадают в неумелые руки, то нередко быстро выходят из строя. Но, как известно, неумелые руки – зло даже для их обладателя.

В то же время, как это ни покажется странным, японские инженеры по части конструкторских решений дизельных моторов довольно консервативны. К примеру, некоторые модели дизелей выпускаются в течение 15 и более лет без серьезных изменений, а последние новинки в дизелестроении, такие как электронное управление топливopодачей, иногда внедряются на несколько лет позже, чем в Европе. Да и не стоит забывать, что топливная аппаратура японских дизелей выпускается тремя фирмами – Diesel Kiki Nippon Densel и Zexel по лицензии фирмы Bosch. Правда, при сохранении ряда общих узлов и деталей она все же заметно отличается от немецкого "оригинала". Например, форсунки и распылители японских моторов обычно раза в полтора меньше европейских аналогов.

Многообразие дизелей японских автомобилей не позволяет в рамках одной статьи рассмотреть те или иные особенности всех мото-

ров. Поэтому мы остановимся только на самых распространенных в России, исключив, к примеру, редкие экземпляры фирм Toyota (дизели 12H, B, 1KZ) и Daihatsu, а также дизели фирмы Isuzu, о которых мы уже рассказывали ранее. Не забудем при этом, что, в отличие от европейских, японские дизели, как и автомобили, имеют разные модификации для внутреннего рынка и для экспорта.

## Дизели фирмы Toyota

Двигатели моделей 1C (1.8 л) атмосферный и 2C (2.0 л) атмосферный и с турбонаддувом устанавливались на модели малого класса Corsa, Corolla, Carina, Sprinter и микроавтобусы Lite Ace, Town Ace. Эти моторы – верхневальные с непосредственным приводом клапанов через толкатели с регулируемым шайбами зазором (такая конструкция наиболее часто встречается у дизелей всех японских фирм).

Привод газораспределительного механизма и ТНВД у моторов 1C и 2C осуществляется зубчатым ремнем. Топливная аппаратура Diesel Kiki. Из интересных особенностей топливной системы не только их двигателей, но и вообще всех японских автомобилей, можно отметить необычную конструкцию форсунок. Они не имеют штуцеров для присоединения резиновых шлангов обратного слива излишков топлива (на жаргоне механиков – "обраток"), а соединены между собой единой металлической трубкой, уплотняемой алюминиевыми кольцами и крепящейся к форсункам гайками. При правильном и своевременном техобслуживании такая система герметичнее и надежнее традиционной "европейской", а сама форсунка намного проще и дешевле в производстве. Однако если металлическая трубка "обратки" давно не снималась, то почти наверняка она будет сломана при демонтаже из-за "прикипания" к форсунке.

Из эксплуатационных особенностей двигателей 1C и 2C можно отметить довольно высокую

надежность механизма газораспределения – случаи разрушения зубчатого ремня редки и связаны обычно с грубым нарушением сроков его замены. Результат печален: гнутся клапаны, почти всегда ломается распредвал. а направляющие втулки клапанов получают трещины.

Двигатели 2L (2.4 л) атмосферный, 2LT (2,4 л) турбодизель и 3L (2.8 л) атмосферный и турбодизель – одни из наиболее распространенных. Эти моторы устанавливаются на автомобили Hi-Ace, Hi-Lux, Camr, 4-Ranner. Landcruiser.

Кстати, известные мелкосерийные образцы российских УАЗ, ГАЗ-31092. 3110 с двигателем 3L, который устанавливается на них одной из нижегородских фирм.

Двигатели этой серии, как и предыдущей, тоже вихрекамерные верхневальные с непосредственным приводом клапанов цилиндрическими толкателями с регулировкой зазора шайбами. Отметим также простоту их конструкции, надежность, отсутствие конструктивных дефектов, доступность для обслуживания и ремонта специалистами даже не слишком высокой квалификации. Пожалуй, это действительно оптимальный выбор для российских автомобилей, особенно атмосферные модификации.

На автомобилях Landcruiser устанавливают также рядные шестицилиндровые дизели объемом 4,2 л. Такие моторы имеют несколько принципиально разных модификаций, среди которых самый простой и надежный – вихрекамерный дизель 1HZ без турбонадаува.

Этот двигатель – верхневальный с непосредственным приводом клапанов толкателями и регулировкой зазора шайбами. Привод механизма газораспределения и ТНВД выполнен несколько необычно: от шестерни коленчатого вала через паразитную шестерню приводится ТНВД, а от последнего зубчатым ремнем осуществляется привод распредвала. Такая конструкция существенно снижает нагрузку на зубчатый ремень за счет исключения из его функции привода ТНВД. Правда, при этом повышаются нагрузки на шестерни и их оси, что при использовании низкокачественного масла приводит к быстрому износу этих деталей.

Для увеличения жесткости блока цилиндров коренные крышки подшипников коленвала дизеля 1HZ выполнены в виде единой "плиты", представляющей собой нижнюю часть блока. Еще одной особенностью моторов 1HZ является наличие у стандартных вкладышей нескольких размерных групп (5 для шатунных и 5 для корен-

ных вкладышей). При замене стандартных вкладышей надо устанавливать новые той же группы, чтобы точно выдержать оптимальный зазор в подшипниках.

Двигатели 1HD-T и 1HD-FT аналогичны по конструкции блока цилиндров двигателю 1HZ, но имеют непосредственный впрыск топлива, а двигатель 1HD-FT – еще и четырехклапанное газораспределение. Оба двигателя – с турбонаддувом, топливные насосы – обычные, с механическим управлением подачи.

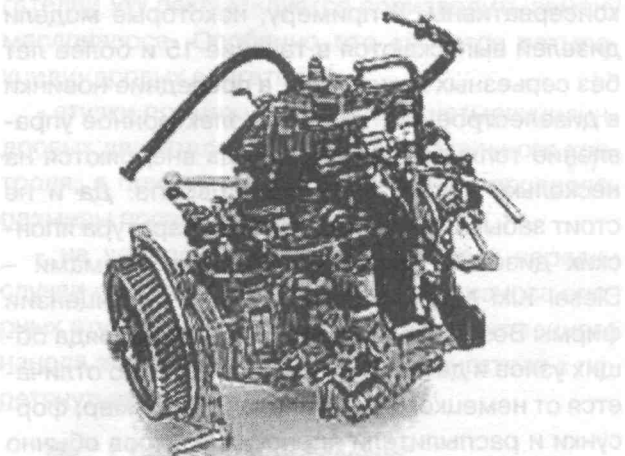
Двигатели очень требовательны к качеству топлива и масла: несмотря на большой ресурс, нередко случаи попадания в капитальный ремонт моторов этой серии с небольшим пробегом из-за задиров в поршневой группе. Атмосферным вихрекамерным двигателям 1HZ это свойственно в гораздо меньшей степени.

Кстати, отсюда следует наша однозначная рекомендация: при покупке автомобилей Landcruiser для России простой мотор намного предпочтительнее турбонаддувного и особенно 24-клапанного с точки зрения надежности и долговечности.

### Дизели фирмы Nissan

Эта фирма, так же как и Toyota, выпускает полную гамму двигателей – от 1.7 л до рядных "шестерок" 4.2 л (есть и большего объема, но это уже не для легковых автомобилей).

Дизели CD77и CD20 объемом 1.7 л и 2.0 л соответственно применяются на автомобилях малого класса Sunny, Altera, Primera. Двигатель CD17 Q настоящее время не выпускается. Оба



**40.0** Так выглядит ТНВД фирмы Diesel Kiki (Nissan TD27T); жесткие экологические требования привели к "обрастанию" агрегата различными дополнительными устройствами

мотора вихрекамерные верхневальные с прямым приводом клапанов и регулируемыми шайбами клапанными зазорами. Привод ГРМ зубчатым ремнем, а ТНВД приводится отдельным зубчатым ремнем.

Моторы этой серии не имеют выраженных конструктивных особенностей и недостатков. Средний ресурс их около 200 тыс. км. У двигателя CD20 разных лет выпуска имеются отличия в головке блока, приносящие большие проблемы при поиске нужных запчастей. Особенно это относится к прокладкам головки блока – их легко перепутать и даже установить не ту, которую надо.

Двигатель LD20 – довольно "древний" агрегат, устанавливавшийся в разные годы на автомобили Bluebird и микроавтобусы Vanette. Это верхневальный вихрекамерный двигатель с ременным приводом распредвала и ТНВД. На части моторов применен привод распредвала двухрядной цепью, а привод ТНВД – зубчатым ремнем. Такая конструкция дороже, но надежнее.

На моделях Bluebird устанавливалась также модификация с наддувом. Из регулировочных особенностей дизелей Nissan надо отметить следующее. У двигателей с единым ремнем привода ТНВД и ГРМ меткам на шкивах соответствуют метки не на корпусных деталях, а на зубчатом ремне. На старом ремне эти метки, естественно, стерты, поэтому без применения нового ремня осуществить правильную установку фаз газораспределения и впрыска может только очень опытный механик. Цена ошибки велика – чаще всего это будет поврежденная головка блока.

Дизель LD28 – рядная "шестерка", аналогичная по конструкции LD20, но с цепным приводом ГРМ и ременным приводом ТНВД. Этот мотор выпускается как с турбонаддувом, так и без него. Особенности двигателя – рядный ТНВД фирмы Nippon Denso, обычно не применяемый японцами на легковых автомобилях. А устанавливался этот дизель в основном на легковые Laurel и Cedric.

Семейство двигателей TD23, TD25 и

TD27T объединяет моторы, аналогичные по конструкции, но различающиеся по объему (соответственно 2.3, 2.5 и 2.7 л). Эти дизели устанавливались на микроавтобусы Urvan, джипы Terrano, Terrano II, Pathfinder. Двигатели данной серии – вихрекамерные, с чугунной головкой блока, нижним расположением распредвала (OHV) и приводом клапанов штангами и коромыслами. Привод распредвала и ТНВД – шестернями.

Двигатели довольно надежные, хотя тяжелые и шумные. На последних модификациях Terrano II механический ТНВД заменен на электронный. При этом электронным стало также управление турбокомпрессором и клапаном рециркуляции (EGR).

Двигатель RD28T – рядный вихрекамерный шестицилиндровый объемом 2,8 л, устанавливался в основном на Patrol. В большинстве случаев выпускался с турбонаддувом, атмосферные модификации встречаются очень редко.

Двигатель верхневальный (ОНС), с прямым приводом клапанов через гидротолкатели. Привод ТНВД и распредвала – зубчатым ремнем.

Вообще это хорошо уравновешенный "тихий" мотор. Топливный насос фирмы Zexel до 1997 года механический, а с 1997 года – с электронным управлением. Метки ТНВД и ГРМ нанесены аналогично двигателю LD20 – на ремне ГРМ.

Основные проблемы этого дизеля обычно связаны с головкой блока цилиндров, которая не отличается надежностью. В эксплуатации известны даже случаи, когда из-за сильного износа фасок клапанов и последующей посадки на упор плунжеров гидротолкателей "зависали" клапаны, и происходило резкое падение компрессии. Тем не менее, надо заметить, что повреждения головки нередко вызываются неисправностями топливной системы, охлаждения или несвоевременным техобслуживанием.

Двигатель SD33T – вихрекамерный турбодизель объемом 3.3 л, устанавливался на старые джипы Patrol до 1989 г. Реже встре-



**40.1 Миниатюризация "по-японски": на большинстве японских дизелей ставятся распылители меньшего размера (справа), чем у "европейцев" (слева)**



**40.2 Только на некоторых дизелях (Nissan RD28T, SD33T и др.) применяются форсунки "стандартного европейского" исполнения (справа). Они заметно больше японских (слева)**



чаются безнаддувные модификации этого мотора. Дизель данной серии нижневальный (OHV) с приводом распредвала и ТНВД шестернями. Применен рядный ТНВД Diesel Kiki. В целом SD33T- надежный неприхотливый силовой агрегат, не имеющий явных недостатков.

Дальнейшим развитием модели является TD42 – рядный вихрекамерный шестицилиндровый атмосферный двигатель объемом 4,2 л. По конструкции он аналогичен: шестеренчатый привод ГРМ и ТНВД, нижнее расположение распредвала (OHV), ТНВД Diesel Kiki распределительного типа. Дизель TD42 устанавливается на Patrol с 1987 г

### Дизели фирмы Mitsubishi

На автомобилях Lancer, Galant, Space Wagon, Delica ставится дизель 4D65 объемом 1.8 л атмосферный и турбодизель. Этот двигатель верхневальный, с приводом ТНВД и ГРМ зубчатым ремнем, а клапанов – коромыслами. Для повышения уравновешенности и снижения вибраций на нем, как и на других двигателях Mitsubishi (в том числе, бензиновых) применены два балансирующих вала, приводимых во вращение отдельным зубчатым ремнем. Несмотря на очень сложную конструкцию, трудно отметить их преимущества по шумности и вибронегативности по сравнению, например, с двигателями Toyota или Nissan аналогичного объема.

Дизели 4D55, 4D56 – двигатели объемом 2.3 л и 2.5 турбодизели и атмосферные. Устанавливались на микроавтобусы L200, L300 и джипы Pajero, а по лицензии – на корейские Hyundai. По конструкции они похожи на 4D65, но, естественно, значительно больших размеров. Это, пожалуй, самый распространенный у нас двигатель Mitsubishi, который при грамотном и своевременном техобслуживании достаточно надежен и долговечен. Основные его неисправности – обрыв ремня ГРМ вследствие несвоевременной замены или разрушения подшипника натяжного ролика. "Ломающиеся" коромысла при

вода клапанов при этом не предохраняют сами клапаны от повреждений. Частой неисправностью этого мотора является заклинивание одного из балансирующих валов (чаще верхнего) из-за недостатка смазки. Правда, это обычно проявляется после некачественного ремонта. Вообще же замена втулок балансирующих валов с проверкой их посадочных мест при капитальном ремонте обязательна. Часто встречаются у этих дизелей трещины и прогары форкамер из-за нарушений регулировок топливной аппаратуры (применена топливная аппаратура фирмы Nippon Denso с ТНВД распределительного типа и механическим управлением).

Одна из последних разработок Mitsubishi – турбодизель 4M40 объемом 2.9 л, с 1993 года устанавливается на микроавтобусы и джипы Pajero. Это вихрекамерный верхневальный двигатель, имеющий шестеренчатый привод ТНВД и привод распредвала цепью от ТНВД. Топливная аппаратура фирмы Zexel, ТНВД распределительного типа с механическим управлением.

По надежности дизель 4M40 превосходит 4D56. причем явных недостатков не имеет.

### Дизели фирмы Mazda

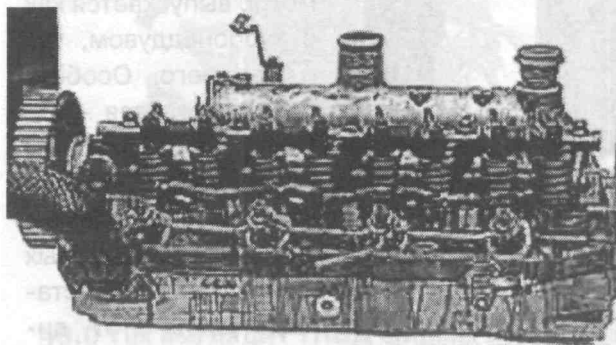
Самый маленький из них имеет шифр PN. Этот атмосферный вихрекамерный дизель объемом 1.7 л устанавливался на легковые автомобили Mazda 323. Двигатель имеет верхнее расположение распредвала, привод ГРМ и



**40.4 С балансирующими валами Mitsubishi в эксплуатации и ремонте связано немало проблем**



**40.3 Металлическая "обратка", устанавливается на всех японских двигателях, требует аккуратности при монтаже и особенно демонтаже**



**40.5 Головка двигателя Mitsubishi 4D56 с приводом клапанов коромыслами напоминает головку многих бензиновых японских моторов начала 80-х годов**

ТНВД зубчатым ремнем, привод клапанов непосредственно через толкатели с регулируемым зазором. Топливный насос Diesel Kiki распределительного типа.

На автомобиле среднего класса Mazda 626 ставился двигатель RF- вихрекамерный дизель объемом 2.0 л. Это тоже верхневальный двигатель с прямым приводом клапанов и регулируемые шайбами зазорами. Привод ТНВД и ГРМ – зубчатым ремнем, причем до 1987 г. ТНВД приводился отдельным ремнем, после – общим.

Интересной особенностью этих моторов, правда, для моделей внутреннего рынка Японии является применение компрессора наддува с принудительным ременным приводом. Такое решение на дизелях нигде больше не встречается.

Другой атмосферный дизель – модели R2. имеет объем 2.2 л и является одним из самых распространенных, правда, не на автомобилях Mazda, а на корейских, куда он устанавливался по лицензии. А вообще вставлялся на микроавтобусы Mazda E2200 и Kia Besta, джипы Kia Sportage и Asia Rocsta.

R2, как и RF, вихрекамерный дизель с верхним расположением распредвала, прямым приводом клапанов и с регулировкой зазора шайбами. Привод ГРМ и ТНВД зубчатым ремнем, топливный насос Diesel Kiki распределительного типа с механическим управлением, правда, на некоторые Kia Sportage устанавливались ТНВД с электронным управлением. В це-

лом это надежный мотор, хотя и чуть шумноватый.

В заключение – о некоторых общих для всех "японцев" особенностях эксплуатации дизелей. Выше мы отметили, что металлические "обратки" всех японских моторов часто повреждаются при снятии. Если их неудачно запаять (что делают на некоторых СТО), то проходное сечение топливопровода может недопустимо сузиться. В этом случае двигатель перестает нормально работать, начинают плавать обороты, пропадает тяга, появляется дым. Данную неисправность обнаружить непросто, хотя она встречается часто. К таким же последствиям приводит и повторное использование алюминиевых уплотнительных шайб под "обратку", если они недопустимо деформированы.

Другой неисправностью, тоже характерной для всех "японцев", является подсос воздуха через насос ручной подкачки топлива – "лягушку". Не стоит ее пытаться ремонтировать – надо сразу менять. При замене распылителей нельзя использовать номера распылителей, не соответствующие каталожным – японские моторы очень чувствительны к правильной регулировке системы топливоподдачи. Ну и, конечно, следует соблюдать все рекомендации по срокам замены ремня ГРМ и масла, действующие для любых моторов. Только так можно рассчитывать на высокие надежность и ресурс японского дизеля.

#### "АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"



## Глава 41

## Дизели внедорожников японского производства

Внедорожники японского производства в последние годы уверенно лидируют по числу продаж как в секторе новых, так и подержанных автомобилей, занимая немалую часть отечественного рынка машин этого класса. Заметим, что именно среди японских джипов отмечается наибольшее распространение дизельных версий, причем большинство владельцев довольны своими автомобилями и при опросах высказывают желание и в будущем приобретать японский джип только с дизелем.

Успеху японских дизелей способствует традиционная школа автомобильного моторостроения, позволяющая инженерам создавать совершенные и рациональные по конструкции двигатели.

Все ведущие японские автомобилестроительные фирмы традиционно производят и устанавливают на свои автомобили дизели собственной разработки. Исключение составляют фирмы Honda, Subaru и Suzuki, выпускающие только бензиновые моторы. По лицензии японские дизельные двигатели производят и устанавливают на свои внедорожники корейские фирмы Kia, Asia, Hyundai.

Дизели японского производства весьма разнообразны по конструкции, техническим и технологическим решениям. Двигатели японских фирм хотя и имеют меньшие конструктивные запасы прочности отдельных узлов и деталей, чем европейские и особенно американские, будучи грамотно спроектированными и выполненными из отличных материалов, демонстрируют высокие надежность и моторесурс. Следует, правда, отметить, что надежность обеспечивается только при квалифицированном обслуживании в процессе эксплуатации.

В то же время в части передовых решений японские конструкторы дизельных моторов довольно консервативны. В серийном производ-

стве применяются только хорошо проверенные и отработанные конструкции. Некоторые модели двигателей выпускаются в течение 15 и более лет без существенных изменений, а последние новинки в дизелестроении внедряются в серийное производство на несколько лет позже, чем в Европе.

Обычно все новые технические решения японцы отрабатывают сначала на автомобилях для внутреннего рынка, а только затем внедряют их на экспортные модификации. В предлагаемом ниже обзоре конструкций и эксплуатационных особенностей дизельных двигателей японского производства рассмотрены наиболее распространенные в России моторы, устанавливаемые на японские и корейские джипы.

### Топливные системы японских дизелей

Топливная аппаратура для японских дизельных двигателей производится тремя фирмами – Diesel Kiki, Nippon Denso и Zexel по лицензии фирмы Bosch. По конструкции ТНВД этих фирм практически не имеют никаких отличий от их европейских собратьев. Исключение составляют автомобили, предназначенные для внутреннего рынка и снабженные насосом с электронным управлением. В них применяется отличающаяся от европейских электронных ТНВД система управления подачей топлива.

Такие ТНВД установлены на моделях Toyota Surf с двигателем 2LT, Toyota Land Cruiser с двигателем 1 KZ и некоторых других.

Другое существенное отличие топливных систем японских дизелей заключается в иной конструкции форсунок и магистрали обратного слива топлива. Форсунки не имеют штуцеров для присоединения резиновых шлангов обратного слива излишков топлива ("обраток"), а соединены между собой единой металлической трубкой, уплотняемой алюминиевыми кольцами

и крепящейся к форсункам гайками. При правильном и своевременном техобслуживании такая система герметичнее и надежнее "европейской", а сама форсунка намного проще и дешевле в производстве.

Однако если металлическая трубка "обратки" давно не снималась, то почти наверняка она будет сломана при демонтаже из-за "прикипания" к форсунке.

Сами форсунки имеют обычно меньшие размеры, чем у европейских автомобилей, из-за применения распылителей меньших размеров, хотя и не на всех типах двигателей, на некоторых [Toyota 2LT, Nissan RD28] устанавливаются распылители стандартного размера. Интересно отметить, что ресурс малогабаритных распылителей обычно выше, чем у стандартных, видимо, это объясняется меньшей площадью контакта с горячей зоной вихрекамеры.

### Дизели Toyota

Toyota устанавливает на свои внедорожные автомобили 4- и 6-ти-цилиндровые дизели объемом от 2,4 до 4,2 л. У нас одними из самых распространенных являются два двигателя: атмосферный 2L(2,4 л) и турбированный 2LT(2,4 л), а также их более поздние аналоги 3L(2,8 л). Эти моторы устанавливаются на автомобили Hi-Lux, 4-Runner, Surf, Land Cruiser. В России двигатели 3L в атмосферном варианте устанавливает на заказ нижегородская фирма "Техносервис" на автомобили "УАЗ-31514" и "УАЗ-3160".

Двигатели этой серии вихрекамерные верхневальные с непосредственным приводом клапанов цилиндрическими толкателями с регулировкой зазора шайбами. В эксплуатации проявили себя надежными силовыми агрегатами, неприхотливыми к условиям эксплуатации. Простые по конструкции, без явных конструктивных дефектов, они доступны для обслуживания

и ремонта специалистами средней квалификации.

Менее распространенными являются турбодизели 1KZ-T объемом 3,0 л, которые устанавливаются на автомобили Land Cruiser, 4-Runner.

Это четырехцилиндровые вихрекаме-

рные дизели с верхним расположением распределителя и непосредственным приводом клапанов через цилиндрические толкатели с регулируемыми шайбами зазорами. Привод ТНВД осуществляется шестернями, а привод ГРМ – от ТНВД зубчатым ремнем.

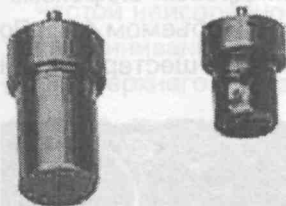
Топливная аппаратура Nippon Denso до 96-го года выпуска была с механическим управлением, после 96-го года – с электронным. Двигатели достаточно надежные, наибольшие проблемы в эксплуатации обычно преподносит топливная аппаратура, неисправности распылителей форсунок, помимо повышенного расхода топлива и дымления, приводят к прогарам поршней и форкамер.

Запасные части на этот мотор очень дороги, по-видимому, из-за его малой распространенности.

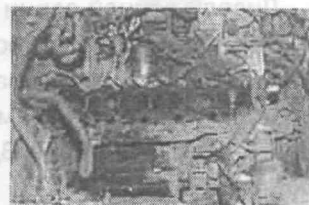
На автомобилях Land Cruiser 70-й, 80-й и 100-й серий устанавливаются рядные шестицилиндровые дизели объемом 4,2 л. Эти моторы имеют три разные модификации: 1HZ(136л.с.), 1HD-T(165л.с.) и 1HD-FT( 168 л.с.). Наиболее простой и надежный из них – вихрекамерный дизель 1 HZ без турбонаддува.

Этот двигатель – верхневальный с непосредственным приводом клапанов толкателями и регулировкой зазора шайбами. Привод механизма газораспределения и ТНВД выполнен несколько необычно: от шестерни коленчатого вала через паразитную шестерню приводится ТНВД, а от последнего зубчатым ремнем осуществляется привод распределителя. Такая конструкция существенно снижает нагрузку на зубчатый ремень за счет исключения из его функции привода ТНВД.

Для увеличения жесткости блока цилиндров коренные крышки подшипников коленвала дизеля 1HZ выполнены в виде единой плиты, представляющей собой нижнюю часть блока. Еще одной особенностью моторов 1 HZ является наличие у стандартных вкладышей нескольких размерных групп (5 – для шатунных и 5 – для коренных). Это необычное решение принято для точного выдерживания оптимальных зазоров в подшипниках и позволяет существенно увеличить надежность и ресурс двигателя, хотя и усложняет его ремонт. Двигатели 1HD-T и

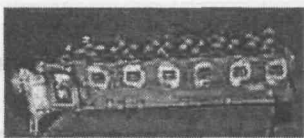


**41.0 Распылители японских двигателей (справа) значительно меньше европейских.**



**41.1 Блок цилиндров двигателя 1HD-FT**

1HD-FT по конструкции блока цилиндров аналогичны двигателю 1HZ, но имеют непосредственный впрыск топлива, а двигатель 1HD-FT – еще и четырехклапанное газораспределение.



**41.2 Головка блока цилиндров двигателя 1HD-FT**

Оба двигателя с турбонаддувом, топливные насосы на большинстве моторов обычные, с механическим управлением топливо подачи и, на части моторов 1HD-FT с 1997 г. устанавливаются ТНВД с электронным управлением.

Привод клапанов в двигателях 1HD-T аналогичен 1HZ, а в двигателях 1HD-FT осуществляется коромыслами с плавной регулировкой клапанов винтами. Каждое коромысло приводит в движение мост, попарно соединяющий соответствующие клапана. Такая схема позволила применить для привода всех 24-х клапанов один распредвал.

Двигатели очень требовательны к качеству топлива и масла: несмотря на большой ресурс, нередки случаи попадания в капитальный ремонт моторов этой серии с небольшим пробегом из-за задиров в поршневой группе. Атмосферным вихрекамерным двигателям 1HZ это свойственно в гораздо меньшей степени. Кстати, отсюда следует наша однозначная рекомендация: при покупке автомобилей Land Cruiser для России простой мотор намного предпочтительнее турбонаддувного и особенно 24-клапанного с точки зрения надежности и долговечности.

## Дизели Nissan

Эта фирма, так же как и Toyota, выпускает полную гамму двигателей от 1,7 л до рядных шестерок 4.2 л. На внедорожники устанавливаются четыре типа двигателей: TD27T (2,7 л), RD28 (2,8 л), SD33 (3,3 л), TD42 (4,2 л).

Двигатели TD27 устанавливаются на автомобили Terrano, Terrano II, Pathfinder.

Дизели данной серии – вихрекамерные, с чужунным блоком цилиндров и головкой блока, нижним расположением распредвала (OHV), приводом клапанов штангами и коромыслами. Привод распредвала и ТНВД осуществляется шестернями.

Двигатели очень надежные, хотя тяжелые и шумные.

На последних модификациях Terrano II механический ТНВД заменен на ТНВД с электронным управлением. При этом электронным стало также управление турбокомпрессором и клапаном рециркуляции (EGR).

Двигатель RD28T – рядный вихрекамерный шестицилиндровый объемом 2,8 л – устанавливается на автомобили Nissan Patrol. В большинстве случаев выпускался с турбонаддувом, атмосферные модификации встречаются очень редко. Двигатель верхневальный (ОНС) с прямым приводом клапанов через гидротолкатели.

Привод ТНВД и распредвала – зубчатым ремнем. Хорошо уравновешенный и очень "тихий" мотор. Топливный насос фирмы Zexel (Bosch) до 1997 года механический, а с 1997 года – с электронным управлением.

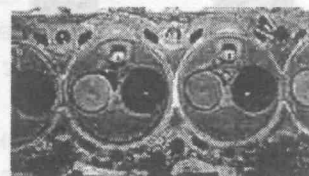
Основные проблемы этого двигателя обычно связаны с головкой блока цилиндров, которая не отличается надежностью. В эксплуатации известны случаи, когда из-за сильного износа фасок клапанов и последующей посадки на упор гидротолкателей "зависали" клапаны и происходило падение компрессии.

Тем не менее надо заметить, что повреждения головки чаще всего вызываются неисправностями топливной системы, перегревом двигателя или несвоевременным техобслуживанием.

При обрыве зубчатого ремня на этом двигателе головка блока получает крайне тяжелые повреждения и обычно требует замены.

Двигатель SD33 (33T) – вихрекамерный атмосферный или с турбонаддувом, устанавливался на старые джипы Patrol до 1989 г. Дизель этой серии нижневальный (OHV) – с приводом распредвала и ТНВД шестернями. ТНВД Diesel Kiki – рядный с механическим или пневматическим регулятором оборотов. В целом SD33 – надежный, неприхотливый силовой агрегат, не имеющий явных недостатков.

Дальнейшим развитием модели является TD42 – рядный шестицилиндровый вихрекамерный атмосферный двигатель объемом 4,2 л. По конструкции он аналогичен: шестеренчатый привод ГРМ и ТНВД, нижнее расположение распредвала (OHV), ТНВД – Diesel Kiki распределительного типа, хотя на некоторых моторах ранних лет выпуска встречается и рядный.



**41.3 Прогар головки RD28 (тепловая эрозия)**



Рядные ТНВД отличаются большей эксплуатационной надежностью, чем ТНВД распределительного типа, но двигатели SD33 и TD42 единственные из более или менее современных дизелей японских джипов, на которых они еще устанавливаются.

### Дизели Mitsubishi

На джипы Mitsubishi Pajero устанавливается три типа дизелей: 4D55, 4D56 и 4M40 объемом соответственно 2,3 л, 2,5 л и 2,8 л. Двигатель 4D56 под названием D4B выпускается по лицензии в Корее и устанавливается на джипы Hyundai Galloper.

Двигатели 4D55 и 4D56 и их корейские модификации выпускаются как в атмосферном, так и в турбонаддувном варианте, хотя наиболее распространен турбодизель.

По конструкции эти двигатели идентичны. Нарастивание объема до 2,5 л достигнуто за счет увеличения хода поршня. Двигатели верхневальные с приводом ТНВД и ГРМ зубчатым ремнем, а клапанов – коромыслами. Для повышения уравновешенности и снижения вибраций на них, как и на других двигателях Mitsubishi (в том числе и бензиновых), применены два балансирующих вала, приводимых во вращение отдельным зубчатым ремнем. Несмотря на очень сложную конструкцию, трудно отметить ее преимущества по шумности и вибронегативности перед, например, двигателями Toyota аналогичного объема.

Двигатели этой серии требуют более своевременного и грамотного технического обслуживания, чем другие японские дизельные моторы. Наиболее частой неисправностью является обрыв ремня ГРМ вследствие его несвоевременной замены или разрушения подшипника натяжного ролика. "Ломающиеся" коромысла клапанов при этом не предохраняют сами клапана от повреждений.

Частой неисправностью этого мотора является заклинивание одного из балансирующих валов (чаще верхнего) из-за недостатка смазки. В этом случае требуется ремонт посадочных мест и втулок с полной разборкой двигателя.

Часто встречаются у этих дизелей трещины и прогары форкамер из-за наруше-

ний регулировок топливной аппаратуры компании Nippon Denso. ТНВД относится к насосам распределительного типа с механическим управлением.

Турбодизель 4M40 устанавливается на джипы Pajero, Montero с 1993 года. Это вихрекамерный верхневальный двигатель, имеющий шестеренчатый привод ТНВД и привод распределителя цепью от ТНВД. Топливная аппаратура фирмы Zexel, ТНВД – распределительного типа с механическим управлением.

По надежности дизель 4M40 превосходит 4D56, причем явных недостатков не имеет. Основные неисправности связаны с нарушением работы или отказами ТНВД.

### Дизели Isuzu

Фирма Isuzu делает широкую гамму моторов от легковых до тяжелых грузовиков. На джипы Isuzu Trooper, Rodeo обычно устанавливаются два типа двигателей: 4JB1 объемом 2,8 л и 4JG2T – 3,1 л. На ранние модификации Trooper устанавливался устаревший двигатель C223T (2,3 л), который снят с производства во второй половине 80-х годов.

Двигатель 4JB1 устанавливается на джип Opel Frontera, а 4JG2T – на Opel Monterey.

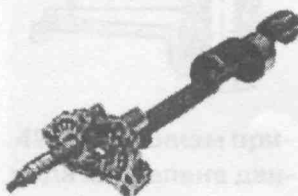
Двигатель 4JB1 – турбодизель с непосредственным впрыском топлива и промежуточным охладителем воздуха (intercooler).

Привод нижнерасположенного распределителя (ОНВ) и ТНВД осуществляется зубчатым ремнем. В чугунный моноблок двигателя запрессованы тонкостенные сухие гильзы.

Головка блока алюминиевая, привод клапанов штанговый, клапанные зазоры регулируются винтами коромысел.

В целом это надежный и мощный силовой агрегат, имеющий, правда, повышенную шумность как неизбежную расплату за непосредственный впрыск топлива. ТНВД распределительного типа фирмы Zexel.

Двигатель 4JG2T объемом 3,1 л по конструкции аналогичен 4JB1, однако является вихрекамерным с соответствующими отличиями в конструкции головки блока и поршней, а также топли-



**41.4 Балансирный вал двигателя 4D56**



**41.5 Разбитый шпунтовый паз – частый дефект двигателя R2**

вной аппаратуры. Установлена топливная аппаратура фирмы Zexel.

Запчасти для обоих моторов (2,8 л и 3,1 л) довольно дороги, хотя можно найти и "неоригинальные" комплектующие.

При ремонте дизелей Isuzu следует обращать особое внимание на состояние коленчатого вала: иногда образуются трещины на шатунных шейках, У "простучавшего" вала вероятность их появления очень велика, и не исключено, что в этом случае ремонт сведется к замене вала.

Моторы весьма требовательны к качеству применяемых масел и срокам их замены. На несоответствующий заводским требованиям сорт масла они отвечают быстрым выходом из строя турбокомпрессора. У двигателей объемом 3,1 л встречаются случаи оплавления поршней из-за нарушения работы топливной аппаратуры.

### Дизели Mazda

Фирма Mazda сама не выпускает дизельные внедорожники, но двигатель R2 объемом 2,2 л устанавливается на корейские джипы Kia Sportage и Asia Rocsta. R2 – атмосферный ви-

хрекамерный дизель с верхним расположением распредвала, прямым приводом клапанов и с регулировкой зазора шайбами.

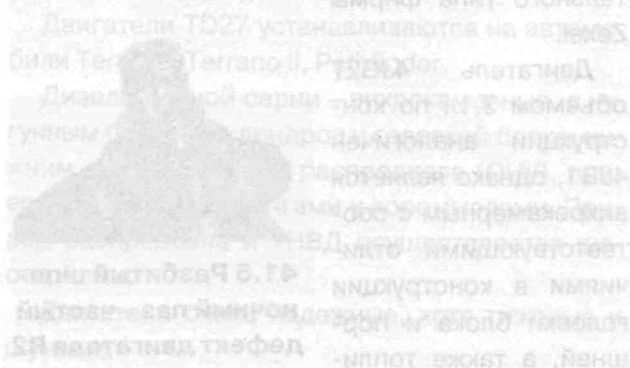
На некоторых модификациях установлен турбонаддув, хотя они довольно редко встречаются. Привод ГРМ и ТНВД – зубчатым ремнем, топливный насос Diesel Kiki распределительного типа с механическим управлением, на некоторые Kia Sportage устанавливались ТНВД с электронным управлением.

В целом это довольно надежный мотор, хотя и чуть шумноватый. Интересной его особенностью является очень приятная характеристика крутящего момента на низких оборотах.

Основные неисправности, как правило, эксплуатационного свойства и связаны с недостаточной затяжкой центрального болта при замене ремня ГРМ и последующим разбиванием шпоночного паза.

От приобретения автомобиля с электронным ТНВД лучше сразу отказаться из-за последующих трудностей в диагностике и ремонте электронной части.

### "АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"



## Глава 42

# Дизели внедорожников европейского производства

## Дизели Mercedes-Benz

С 1979 года в Австрии фирмой Steyer Daimler Puch выпускается знаменитый Mercedes G-класса – Gelandewagen. Созданный изначально как утилитарный армейский джип, он превратился после нескольких модернизаций в символ надежности и престижа, продолжая и поныне свою конвейерную жизнь. Пользуясь достаточным спросом, этот автомобиль, по планам фирмы, доживет на конвейере до 2003 года, а с учетом его надежности еще лет 20 после этого в эксплуатации. На Gelandewagen'e устанавливались три поколения "мерседесовских" дизелей. На первые выпуски (W4601 – с 1979 по 1989г. – ставились атмосферные двигатели OM616 объемом 2,4л (72л.с. и OM617 объемом 3,0 л (88 л.с.). Эти моторы совершенно идентичны по конструкции и отличаются только числом цилиндров – 4 и 5 соответственно.

По конструктивной схеме это предкамерные дизели с верхним расположением распредвала (ОНС) и приводом клапанов рычагами. Клапанные зазоры регулируются, регулировка осуществляется гайками в верхней части стержней

клапанов- необычная, но очень надежная и удобная схема.

Привод распредвала и ТНВД осуществляется двухрядной пластинчатой цепью с гидронатяжителем. Следует отметить, что цепной привод применяется на всех без исключения двигателях Mercedes'a, потому что только цепной привод, несмотря

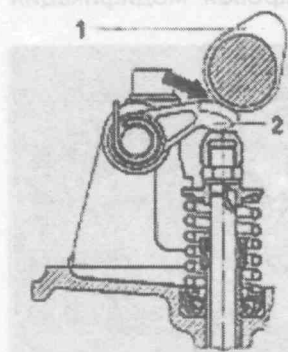
на некоторые его недостатки, такие, как повышенная шумность и неравномерность, обеспечивает максимальную надежность двигателя, а надежность для Mercedes'a превышает всего.

Топливные насосы Bosch рядные модели M/RSF с механическим регулятором. Как и для любых других Mercedes'ов, традиционно велика роль вакуумной системы в управлении двигателем. За счет вакуума осуществляется глушение дизеля, а также повышение оборотов на прогреве. Вакуумная система повышает живучесть машины, так как даже полностью обесточенный двигатель Mercedes'a будет продолжать работать, в то время как любой другой автомобиль заглохнет, как только исчезнет напряжение на отсечном клапане ТНВД.

В целом моторы этого поколения очень надежны, не имеют никаких конструктивных недостатков, а их реальный моторесурс составляет 350 – 500 тыс. км. Интересно отметить, что относительная частота появления неисправностей у G-класса с двигателями этой серии примерно в 3 раза ниже, чем у автомобилей более позднего (W463) поколения. причем большинство отказов обычно вызвано совсем уж варварским обращением с двигателем и полным пренебрежением к регулярному техническому обслуживанию.

Двигатель OM616 объемом 2,4л обычно устанавливался только на короткобазные автомобили, но все равно его мощность и крутящий момент (72 л.с. при 4400 об/мин и 138 Нм при 2400 об/мин) недостаточны для довольно тяжелой полноприводной машины.

С 1987 года автомобили G-класса стали комплектоваться дизелями следующего поколения, к 1989 году полностью вытеснившие предыдущую серию. Это предкамерные 5- цилиндровые атмосферные дизели OM602.931 (2,5л, 90л.с.),



42.0 Механизм привода клапана двигателя OM617: 1 – распредвал; 2 – рычаг клапана



OM602.942 (2,9 л, 100 л.с.), 6-цилиндровый дизель OM603.931 (3,0 л, 113 л.с.) и 6-цилиндровый турбодизель OM603.972 (3,5 л, 150 л.с.). Их главные особенности: гидравлические толкатели в приводе клапанов, алюминиевая головка блока цилиндров, насос высокого давления с автоматической прокачкой для удаления воздуха. Моторы этой серии более высокооборотны, отличаются меньшей шумностью, большей литровой мощностью и экономичностью. На них нередко отказы гидротолкателей из-за ухудшения условий смазки, сопровождающиеся характерным стуком клапанов.

Несвоевременная замена цепи и успокоителей, а также дефект гидронатяжителя могут привести к ее обрыву, что очень часто полностью выводит из строя головку блока (на двигателях предыдущей серии обычно ломало распределвал, но головка оставалась целой). Поэтому механизм газораспределения надо периодически проверять и после пробега 200 тыс. км обязательно менять цепь, успокоители и натяжитель.

У моторов объемом 3,5 л нередко случаи прогара прокладки головки блока между цилиндрами, причем иногда даже при отсутствии сколько-нибудь существенного нарушения температурного режима. По-видимому, это связано с меньшим расстоянием между цилиндрами, ведь двигатель объемом 3,5 л выполнен на базе 3-литрового турбодизеля OM603.962 и увеличение рабочего объема достигнуто за счет увеличения диаметра цилиндра с 87 до 89 мм - и хода поршня с 84 до 92,4 мм.

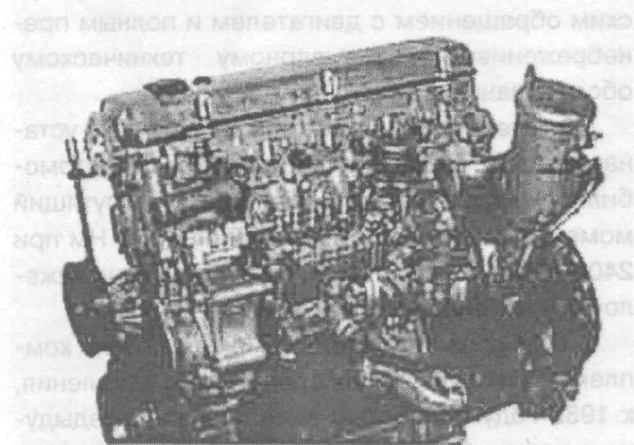
Интересно отметить, что 5-цилиндровому двигателю объемом 2,9 л OM602.942, имеющему такие же диаметр цилиндра и ход поршня, этот дефект совершенно несвойственен,

по-видимому, по причине меньшей мощности и отсутствия турбонаддува.

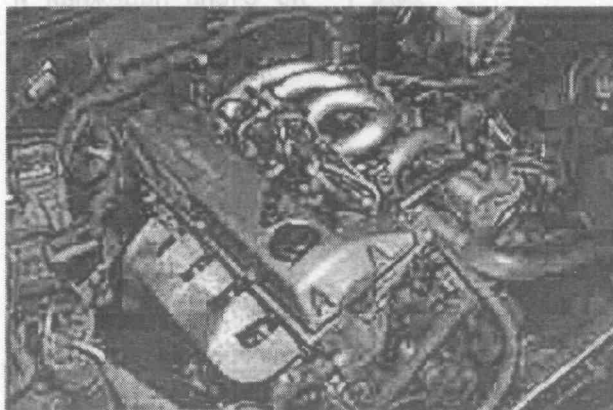
Частым дефектом является появление течи масла из-под крышки вакуумного насоса усилителя тормозов (на моторах старого типа эта неисправность встречалась реже). Навесные агрегаты приводятся одним "многоручьевым" ремнем, у которого довольно часто выходит из строя подшипник натяжного ролика. Внешне дефект сразу заметен по перекошенному положению ролика, сопровождается нестабильным стуком, иногда угрожающей тональности. Топливная аппаратура этих двигателей еще надежнее, чем на двигателях предыдущих серий, и в эксплуатации ее отказы крайне редки. На всех двигателях применяются только рядные ТНВД Bosch типа M/RSF с механическим регулятором и электронной системой стабилизации оборотов холостого хода. На части двигателей 603.972 (3,5 л) применяется рядный ТНВД Bosch с электронным управлением.

Характерным недостатком этих насосов, раздражающим владельцев автомобилей с большим пробегом, является повышенная неравномерность цикловой подачи вызывающая "тракторный" стук, мотора на холостых оборотах из-за износа плунжеров и кулачкового вала. Кроме неприятных ощущений особого вреда это не приносит.

Помимо Mercedes'ов 5-цилиндровый двигатель объемом 2,9 л устанавливается с 1993 года по настоящее время на корейские джипы Ssang Yong Musso. Никаких конструктивных отличий двигатели корейского производства от немецких не имеют, встречающиеся иногда суждения о меньшей надежности "корейцев" лишены всяких оснований. С 1994 по 1997 г. на Musso устанавливалась 4-цилиндровая модификация



42.1 Двигатель OM602.942 устанавливался на Mercedes G290 и Ssang Yong Musso



42.2 OM602 на автомобиле Ssang Yong Musso



недостатков, ставящих под сомнение целесообразность его использования именно на внедорожнике. Один из них – малый ресурс нижней цепи (от коленчатого вала к шестерне ТНВД), усугубляющийся большими знакопеременными нагрузками при движении в тяжелых условиях. Второй недостаток связан с малым ресурсом плунжерной пары ТНВД, что почему-то характерно для двигателей BMW. В общем-то при применении высококачественного топлива ее ресурс, видимо, вполне достаточен, однако в российских условиях большинство неисправностей обычно при проведении планового ремонта. Обрыв ремня ГРМ вызывает повреждение штанг привода клапанов, но обычно этим печальные последствия и ограничиваются (так же, впрочем, как и у двигателей последующих серий – 200TDI и 300TDI). При отсутствии новых штанг удастся даже какое-то время ездить, выправив поврежденные.

ТНВД Lucas очень требовательны к качеству регулировок, однако более неприхотливы к топливу, чем распределительные насосы Bosch VE. О появлении серьезных неисправностей обычно предупреждает неустойчивая и нестабильная работа на холостом ходу.

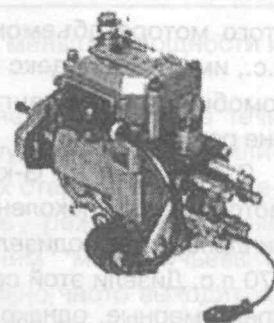
Двигатель HR492H1 – вихрекамерный турбодизель с нижним расположением распредвала (OHV) и штанговым приводом клапанов через коромысла. Привод распредвала и ТНВД – шестеренчатый. В конструкции двигателя применены такие необычные (по крайней мере для легковых автомобилей) решения, как отдельные головки блока цилиндров и туннельный картер. Топливная аппаратура фирмы Bosch.

Двигатели VM не имеют каких-либо существенных недостатков, однако отличаются довольно шумной работой.

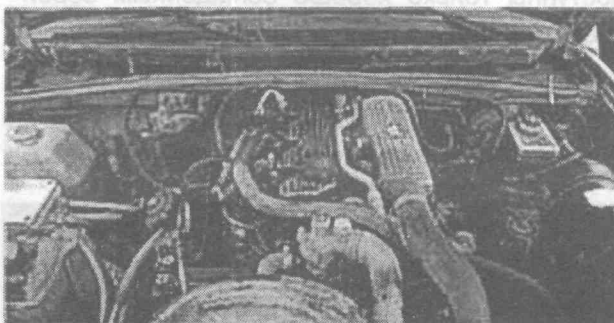
С 1990 года на Defender и Discovery, а с 1993 года на Range Rover стали устанавливаться турбодизели нового поколения серии 200TDI, а с 1994 года – 300TDI объемом 2,5 л и мощностью 111 л.с. Эти моторы имеют непосредственный впрыск топлива и соответственно лучшую топливную экономичность и существенно большую мощность, чем их предшественники 12J. Привод ГРМ и ТНВД – зубчатым ремнем, распредвал – нижнерасположенный (OHV), привод клапанов – штанговый через коромысла. Топливная аппаратура фирмы Bosch, ТНВД распределительного типа (VE) на 200TDI с механическим управлением, а на 300TDI – электронный.

С 1994 года на Range Rover стали устанавливать турбодизели BMW – рядные вихрекамерные шестерки объемом 2,5 л и мощностью 136 л.с. Двигатель верхневальный (ОНС) с прямым приводом клапанов через гидрокомпенсаторы, привод ГРМ и ТНВД двумя однорядными пластинчатыми цепями. ТНВД Bosch распределительного типа с электронным управлением. Тихий, отлично сбалансированный силовой агрегат, выполненный на высоком техническом уровне, однако имеющий несколько недостатков, ставящих под сомнение целесообразность использования именно на внедорожнике. Один из них – малый ресурс нижней цепи (от коленчатого вала к шестерне ТНВД), усугубляющийся большими знакопеременными нагрузками при движении в тяжелых условиях. Второй недостаток связан с малым ресурсом плунжерной пары ТНВД, что почему-то характерно для двигателей BMW.

В общем-то при применении высококачественного топлива ее ресурс, видимо, вполне достаточен, однако в российских условиях большинство неисправностей дизелей BMW (не менее 30%) связано именно с быстрым выходом из строя ТНВД.



**42.5 ТНВД автомобиля Range Rover 2.5TDI с двигателем BMW**



**42.6 Двигатель Land Rover**

### Дизели Opel

На внедорожники Frontera, выпускаемые с 1992 г., устанавливалось несколько различных дизельных моторов, наиболее распространенным из которых является 100- сильный турбодизель объемом 2,3 л. Этот двигатель практически без изменений выпускался с начала 80-х годов,

а конструкция его разработана в конце 60-х (двигатель 21 D).

23DTR – вихрекамерный турбодизель с цепным приводом верхнего (ОНС) распредвала и ТНВД. Головка блока – чугунная. Топливная аппаратура фирмы Bosch имеет несколько необычную компоновку: ТНВД установлен не горизонтально, как на подавляющем большинстве дизелей, а вертикально, как распределитель зажигания на бензиновых двигателях.

Чтобы предотвратить появление воздушных пробок на входе вертикально расположенного ТНВД, используется отдельный насос низкого давления. Дизели этой серии довольно надежны и имеют большой ресурс при своевременном и качественном техобслуживании. Наиболее слабым местом является цепной привод механизма газораспределения.

Как и у всех прочих "опелевских" моторов, распространенная болезнь – быстрый износ кулачков распредвала. Из неисправностей топливной аппаратуры наиболее часты проблемы, связанные с подсосом воздуха в топливных магистральных. Видимо, сказывается вертикальное положение ТНВД. Двигатели Isuzu, устанавливаемые на Frontera и Opel Monterey были рассмотрены в предыдущей статье.

С 1996 года Frontera'y стали оснащать сильным турбодизелем VM 08 объемом 2,5л, аналогичным устанавливаемым на Alia Romeo 164. Двигатель, вихрекамерный по конструкции, аналогичен упоминавшемуся выше мотору объемом 2,4л, устанавливавшемуся на Range Rover. Для обеспечения соответствия своевременным экологическим нормам применено электронное управление как ТНВД, так и турбокомпрессором и системой рециркуляции отработавших газов.

### Французские дизельные моторы на внедорожниках

Хотя французы сами не делают внедорожников, но двигатели французского производства устанавливаются другими предприятиями.

Jeep Cherokee с 1990 года комплектовался 88-сильным вихрекамерным турбодизелем J8S объемом 2,1 л. Этот двигатель имеет алюминиевый блок цилиндров и тонкостенные стальные гильзы мокрого типа. Привод распредвала и ТНВД – зубчатым ремнем. Распредвал верхний (ОНС), привод клапанов осуществляется ломающимися коромыслами. Коромысла надежно предохраняют клапаны от повреждений при обрыве ремня ГРМ, и ремонта головки не требуется, достаточно поменять сломанные коромысла. Топливная аппаратура Bosch, ТНВД – распределительного типа VE с механическим управлением. В целом двигатель надежен и выполнен на очень высоком технологическом уровне, однако модификация, которой оснащают Cherokee, имеет один существенный недостаток – масляный фильтр установлен не на моторе, а на брызговике и с мотором соединяется двумя шлангами. Любое повреждение шлангов приводит к мгновенной потере давления масла и повреждению двигателя.

Двигатель Peugeot XUD 9 объемом 1,9 л в 1992-1996 годах устанавливался на экспортные модификации "Нивы". Это 65-сильный атмосферный дизель, вихрекамерный, с верхним расположением распредвала, приводом ГРМ и ТНВД зубчатым ремнем. Привод клапанов – непосредственный, цилиндрическими толкателями, с регулировкой зазоров шайбами. ТНВД Bosch распределительного типа. Двигатель достаточно надежный и неприхотливый, из конструктивных недостатков следует отметить возникающее иногда коробление плоскости чугунного блока цилиндров и прогары вследствие этого головки блока цилиндров. Обрыв ремня ГРМ на этом двигателе приводит к тяжелым последствиям, вплоть до полного выхода из строя головки блока и необходимости ее замены.

Установка XUD 9 на "Ниву" была прекращена ввиду введения экологических норм Евро-2 для продаваемых в Европе автомобилей, которым этот двигатель не соответствует.

### "4 x 4" Г.Цвелев, "Моторсервис"

## Глава 43

# Конструкция и эксплуатация двигателей внедорожников

## Эксплуатация двигателей внедорожников

Вы можете не знать, как пахнет солярка, пилить отвращение к ключам и отверткам и даже забыть, в какую сторону отворачиваются гайки, или, напротив, все свободное время проводить под капотом своего четырехколесного дизельного друга. В любом случае необходимо знать основные операции технического обслуживания и регулировки вашего двигателя, а также периодичность их выполнения. Тем более что многим отечественным автосервисам до европейских стандартов далеко.

Хорошее знание владельцем своего автомобиля всегда облегчает взаимопонимание с работниками СТО, а порой и позволяет сэкономить деньги. Несмотря на сложность дизельной топливной аппаратуры, объем технического обслуживания дизельного автомобиля не является чересчур трудоемким и вполне доступен человеку, знающему конструкцию современного двигателя и снизошедшему до изучения инструкции по эксплуатации.

## Регламент технического обслуживания

Для большинства двигателей дизельных джипов, выпущенных в 1980-1998 годах, оптимальным будет предлагаемый ниже регламент технического обслуживания дизельного двигателя, разработанный ИТЦ "Моторсервис" на основании анализа заводских инструкций и собственных статистических исследований на основе обработки данных по отказам ремонтируемых автомобилей, с учетом особенностей национальной эксплуатации.

Периодичность основных операций по техническому обслуживанию является усредненной и не привязана к какому-то конкретному типу дви-

гателя, так что в некоторых случаях ее необходимо корректировать в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации.

Итак, для поддержания здоровья в вашем внедорожнике необходимо через каждые 1000 км пробега:

- проверить уровень масла в двигателе.

Эта операция не требует подробного объяснения, однако следует знать, что должно насторожить не только резкое снижение уровня масла, но и повышение его по отношению к уровню последней проверки. Повышение уровня возможно на двигателях с цепным или шестеренчатым приводом ТНВД из-за попадания дизтоплива в масло при повреждении уплотнения вала ТНВД и требует немедленного ремонта ТНВД;

- проверить уровень антифриза в системе охлаждения.

Через каждые 5000 км пробега:

- проверить герметичность топливной системы, системы охлаждения и смазки.

Исправный двигатель должен быть сухим, не иметь подтеков топлива. Любая не герметичность топливной системы, помимо загрязнения двигателя, сопровождается подсосом воздуха, что отрицательно сказывается на работе топливной аппаратуры;

- проверить герметичность системы вентиляции картера, при необходимости очистить трубопроводы системы вентиляции;

- произвести слив отстоя из топливного фильтра.



**43.0 Слив отстоя из топливного фильтра**



На большинстве топливных фильтров предусмотрен влагоотделитель или отстойник, расположенный в нижней части фильтра и имеющий пластмассовую резьбовую пробку для слива отстоя.

Отстойник собирает не только воду, но и крупные частицы грязи, попадающие из топливного бака. На некоторых автомобилях отстойник снабжен встроенным датчиком уровня воды, имеющим индикацию на панели приборов;

- проверить и отрегулировать натяжение ремня привода вспомогательных механизмов;

- проверить уровень электролита в аккумуляторе и при необходимости довести его до нормы, контролируя при этом плотность. Следует всегда помнить о том, что дизельные двигатели предъявляют повышенные требования к состоянию аккумулятора ввиду более трудной прокрутки холодного мотора из-за высокой компрессии и работы на запуске такого мощного (до 60 А) потребителя, как свечи накаливания.

Через каждые 10000 км пробега:

- выполнить все операции, предусмотренные техническим обслуживанием через 5000 км кроме слива отстоя топлива;

- заменить масло в двигателе и масляный фильтр. Следует отметить, что для некоторых автомобилей замена масла в инструкции завода-изготовителя предусмотрена через 7500 км. Ни в коем случае не следует превышать этот пробег. Более того, замену масла через 7500 км можно рекомендовать на всех дизельных двигателях объемом более 2000 см<sup>3</sup>, хотя в этом и есть элемент перестраховки. На некоторых современных моторах замена масла предусмотрена через 15000 км, но с учетом повышенного окисления масла из-за высокой сернистости российского топлива этот пробег следует все же сократить до 10000 км. При выборе индекса вязкости применяемого масла и класса качества следует руководствоваться указаниями инструкции или температурной диаграммой применимости масел. Масло нужно сливать с полностью прогретого двигателя, а при наличии масляного радиатора желательно его продуть, чтобы избежать образования не сливаемого остатка.

При своевременной смене масла никакой промывки двигателя не требуется. В то же время промывка может быть необходима при приобретении подержанного автомобиля, который мог эксплуатироваться с нарушениями сроков замены и сорта применяемого масла.

Промывка также необходима в случае, когда есть явные признаки некачественного масла (повышенная вязкость, сгустки, грязь под клапанной крышкой), Перед установкой нового масляного фильтра следует заполнить его свежим маслом и смазать резиновое уплотнительное кольцо;

- заменить топливный фильтр тонкой очистки и предварительный фильтр (на тех двигателях, где он предусмотрен). Лучше менять топливный фильтр через 10000 км, а не через 30000, как предусмотрено во многих заводских инструкциях. В такой рекомендации также заложена определенная перестраховка, обусловленная низким качеством российского дизтоплива.

Но лучше все же чаще менять фильтр, чем ремонтировать насос высокого давления. Перед установкой нового топливного фильтра его следует заполнить соляркой.

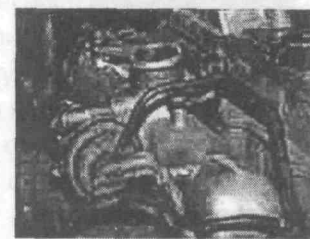
После этого следует прокачать топливную систему насосом ручной прокачки, который предусмотрен на корпусе крепления топливного фильтра большинства автомобилей. Иногда прокачать систему не удастся, если не ослабить на насосе штуцер крепления топливопровода обратного слива (на нем обычно написано OUT). Особенно это относится к автомобилю Opel Frontera 2.3TD, на котором ТНВД расположен вертикально;

- проверить работу вакуумного насоса усилителя тормозов и герметичность трубопровода;

- проверить состояние тяги газа на предмет отсутствия заеданий и полноту хода рычага подачи. На автомобилях с автоматической коробкой передач проверить состояние троса "кик-даун" и правильность его натяжения;

- очистить корпус воздушного фильтра и продуть фильтрующий элемент сжатым воздухом;

- проверить работу системы рециркуляции отработавших газов (EGR) и при необходимости очистить от нагара. На всех современных дизельных автомобилях система рециркуляции, предназначенная для снижения токсичности отработанных газов, имеет пневмоклапан, перепускающий часть отработавших газов во впускной коллектор. Количество перепускаемых газов дозируется в зависимости от режима работы двигателя.



**43.1 Клапан системы рециркуляции**

Неполадки этой системы иногда приводят к существенным сбоям в работе мотора, поэтому она и требует периодической проверки. На клапанах и трубопроводах постоянно образуются отложения нагара.

Через каждые 20000 км пробега:

- выполнить все операции, предусмотренные техническим обслуживанием через 10000 км пробега;

- проверить и отрегулировать зазор в клапанах. На двигателях с непосредственным приводом клапанов и регулировкой зазора шайбами эту процедуру можно проводить в два раза реже – через 40000 км;

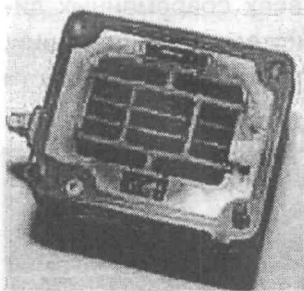
- проверить работу системы предпускового подогрева. Для выполнения этой процедуры необходимо сначала отсоединить от свечей провода, подводящие напряжение, или общую шину (в зависимости от конструкции). После этого следует омметром проверить электрическое сопротивление каждой свечи в отдельности. У исправной свечи с рабочим напряжением 12 В сопротивление составляет 0,4-0,6 Ом. у 24-вольтовой – 0,8-1,2 Ом. Если омметр показывает обрыв или короткое замыкание, такая свеча подлежит замене.

После этого, подсоединив обратно провода к свечам накаливания, следует проверить работу блока управления свечами, который формирует подачу напряжения на свечи и индикацию работы системы на приборном щитке.

Косвенным признаком неудовлетворительной работы блока управления служит быстрое погасание (через 1-2 секунды) контрольной лампы на щитке приборов, вызываемое обычно неисправностью термодатчика или свечей накаливания.

На некоторых автомобилях (например, Toyota 4Runner, Land Cruiser Prado, Chevrolet Blazer 6,2 и другие) применена двухступенчатая система

разогрева с поддержанием половинного напряжения бортовой сети на свечах для улучшения устойчивости работы при прогреве двигателя. На автомобилях Land Cruiser 80, 100 с двигателями 1HD-FT вместо свечей накаливания применено устройство подогрева



**43.2 Устройство подогрева впускного коллектора (Land Cruiser 100)**

впускного коллектора, выполненное в виде обогреваемой решетки, установленной поперек потока воздуха, подаваемого во впускной коллектор. Тестирование этого устройства имеет смысл осуществлять в комплексе с блоком управления, проверяя его нагрев и время работы системы в соответствии с управляющей диаграммой;

- зачистить клеммы аккумулятора и покрыть их тонким слоем консистентной смазки;

- проверить плотность электролита и при необходимости довести до нормы. При 20°C плотность должна составлять 1,25-1,27 г/см<sup>3</sup>;

- проверить напряжение в бортовой сети. На -2000 об/мин напряжение должно составлять: 12-вольтовая система-13,8- 14,8В, 24-вольтовая система – 27,7 – 28,7 В;

- проверить плотность антифриза в системе охлаждения, которая должна составлять 1,075-1,09 г/см<sup>3</sup> при 20°C;

- проверить и при необходимости отрегулировать обороты холостого хода. Для этого используются бесконтактные оптические тахометры или дизель-тестеры с пьезодатчиком;

- проверить состояние и натяжение ремня ГРМ и отсутствие его замасливания;

- промыть топливный бак. Для выполнения этой процедуры необходимо снять топливный бак с автомобиля, слить с него все топливо и тщательно промыть его свежей соляркой. При большом годовом пробеге автомобиля эту операцию можно выполнять 2 раза в год: осенью перед началом зимней эксплуатации и весной после ее завершения. Этого будет достаточно.

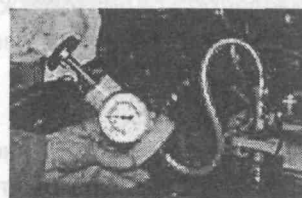
Через каждые 40000 км пробега рекомендуется:

- дополнительно к техобслуживанию через 20000 км произвести замену воздушного фильтра.

Через каждые 60000 км пробега:

- выполнить операции, предусмотренные техобслуживанием через 20000 км пробега;

- произвести замену ремня ГРМ и ролика натяжения ремня. В инструкции по большинству японских дизельных внедорожников указана периодичность замены ремня ГРМ в 100 тыс. км. Однако такая рекомендация справедлива только при удачном стечении многих определяющих



**43.3 Проверка герметичности системы охлаждения.**

факторов: эксплуатации автомобиля в зоне умеренного климата, регулярного техобслуживания, применения оригинального ремня и ролика, отсутствия подтеков тосола и масла. Во всех остальных случаях лучше не рисковать и уменьшить пробег между заменой ремня до 60 тыс. км, что гарантированно обеспечивает исправность двигателя. При обрыве ремня мотор всегда получает тяжелые повреждения из-за встречи клапанов с поршнями. После замены ремня ГРМ следует произвести точную регулировку момента начала подачи и натяжение ремня ГРМ. Регулировка момента начала поступления солярки на насосах типа VE. применяемых на 90% внедорожников, производится с помощью стрелочного индикатора положения плунжера. Заворачивать центральный болт крепления переднего шкива коленвала требуется с особой аккуратностью и строгим соблюдением момента затяжки, а также применением специального клея-герметика типа Loctite 262;

- произвести замену охлаждающей жидкости с промывкой системы охлаждения. Перед тем как ее сливать, следует проверить герметичность системы, создав избыточное давление в 0,5 бар. Обнаруженные течи устранить. После заправки системы охлаждения и удаления воздушных пробок проверить работу термостата. Радиатор двигателя продуть снаружи сжатым воздухом;

- проверить работу турбокомпрессора. При проверке визуально определяется отсутствие выброса масла со стороны ротора компрессора и измеряется давление наддува, которое составляет для различных двигателей 0,6 – 0,9 бар при более 2500 об/мин;

- произвести проверку дымности двигателя. При превышении предельно допустимой нормы

дымности снять и проверить форсунки. Дымность измеряется с помощью специальных оптических дымометров, определяющих (в %) коэффициент непрозрачности отработанных газов. Эксплуатация дизельных автомобилей, имеющих превышение нормы предельной дымности, недопустимо, тем более что в настоящее

время многие стационарные посты ГИБДД оборудуются портативными дымомерами;

- снять форсунки и провести их проверку (операция производится только в случае превышения норматива дымности). Снятые с автомобиля форсунки проверяются на специальном испытательном приборе, состоящем из односекционного ТНВД с ручным приводом и манометром и испытательной камеры, в которой производится визуальная оценка качества работы форсунки. Проверяется давление открытия форсунки и его соответствие техническим требованиям, отсутствие подтекания топлива при давлении, меньшем давления открытия (т.н. опрессовка), характер и равномерность распыления при достижении рабочего давления. Отсечка подачи топлива при снижении давления ниже давления открытия форсунки. Во всех случаях несоответствия ее работы техническим требованиям форсунка подлежит регулировке или ремонту чаще всего с заменой неисправного распылителя.

Перед установкой форсунок на мотор следует поставить под них новые теплоотводные шайбы, дюритовые шланги обратного слива у европейских автомобилей или уплотнительные шайбы под металлическую магистраль обратного слива – у японских. Установка старых теплоотводных шайб недопустима, т.к. приводит к быстрому перегреву и выходу из строя распылителя форсунки.

Через 120000 км пробега:

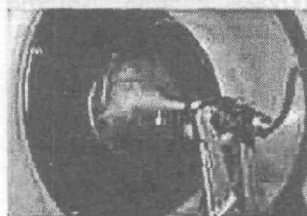
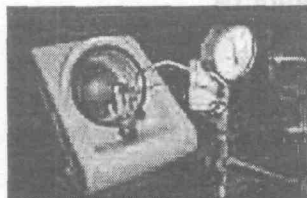
- выполнить операции, предусмотренные техобслуживанием через 60000 км;

- у двигателей с шестеренчатым приводом ТНВД (Nissan Terrano TD-27, Mitsubishi Pajero 4M40) проверить и при необходимости отрегулировать момент начала подачи топлива;

- у двигателей с цепным приводом ТНВД и ГРМ (Mercedes OM602, 603; BMW M51, установленный на Range Rover и др.) проверить состояние цепи, успокоителей, фазы газораспределения, момент начала подачи и при необходимости провести регулировки;

- если ранее не проводился ремонт форсунок, заменить их распылители. 120000 км – обычно предельный срок службы для 90% распылителей, и своевременная их замена позволит избежать неприятностей, связанных с неожиданным выходом из строя одного или нескольких распылителей;

- если в процессе эксплуатации ранее не производилась замена свечей накаливания, то



43.3 и 43.4 Проверка форсунки.



следует заменить весь комплект, т.к. пробег 100 – 120 тыс. км обычно близок к предельному сроку их службы (некоторые производители свечей, например Lucas, рекомендуют менять их даже чаще – через 50–60 тыс. км).

Выполнение данного регламента технического обслуживания при условии, разумеется, своевременного устранения всех неожиданно возникающих неисправностей позволяет постоянно поддерживать двигатель в хорошем техническом состоянии и обеспечить ему внушительный пробег даже на отечественном дизтопливе: 300 – 400 тыс. км для моторов объемом 2,5 – 3,0 л и 500 – 600 тыс. км для моторов более 3,5 л.

Чтобы оценить расходы на выполнение техобслуживания двигателя приведем примерный расчет стоимости ТО для двух популярных дизельных джипов – Mitsubishi Pajero и Nissan Terrano.

| ТО при пробеге автомобиля       | Mitsubishi Pajero 2,5 TD |           | Nissan Terrano 2,7 TD |           |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
|                                 | работа                   | запчасти  | работа                | запчасти  |
| 10000 км                        | 35-45                    | 85-120    | 35-45                 | 95-130    |
| 20000 км                        | 160-180                  | 85-120    | 140-160               | 95-130    |
| 40000 км                        | 165-185                  | 130-170   | 145-165               | 120-155   |
| 60000 км                        | 300-370                  | 300-360   | 180-200               | 120-155   |
| 120000 км                       | 350-440                  | 550-660   | 280-320               | 360-440   |
| Всего за все ТО при 120 тыс. км | 1500-1800                | 1750-2320 | 1250-1480             | 1480-1950 |

## Конструкция дизелей внедорожников

У наших соотечественников со словом "дизель" обычно ассоциируется чадающий КамАЗ и водитель в телогрейке, пытающийся зимой паяльной лампой отогреть его бак. Но время и техника неумолимо идут вперед, и все больше появляется у нас на дорогах красивых и современных автомобилей, у которых лишь характерное постукивание из-под капота выдает тип установленного мотора.

Действительно вначале дизельные двигатели устанавливались исключительно на грузовые автомобили, суда и военную технику – то есть туда, где нужна надежность и экономичность, а размеры, вес и комфорт можно принести в жертву.

Совершенствование технологий в моторостроении привело к появлению двигателей, ко-

торые стало возможно установить и на легковой автомобиль. Первый такой серийный автомобиль появился давно – в 1935 году. Это был такси Mercedes-Benz 260(W 170). Стремительный рост популярности дизельных моторов пришелся на бензиновый кризис 70-х годов – с этого времени дизель прочно завоевал себе место под капотом легковых машин и внедорожников – от самых массовых до представительского класса.

## Идеал для внедорожника

Такие особенности дизеля, как экономичность, высокий крутящий момент во всем диапазоне оборотов, и особенно на низких частотах вращения, а также доступное топливо, делают его предпочтительным вариантом для внедорожника, предназначенного для работы в тяжелых условиях. Поэтому в программе любой фирмы, производящей джипы, присутствует дизельная модификация, и чаще всего не одна.

Сейчас, в конце 90-х годов, начался новый рост популярности дизельных моторов, связанный с совершенствованием их конструкции, внедрением электроники в системы топливоподачи и управления двигателем. Современные дизели последних поколений вплотную приблизились к бензиновым моторам по шумности и удельным характеристикам (вес, мощность на единицу объема), сохраняя при этом преимущества в экономичности и надежности.

По прогнозам ученых и технологов, в XXI веке старая добрая "бензиновая зажигалка" начнет уходить в историю, постепенно отдавая пальму первенства дизелю. Какие же особенности дизельного двигателя позволяют ему вести столь успешную борьбу за место под капотом?

## Конструктивные особенности

По конструкции дизельный двигатель мало отличается от обычного бензинового – те же цилиндры, поршни, шатуны. Правда, клапанные детали существенно усилены, чтобы воспринимать более высокие нагрузки – ведь степень сжатия у него намного выше (19-24 единицы против 9-11 у бензинового).

Именно этим объясняется больший вес и габариты дизельного двигателя в сравнении с бензиновым.

Принципиальное отличие заключается в способах формирования топливно-воздушной



смеси, ее воспламенения и сгорания. У бензинового мотора смесь образуется во впускной системе, а в цилиндре воспламеняется искрой свечи зажигания. В дизельном двигателе подача топлива и воздуха происходит раздельно. Вначале в цилиндры поступает чистый воздух. В конце сжатия, когда он нагревается до температуры 700-800°C, в камеру сгорания форсунками под большим давлением (10-30 МПа) впрыскивается топливо, которое почти мгновенно самовоспламеняется.

Самовоспламенение сопровождается резким нарастанием давления в цилиндре – отсюда повышенная шумность и жесткость работы дизеля. Такая организация рабочего процесса позволяет использовать более дешевое топливо и работать на очень бедных смесях, что определяет высокую экономичность.

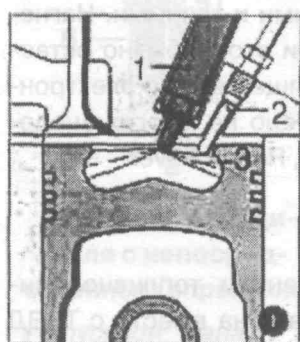
Экологические характеристики такого двигателя тоже лучше – при работе на бедных смесях выбросы вредных веществ, особенно оксида углерода, заметно меньше, чем у бензиновых моторов.

К специфическим недостаткам дизельных двигателей обычно относят повышенную шумность и вибрацию, меньшую литровую мощность и трудности холодного пуска. Стоит отметить, что это относится в большей степени к старым конструкциям, а в современных моторах эти проблемы уже не являются столь очевидными.

Существует несколько типов дизельных двигателей, различие между которыми заключено в конструкции камеры сгорания. В дизелях с неразделенной камерой сгорания – их называют дизелями с непосредственным впрыском – топливо впрыскивается в надпоршневое пространство, а камера сгорания выполнена в поршне.

### Непосредственный впрыск

До недавнего времени непосредственный впрыск применялся в основном на низкооборотных двигателях большого рабочего объема. Это было связано с трудностями организации процесса сгорания, а также повышенными шумом



43.5

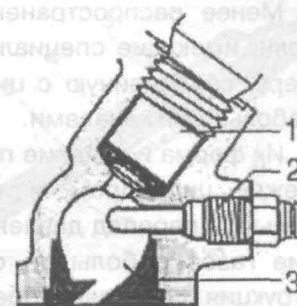
1 – форсунка, 2 – свеча накаливания, 3 – камера сгорания.

и вибрацией. Но в последние годы благодаря внедрению топливных насосов высокого давления (ТНВД) с электронным управлением, двухступенчатого впрыска топлива и оптимизации процесса сгорания удалось добиться устойчивой работы дизеля с неразделенной камерой сгорания на оборотах до 4500 об/мин, улучшить его экономичность, снизить шум и вибрацию. Такие двигатели стоят на автомобилях: Toyota Land Cruiser 4,2л-1HD-T, 1HD-FT, Isuzu Trooper. Opel Frontera 2.8 л – 4JB1, Land Rover Discovery 2.5 TDI.

Наиболее распространенным на легковых автомобилях пока является другой тип дизельного мотора – с разделенной камерой сгорания. В них впрыск топлива осуществляется не в цилиндр, а в дополнительную камеру. Обычно применяется вихревая камера "Рикардо Комет", выполненная в головке блока цилиндров и соединенная с цилиндром специальным каналом так, чтобы при сжатии воздух, попадая в вихревую камеру, интенсивно закручивался, что значительно улучшает процесс самовоспламенения и смесеобразования.

Самовоспламенение в этом случае начинается в вихревой камере, а затем продолжается в основной камере сгорания. При разделенной камере сгорания снижается темп нарастания давления в цилиндре, что способствует снижению шумности и повышению максимальных оборотов.

Вихрекамерные двигатели составляют подавляющее большинство среди устанавливаемых на легковые автомобили и джипы (около 90 %).



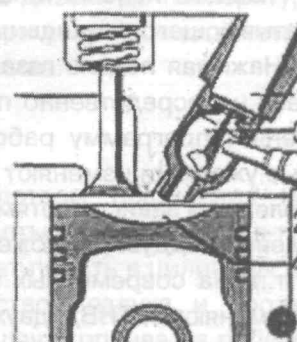
43.6

1 – форсунка, 2 – свеча накаливания, 3 – камера сгорания.

### Вихрекамерные двигатели

Самовоспламенение в этом случае начинается в вихревой камере, а затем продолжается в основной камере сгорания. При разделенной камере сгорания снижается темп нарастания давления в цилиндре, что способствует снижению шумности и повышению максимальных оборотов.

Вихрекамерные двигатели составляют подавляющее большинство среди устанавливаемых на легковые автомобили и джипы (около 90 %).



43.7

1 – форсунка, 2 – свеча накаливания, 3 – камера сгорания.

Менее распространены предкамерные дизели, имеющие специальную вставную форкамеру, соединенную с цилиндром несколькими небольшими каналами.

Их форма и сечение подбираются так, чтобы между цилиндром и форкамерой возникал большой перепад давления, вызывающий течение газов с большой скоростью. Такая конструкция позволяет обеспечить большой ресурс, низкий уровень шума и токсичности, а также пологую характеристику крутящего момента. Из широко распространенных автомобилей предкамерный двигатель применяется только на Mercedes G 300D, 350 TD (W 463) и Ssang Yong Musso 2.9D, где также установлен дизель Mercedes OM602.

### Ключевые узлы

Важнейшей системой дизеля, определяющей надежность и эффективность его работы, является система топливоподачи. Основная ее функция подача строго определенного количества топлива в заданный момент и с заданным давлением. Высокое давление топлива и требования к точности делают топливную систему дизеля сложной и дорогой. Главными ее элементами являются: топливный насос высокого давления (ТНВД), форсунки и топливный фильтр.

ТНВД предназначен для подачи топлива к форсункам по строго определенной программе, в зависимости от режима работы двигателя и управляющих действий водителя.

### Топливные насосы

По своей сути современный всережимный ТНВД совмещает в себе функции сложной системы автоматического управления двигателем и главного исполнительного механизма, отрабатывающего команды шофера.

Нажимая педаль газа, водитель не увеличивает непосредственно подачу топлива, а лишь меняет программу работы регуляторов, которые уже сами изменяют подачу по строго определенным зависимостям от числа оборотов, давления наддува, положения рычага регулятора и т.п. На современных внедорожниках обычно применяются ТНВД двух типов: рядные многоплунжерные и распределительного типа.

Рядные насосы фирмы Bosch или сделанные по ее лицензии (Nippon Denso, Diesel Kiki) в настоящее время применяются редко, хотя по

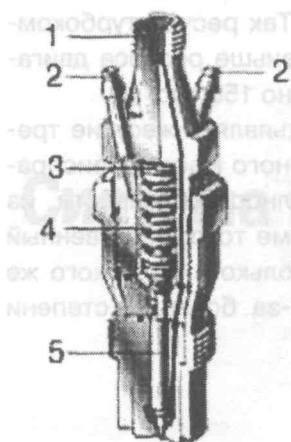
своей конструкции являются наиболее надежными. Их можно встретить на автомобилях

Mercedes G 300D, 350 (W 463), Ssang Yong Musso, Nissan Patrol с двигателем SD-33. Наиболее распространены ТНВД распределительного типа VE производства Bosch или фирм Nippon Denso, Diesel Kiki, Zexel по лицензии Bosch. В этих ТНВД система нагнетания имеет один плунжер-распределитель, совершающий поступательное движение для нагнетания топлива и вращательное для распределения топлива по форсункам. Насосы типа VE получили широкое распространение на легковых дизелях. Они компактны, отличаются высокой равномерностью подачи топлива по цилиндрам и отличной работой на высоких оборотах благодаря быстрдействию регуляторов. В то же время эти насосы предъявляют очень высокие требования к чистоте и качеству дизтоплива: ведь все их детали смазываются топливом, а зазоры в прецизионных элементах очень малы. На американских автомобилях с дизельными двигателями GMC 6.2, 6.5 л типа Chevrolet Blazer, Suburban, Tahoe применяются насосы фирмы Stanadyne распределительного типа. В них систему нагнетания составляют четыре противолежащих поршня, выполняющих поступательные движения навстречу друг другу. Координация потоков топлива осуществляется распределительной головкой, соединяющей или разъединяющей линию нагнетания к форсункам. С начала 90-х годов стала внедряться электронная система управления дизельным двигателем, позволяющая оптимизировать подачу топлива на всех режимах и за счет этого повысить экономичность, снизить количество вредных выбросов и шумность работы моторов. Электроника позволяет заменить на всех перечисленных типах насосов сложные механические регуляторы более простыми и точными. Нагнетательная часть ТНВД при этом обычно остается неизменной. В настоящее время электронное управление установлено на многих внедорожниках Mercedes G 350, Range Rover

### Форсунки

Другим важным элементом топливной системы является форсунка. Она вместе с ТНВД обеспечивает подачу строго дозированного количества топлива в камеру сгорания.

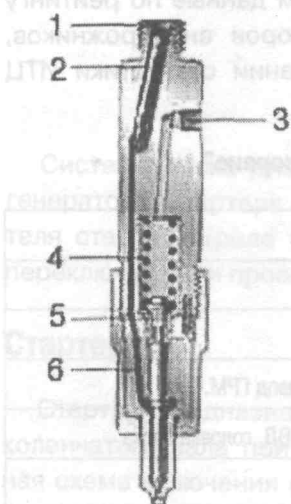
Регулировка давления открытия форсунки определяет рабочее давление в топливной си-



**43.8 Форсунка дизеля с разделенной камерой сгорания.**

1-впускной канал, 2-штуцер дренажной системы, 3-регулирующая шайба, 4-пружина, 5-игла распылителя.

Игла распылителя совершает возвратно-поступательные движения с частотой в половину меньшей, чем обороты двигателя, и при этом распылитель непосредственно контактирует с камерой сгорания. Поэтому распылитель форсунки изготавливается из жаропрочных материалов с особой точностью и является прецизионным элементом.



**43.9 Форсунка дизеля с непосредственным впрыском.**

1-впускной канал, 2-фильтр, 3-дренажный канал, 4-пружина, 5-нажимной штифт, 6-распылитель.

стеме, а тип распылителя определяет форму факела топлива, которая имеет важное значение для процесса самовоспламенения и сгорания. Применяются обычно форсунки двух типов: со штифтовым или многодырчатым распылителем, форсунки со штифтовым распылителем применяются в дизелях с разделенной камерой сгорания, а с многодырчатым – в дизелях с непосредственным впрыском.

Форсунка на двигателе работает в очень тяжелых условиях:

игла распылителя совершает возвратно-поступательные движения с частотой в половину меньшей, чем обороты двигателя, и при этом распылитель непосредственно контактирует с камерой сгорания. Поэтому распылитель форсунки изготавливается из жаропрочных материалов с особой точностью и является прецизионным элементом.

### Фильтры

Топливный фильтр, несмотря на его простоту, является важнейшим элементом топливной системы дизельного мотора. Его параметры, такие, как тонкость фильтрации, пропускная способность, должны строго соответствовать определённому типу двигателя. Одной из его функций является отделение и удаление воды, для чего обычно

служит нижняя сливная пробка. На верхней части корпуса фильтра часто установлен насос ручной подкачки для удаления воздуха из топливной системы. Иногда устанавливается система электроподогрева топливного

фильтра, позволяющая несколько облегчить запуск двигателя, предотвращая забивание фильтра парафинами, образующимися при кристаллизации дизтоплива в зимних условиях.

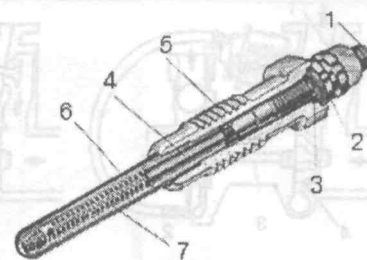
### На старт!

Холодный пуск дизеля обеспечивает система предпускового подогрева. Для этого в камеры сгорания вставлены электрические нагревательные элементы – свечи накаливания. При включении зажигания свечи за несколько секунд разогреваются до 800-900°C, обеспечивая тем самым подогрев воздуха в камере сгорания и облегчая самовоспламенение топлива. О работе системы водителю в кабине сигнализирует контрольная лампа. Погасание контрольной лампы свидетельствует о готовности к запуску.

Электропитание со свечи снимается автоматически, но не сразу, а через 15-25 секунд после запуска, чтобы обеспечить устойчивую работу непрогретого двигателя. Современные системы предпускового подогрева обеспечивают легкий пуск исправного дизеля до температуры 25-30°C, разумеется, при условии соответствия сезону масла и дизтоплива.

### Наддув

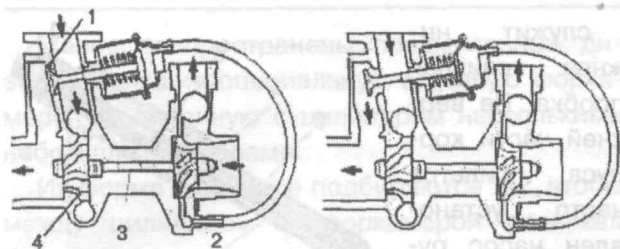
Эффективным средством повышения мощности и гибкости работы дизеля является турбонаддув. Он позволяет подать в цилиндры дополнительное количество воздуха и соответственно увеличить подачу топлива на рабочем цикле, в результате чего увеличивается мощность двигателя. Давление выхлопных газов дизеля в 1,5-2 раза выше, чем у бензинового



**43.10 Свеча накаливания:**

1-наконечник, 2-изолирующая прокладка, 3-уплотнитель, 4-стержень, 5-корпус свечи, 6-трубка, 7-нагревательная спираль





#### 43.11 Турбокомпрессор:

1-предохранительный клапан, 2-колесо компрессора, 3-колесо турбины, 4-вал турбокомпрессора.

мотора, что позволяет турбокомпрессору обеспечить эффективный наддув с самых низких оборотов, избежав свойственного бензиновым турбомоторам провала. – "турбоямы". Отсутствие дроссельной заслонки в дизеле позволяет обеспечить эффективное наполнение цилиндров на всех оборотах без применения сложной схемы управления турбокомпрессором. На многих автомобилях устанавливается промежуточный охладитель наддуваемого воздуха – интеркулер, позволяющий поднять массовое наполнение цилиндров и на 15-20% увеличить мощность. Такие устройства применяются на Opel'e Monterey 3.1 TD, Isuzu Trooper 2.8, Mitsubishi Pajero 2.5 TD, 2,8 TD и других. Турбонаддув, помимо всего прочего, служит для внедорожника средством повышения "высотности" двигателя – в высокогорных районах, где атмосферному дизелю не хватает воздуха, наддув оптимизирует сгорание и позволяет уменьшить жесткость работы и потерю мощности. В то же время турбодизель имеет и некоторые недостатки, связанные в основном с надежностью ра-

боты турбокомпрессора. Так ресурс турбокомпрессора существенно меньше ресурса двигателя и не превышает обычно 150 тыс. км.

Турбокомпрессор предъявляет жесткие требования к качеству моторного масла. Неисправный агрегат может полностью вывести из строя сам двигатель. Кроме того, собственный ресурс турбодизеля несколько ниже такого же атмосферного дизеля из-за большей степени форсирования

#### Умельцам на заметку

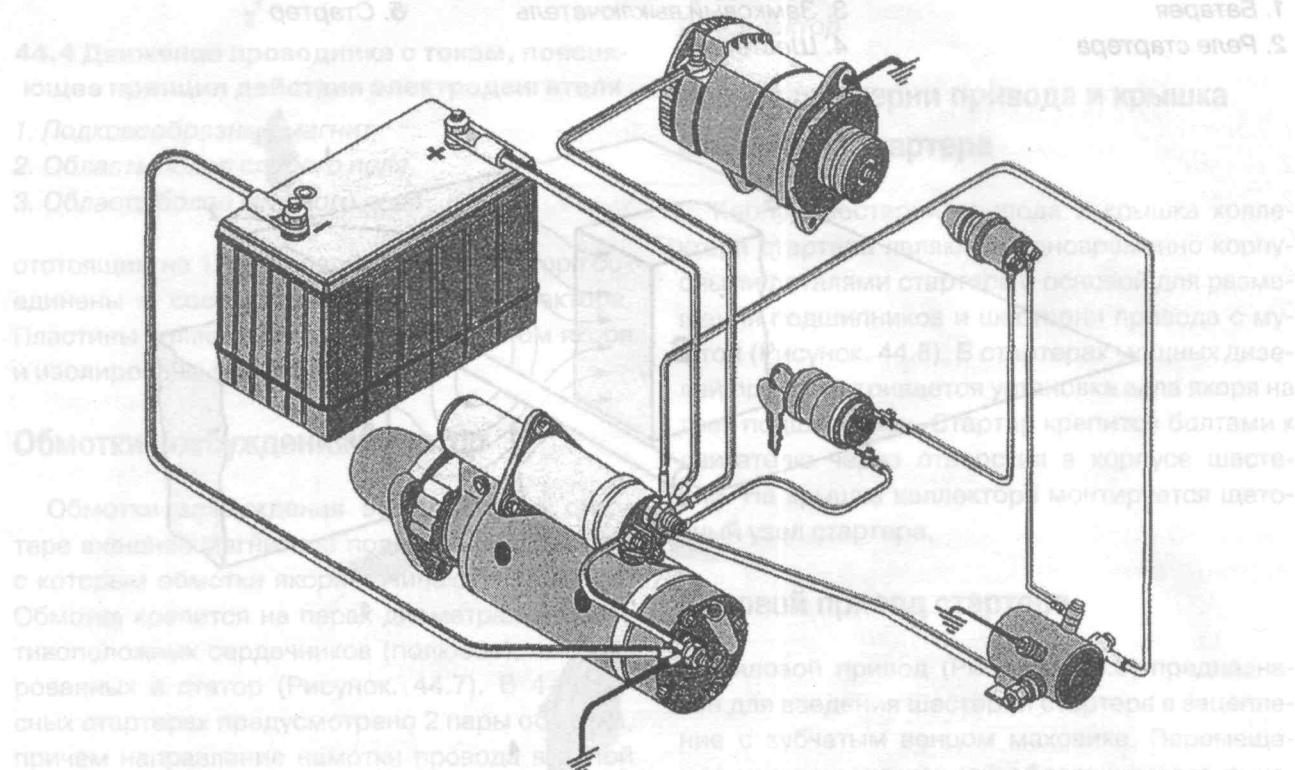
Хотелось бы предостеречь желающих самостоятельно форсировать двигатель путем установки на него турбонаддува. Один и тот же двигатель в атмосферном варианте и в наддувном имеет существенные отличия по конструкции: у турбомотора обычно увеличены толщина верхнего поршневого кольца, диаметр поршневого пальца, жесткость шатуна, установлены масляные форсунки для охлаждения днища поршня, увеличена производительность маслососа, имеются отличия в головке блока цилиндров и, естественно, в топливной аппаратуре. Именно поэтому простая установка турбонаддува на атмосферный дизель, не имеющий этих конструктивных изменений, вызовет резкое снижение его ресурса, а иногда и поломку. Заканчивая обзор особенностей конструкции дизельных двигателей, приведем данные по рейтингу наиболее надежных моторов внедорожников, составленному на основании статистики ИТЦ фирмы "Моторсервис".

#### "4 x 4" Г.Цвелев, "Моторсервис"

| Место | Автомобиль          | Двигатель | Год выпуска | Отказы                                 |
|-------|---------------------|-----------|-------------|--|
| 1     | Mercedes G300(W461) | OM617.912 | 83-89       | -                                      |
| 2     | Nissan Patrol       | SD33      | 82-89       | -                                      |
| 3     | Toyota Land Cruiser | 1HZ       | 90-99       | Топливная система, привод ГРМ.         |
| 4     | Mercedes G350(W463) | OM603.971 | 90-96       | Цепь привода ГРМ и ТНВД, головка блока |
| 5     | Nissan Patrol       | TD42      | 87-99       | -                                      |
| 6     | Toyota Land Cruiser | 1HD-T     | 90-94       | Турбонаддув, привод ГРМ                |
| 7     | Nissan Terrano I,II | TD27      | 90-99       | ТНВД, турбонаддув                      |

## Глава 44

## Система пуска дизеля



44.1 Типовая система пуска дизеля

Система пуска дизеля состоит из батареи, генератора, стартера с тяговым реле, выключателя стартера (реле стартера), блокирующего переключателя и проводов.

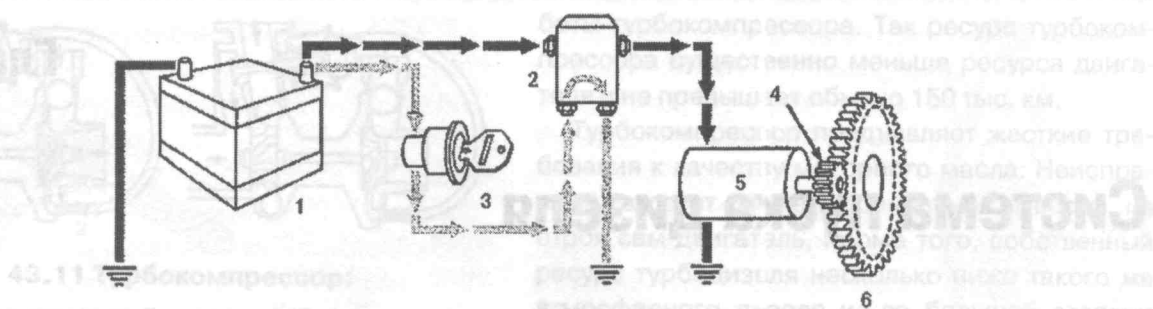
## Стартер

Стартер предназначен для проворачивания коленчатого вала при пуске дизеля. Упрощенная схема включения стартера показана на рисунке 44.2.

Стартер представляет собой электродвигатель постоянного тока. Работа стартера, как и любого электродвигателя, основано на явлении возникновения механической силы, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле (Рисунок. 44.3 и 44.4). Чем больше сила тока в проводнике и внешнее магнитное поле, тем больше величина силы, действующей

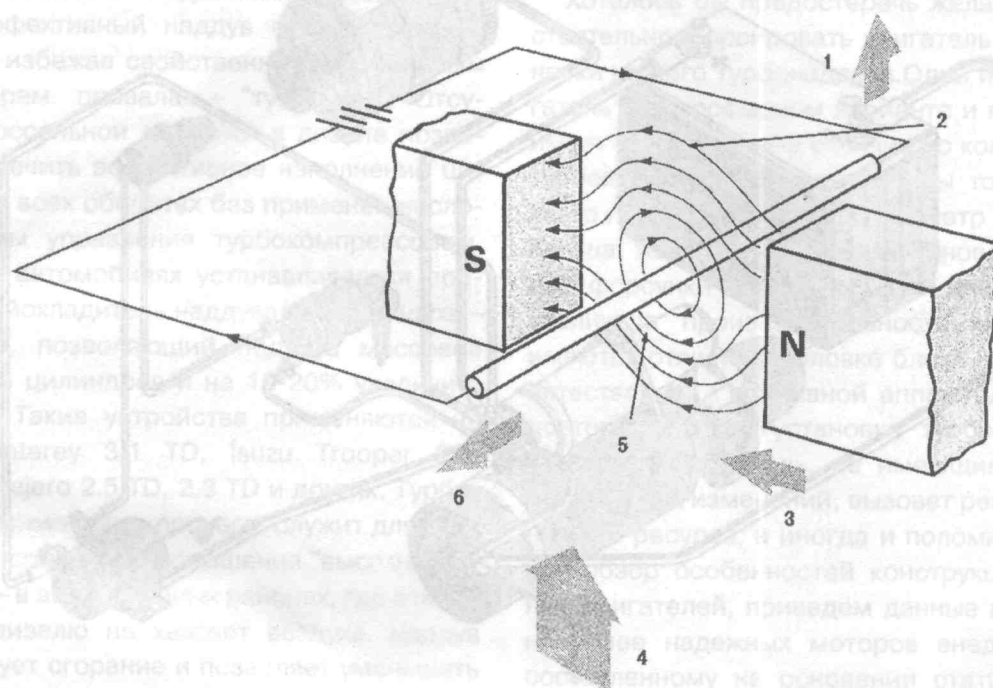
на проводник. Поле проводника складывается с внешним полем (например, полем между полюсами постоянного магнита) и в результате по обеим сторонам проводника поле неодинаково. Проводник как бы выталкивается в ту область, где поле слабее.

Упрощенная схема стартера представлена на рисунке 44.5. Проводник согнут в виде петли (якоря), а внешнее поле создается подковообразным магнитом. Для подключения батареи к якорию используются подпружиненные щетки, которые прижаты к коллектору. При пропускании тока через проводник, щетки и коллектор создается пара сил, которая заставляет проводники двигаться в одном и том же направлении. При достижении места разрыва пластин коллектора (верхней или нижней точки) якорь про-



#### 44.2 Упрощенная схема включения стартера

- |                  |                         |            |
|------------------|-------------------------|------------|
| 1. Батарея       | 3. Замковый выключатель | 5. Стартер |
| 2. Реле стартера | 4. Шестерня             |            |



#### 44.3 Схема, поясняющая принцип действия стартера. Направление силы, действующая на проводник с током, подчиняется правилу левой руки

- |   |  |                                       |
|---|--|---------------------------------------|
| 1. Направление движения проводника      | 3. Направление внешнего магнитного поля от постоянного магнита | 5. Область усиленного магнитного поля |
| 2. Область ослабленного магнитного поля | 4. Направление движения проводника                             | 6. Направление тока в проводнике      |

должна двигаться по инерции, минуя разрыв. Переход через разрыв коллектора называется коммутацией. После коммутации направление тока меняется на противоположное. Меняется и направление силы, действующей на якорь. В результате направление движения сохраняется.

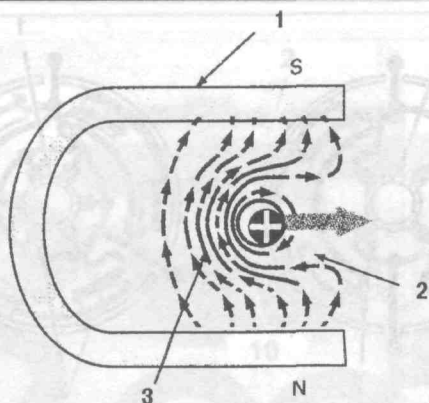
### Якорь

Якорь стартера состоит из вала, ярма, набранного из железных пластин (для снижения вихревых токов), коллектора и обмотки.

Коллектор и ярмо крепятся на валу якоря. На валу стартера также предусмотрены шлицы.

Обмотка якоря (аналог петли на рисунке 44.5) уложена в пазы якоря. Обмотка выполнена из медного провода большого сечения, способного пропускать большой электрический ток. Обмотки передают усилие якорю и от него к валу стартера. Концы обмоток припаяны к пластинам коллектора. В 4-полюсном стартере концы обмоток припаиваются к диаметрально противоположным пластинам, в 6-полюсном стартере обмотка припаивается к пластинам,





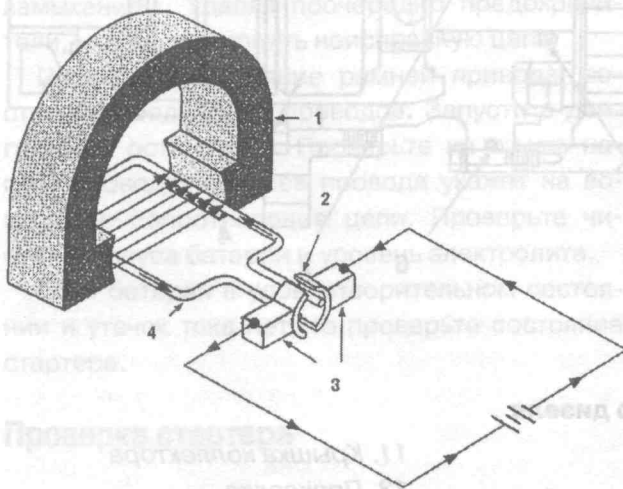
#### 44.4 Движение проводника с током, поясняющее принцип действия электродвигателя

1. Подковообразный магнит
2. Область более слабого поля
3. Область более сильного поля

отстоящим на  $120^\circ$ . Соседние обмотки якоря соединены с соседними пластинами коллектора. Пластины коллектора соединены с валом якоря и изолированы друг от друга.

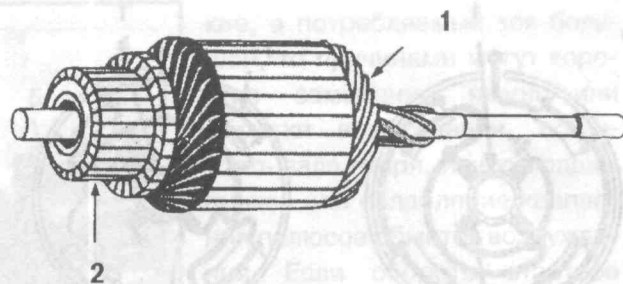
#### Обмотки возбуждения и статор

Обмотки возбуждения возбуждают в стартере внешнее магнитное поле, взаимодействуя с которым обмотки якоря начинают вращаться. Обмотка крепится на парах диаметрально противоположных сердечников (полюсов), вмонтированных в статор (Рисунок. 44.7). В 4-полюсных стартерах предусмотрено 2 пары обмотки, причем направление намотки провода в одной из них противоположно направлению намотки в другой.



#### 44.5 Упрощенная схема стартера

1. Постоянный магнит
2. Коллектор
3. Щетки
4. Петля



#### 44.6 Якорь

1. Обмотка
2. Коллектор

#### Корпус шестерни привода и крышка коллектора стартера

Корпус шестерни привода и крышка коллектора стартера являются одновременно корпусными деталями стартера и основой для размещения подшипников и шестерни привода с муфтой (Рисунок. 44.8). В стартерах мощных дизелей предусматривается установка вала якоря на трех подшипниках. Стартер крепится болтами к двигателю через отверстия в корпусе шестерни. На крышке коллектора монтируется щеточный узел стартера.

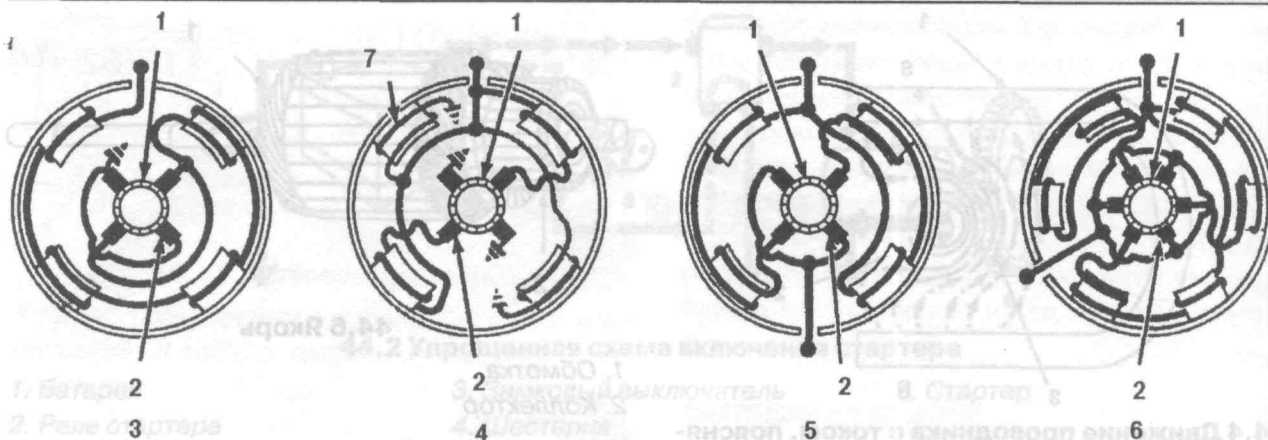
#### Силовой привод стартера

Силовой привод (Рисунок. 44.9) предназначен для введения шестерни стартера в зацепление с зубчатым венцом маховика. Перемещение муфты с шестерней обеспечивается рычагом. В исходном положении рычаг под действием пружины тягового реле втянут и шестерня стартера удалена от венца.

Муфта привода фиксируется на левой стороне шестеренчатой втулки стопорным кольцом. На втулку одеты кожух, резиновый амортизатор и шайба. В муфте привода предусмотрены внутренние винтовые шлицы, которые входят в зацепление со шлицами шестеренчатой втулки. Внутри муфты привода находится плоская шайба и три сухаря, плоская шайба упирается в буртик муфты привода. Муфта привода, шайба и сухари вставлены в кожух и закреплены стопорным кольцом.

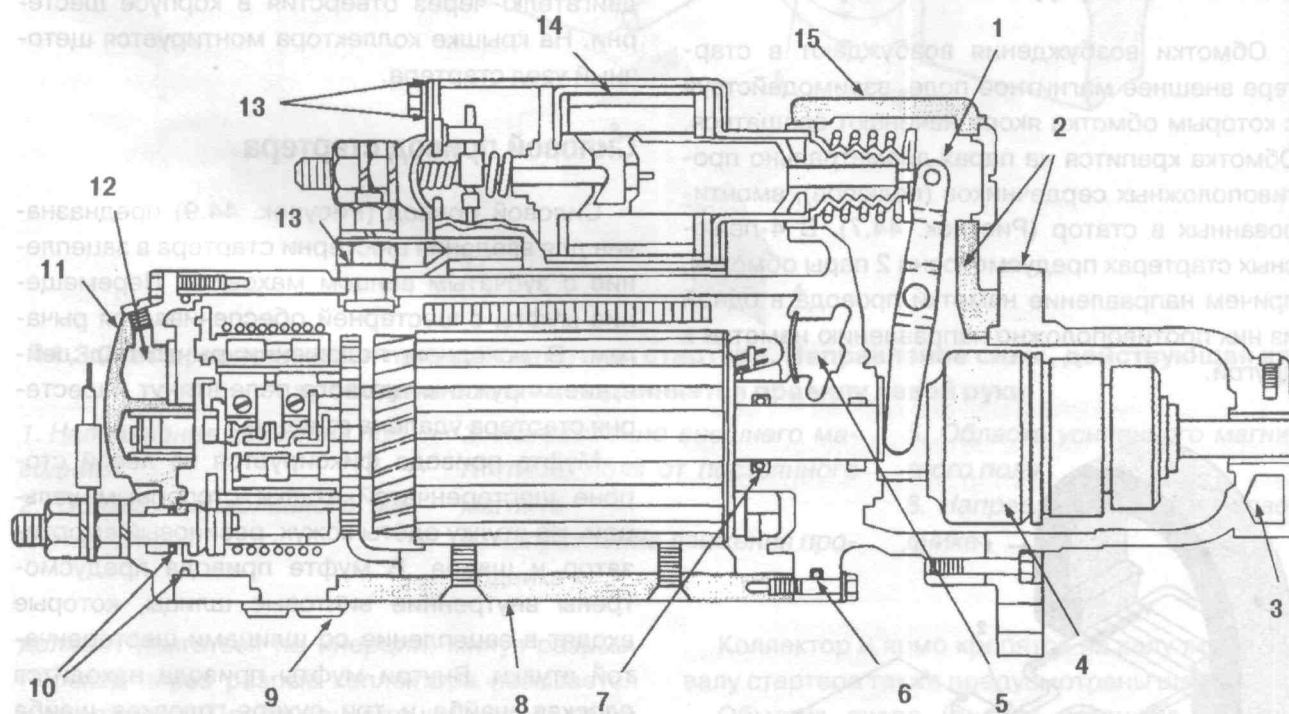
#### Проверка системы пуска

При ненормальной работе системы пуска прежде всего следует проверить батарею. Напряжение на батарее должно быть не ниже 11,8



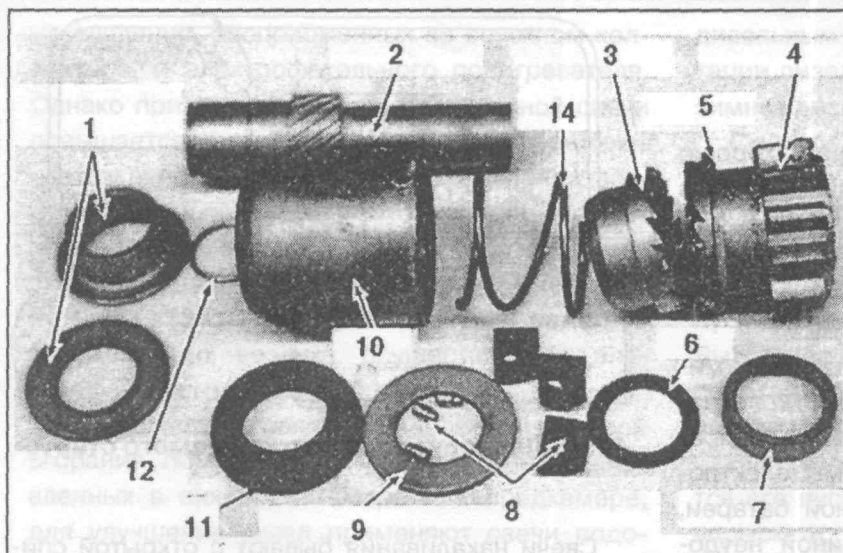
#### 44.7 Типовые схемы обмоток возбуждения стартера

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1. Коллектор   | две шунтовые обмотки возбуждения)   | 6. Стартер со смешанным возбуждением (шесть обмоток возбуждения с изолированным выводом) |
| 2. Щетка   |   | 7. Шунтовая обмотка  |
| 3. Стартер с серийным возбуждением                   | 5. Стартер со смешанным возбуждением (четыре обмотки возбуждения с изолированным выводом) |  |
| 4. Стартер со смешанным возбуждением (две серийные и |   |  |



#### 44.8 Стартер дизеля

- |                                    |                                      |                       |
|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. Механизм привода муфты стартера | 6. Кольцо                            | 11. Крышка коллектора |
| 2. Крышка шестерни привода         | 7. Сальник                           | 13. Прокладка         |
| 3,5,12. Объем заполненный маслом   | 8. Ядро                              | 14. Тяговое реле      |
| 4. Привод                          | 9. Смотровая заглушка щеточного узла |                       |
|                                    | 10. Кольца                           |                       |



44.9 Детали силового привода стартера

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Обоймы                    | 8. Ролики и сухари обгонной муфты |
| 2. Шестеренчатая втулка      | 9. Шайба                          |
| 3. Муфта привода             | 10. Кожух                         |
| 4. Ведущая шестерня стартера | 11. Резиновый амортизатор         |
| 5. Пружинное кольцо          | 12. Стопорное кольцо              |
| 6. Кольцо                    |                                   |
| 7. Коническая шайба          |                                   |

В. После пуска дизеля напряжение должно возрасти на 2-3 В. Если неисправны диоды выпрямителя, то батарея может разрядиться через обмотку генератора после остановки дизеля. Чтобы проверить диоды следует отсоединить от батареи провод отрицательного полюса и проверить утечку тока по схеме на рисунке 44.11. Если при отключении всех потребителей ток продолжает течь, то батарея либо разряжается через генератор, либо через цепь с коротким замыканием. Удаляя поочередно предохранители, можно установить неисправную цепь.

Проверьте состояние ремней привода, состояние соединений проводов. Запустите двигатель и остановите. Проверьте на ощупь нагрев проводов. Нагрев провода укажет на возросшее сопротивление цепи. Проверьте чистоту корпуса батареи и уровень электролита.

Если батарея в удовлетворительном состоянии и утечек тока нет, то проверьте состояние стартера.

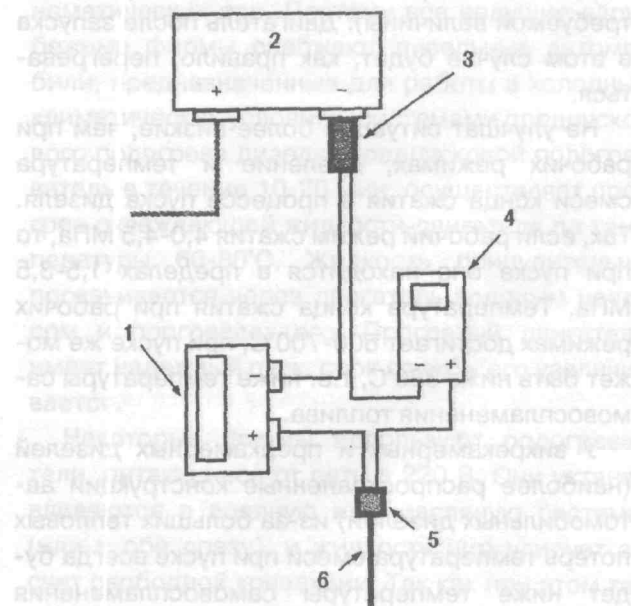
### Проверка стартера

С помощью токоизмерительных клещей проверьте ток отдачи батареи при пуске дизеля (Рисунок. 44.13). Если ток превышает норму, то стартер замените. Если обороты стартера низ-

кие, а потребляемый ток большой, то причинами могут быть короткое замыкание якоря или обмотки возбуждения, погнутость вала якоря, износ подшипников или ослабление крепления полюсов обмоток возбуждения. Если обороты стартера низкие при малом потребляемом токе, то либо следует проверить состояние соединений проводов, чистоту и износ коллектора и щеток, выступание слюдяных барьеров между пластинами коллектора. Если стартер не вращается, а потребляемый ток большой, то причиной является замыкание на массу вывода электродвигателя, обмотки возбуждения, заедание подшипников, или погнутость якоря.

### Снятие стартера

Отсоедините батарею от массы. Отсоедините от стартера провода, отверните болты и достаньте стартер.



44.11 Проверка утечки тока батареи

1. Амперметр с большой емкостью
2. Батарея
3. Переходник
4. Мультиметр
5. Гайка
6. Провод отрицательного полюса батареи



## Запуск дизельного двигателя в холодную погоду

Владельцы дизельных иномарок хорошо знают, что при запуске двигателя автомобиля в холодную погоду вполне могут возникнуть нештатные, как их принято называть, ситуации. Так что советы специалистов будут полезны и сейчас, и осенью, и предстоящей зимой.

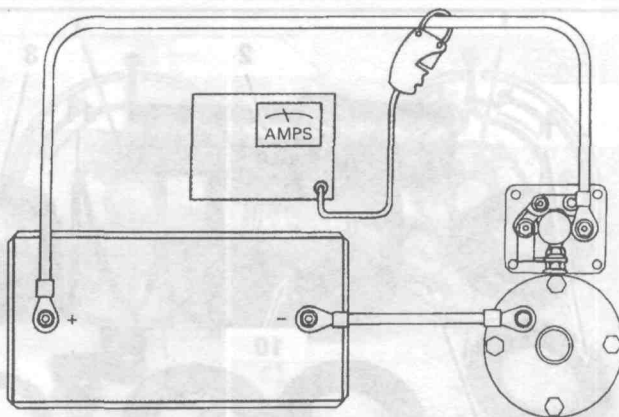
Безотказный пуск дизеля обеспечивает минимальная пусковая частота вращения коленчатого вала (п/мин). Ее резко снижают неисправности элементов штатной системы электро-стартерного пуска – аккумуляторной батареи, электропроводки, стартера. Причиной неудовлетворительного прокручивания коленвала может стать и повышенное сопротивление его вращению при пуске двигателя: пусковое устройство преодолевает сопротивление сил трения в кинематических парах.

На трение влияют несколько факторов. Например, вязкость моторного масла, которая определяется первоначальным качеством используемого масла и своевременностью его замены.

Повышенный момент трения может быть вызван и некачественной сборкой дизеля (например, когда зазор в кинематических парах ниже требуемой величины). Двигатель после запуска в этом случае будет, как правило, перегреваться.

Не улучшат ситуации более низкие, чем при рабочих режимах, давление и температура смеси конца сжатия в процессе пуска дизеля. Так, если рабочий режим сжатия 4,0-4,5 МПа, то при пуске оно находится в пределах 1,5-3,5 МПа. Температура конца сжатия при рабочих режимах достигает 600-700°C, при пуске же может быть ниже 380°C, т.е. ниже температуры самовоспламенения топлива.

У вихрекамерных и предкамерных дизелей (наиболее распространенные конструкции автомобильных дизелей) из-за больших тепловых потерь температура смеси при пуске всегда будет ниже температуры самовоспламенения (даже при температуре воздуха на впуске 20°C). Поэтому для пуска таких дизелей используются электрические свечи накаливания, которые устанавливаются в вихревую камеру или в предкамеру и обеспечивают воспламенение впрыскиваемого топлива.



44.13 Проверка тока потребляемого стартером

Свечи накаливания бывают с открытой спиралью и спиралью, размещенной внутри защитного кожуха. Распространены свечи накаливания закрытого типа, а открытого встречаются лишь в дизелях "Mercedes" старой конструкции.

Свечи накаливания закрытого типа (штифтовые свечи) находятся внутри кожуха с порошкообразным наполнителем (обычно периклазом), представляющим собой электроизоляционный материал высокой теплопроводности. Материалом кожуха служит сплав инконель. Время нагрева штифтовых свечей до рабочей температуры (1000°C) зависит от конструкции и нагревательного элемента, оно составляет от 7 до 60 с. Для современных дизелей используются свечи с наименьшим временем нагрева (около 7 с), которое меняется в зависимости от температуры двигателя и окружающей среды. Автоматы предохраняют нагревательный элемент свечи от высоких напряжений и тока.

Штифтовые свечи накаливания устанавливают в камеру сгорания так, чтобы конус струи топлива касался лишь раскаленного конца ее кожуха.

Чтобы продлить срок службы открытых свечей, необходимо устанавливать их таким образом, чтобы струи распыляемого топлива не касались спирали.

Время нагрева свечей до рабочей температуры должно соответствовать электронной схеме управления, установленной в дизеле. При выходе из строя свечей накаливания их нужно менять на свечи с тем же временем нагрева, иначе часть свечей или они все не будут работать (нагреваться).

Для улучшения пуска в дизелях с непосредственным впрыском топлива на входе в цилиндр используется подогрев воздуха за счет свечей

накаливания, расположенных во впускном коллекторе, и электрофакельного подогревателя. Однако при использовании более одной свечи повышается расход электроэнергии и увеличивается аэродинамическое сопротивление впускного трубопровода. Поэтому их применяют для облегчения пуска дизелей с непосредственным впрыском топлива при температуре не ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ ; при более низкой – подогрев всасываемого воздуха осуществляется электрофакельным подогревателем.

В некоторых дизелях с разделенной камерой сгорания, помимо свечей накаливания, установленных в вихревой камере или предкамере, для улучшения пуска применяют свечи подогрева воздуха в воздушном коллекторе (например, в Toyota Hi-Ace). При этом используются более мощные аккумуляторные батареи.

Электрофакельный подогреватель монтируется в воздушном коллекторе дизеля и подогревает воздух за счет его смешения с продуктами сгорания, создаваемыми подогревателем. Одно из достоинств подогревателя – возможность его работы на дизельном и другом топливе (для улучшения пуска рекомендуется использовать легковоспламеняющееся топливо). А главным недостатком электрофакельных подогревателей считается то, что водитель не получает информации о наличии факела во впускном трубопроводе в процессе пуска дизеля. Выход из строя свечи нагрева, засорение устройства подачи топлива приведет к отсутствию воспламенения топлива во впускном коллекторе и ухудшению пуска дизеля, однако водитель не будет знать, чем оно вызвано.

При температуре ниже  $-25^{\circ}\text{C}$  для облегчения пуска дизеля используют иногда легковоспламеняющиеся жидкости, которые впрыскивают через воздушный коллектор. Применение их для дизелей легковых автомобилей нежелательно. Двигатель при таком пуске испытывает сильнейшие нагрузки, появляются трещины на поршнях, быстро изнашиваются вкладыши и другие детали.

На пуск дизеля существенно влияют смесеобразование и сгорание топлива в момент пуска. Поэтому зимой для дизелей используется топливо меньшей, чем у летнего, вязкости. Кроме того, оно имеет более низкую температуру застывания и вспышки по сравнению с летним

дизельным топливом. Фирма Opel при эксплуатации дизелей зимой рекомендует добавлять в зимнее дизельное топливо до 10% бензина.

Смесеобразование в дизеле зависит от характеристики процесса впрыскивания. Основную роль при этом играет топливная форсунка. При плохой работе распылителя форсунки (топливо не распыливается, а вытекает в виде струи) пуск дизеля затруднен, повышается дымность. Вытекание топлива из форсунки в виде струи сопровождается перегревом поршня, что приводит к быстрому износу его колец и прогару.

Воспламенение топлива в дизеле определяется его пусковой подачей и углом опережения впрыска топлива до верхней мертвой точки. Эти характеристики уточняются регулировкой аппаратуры на стендах и в составе двигателя.

Износ топливного насоса, связанный с попаданием в него воды и грязи, приводит к уменьшению пусковой подачи и ухудшению пуска. Износ поршневой группы приводит к уменьшению компрессии, что также ухудшает пуск дизеля. При сильном износе восстановить пуск дизеля поможет только капитальный ремонт двигателя.

Наиболее интенсивно двигатель изнашивается при пуске в холода, поскольку загустевшее масло не обеспечивает достаточной смазки кинематических пар. Поэтому все ведущие зарубежные фирмы снабжают дизельные автомобили, предназначенные для работы в холодных климатических условиях, системами предпускового подогрева дизеля. Предпусковой подогреватель в течение 10-20 мин. осуществляет прогрев охлаждающей жидкости двигателя до температуры  $60-80^{\circ}\text{C}$ . Жидкость принудительно прокачивается через двигатель водяным насосом и прогревает его. Прогретый двигатель имеет надежный пуск, срок службы его увеличивается.

Некоторые фирмы используют подогреватели, питающиеся от сети в 220 В. Они устанавливаются в водяную или масляную системы (или в обе сразу), и жидкость циркулирует за счет свободной конвекции. Так как при этом теплообмен менее интенсивен, чем у подогревателей с вынужденной конвекцией, то нагрев двигателя осуществляется в течение 3-4 часов. Такую систему, если машину оставляют на стоянке, включают, как правило, на всю ночь.

## Глава 45

# Управление работой дизельного двигателя

## Требования к системе впрыска топлива

Топливный насос высокого давления (ТНВД) должен подавать топливо под давлением 350–1600 бар – в соответствии с особенностями процесса сгорания дизельного топлива – с максимальной точностью дозирования циклов впрыска для достижения оптимального состава рабочей смеси. Начало впрыска должно быть точно установлено по времени в пределах около  $\pm 1^\circ$  поворота коленчатого вала для достижения оптимума между расходом топлива, выбросом токсичных компонентов с отработавшими газами и уровнем шума. Муфта опережения впрыскивания позволяет уточнять начало впрыскивания и компенсировать продолжительность распространения волн сжатия в топливопроводах реагированием на изменение частоты вращения и опережения начала закрытия отверстия насоса (действительное начало подачи топлива насосом). Механические системы включают муфту опережения впрыскивания для учета изменений частоты вращения коленчатого вала двигателя. Винтовая кромка плунжера ТНВД позволяет путем его поворота изменять цикловую подачу топлива в зависимости от нагрузки. Для управления нагрузкой и частотой вращения коленчатого вала дизеля используется только изменение цикловой подачи топлива; количество воздуха на впуске не дросселируется. Так как дизель на малых нагрузках при увеличении цикловой подачи топлива может увеличивать частоту вращения, превышающую допустимую, важно иметь устройство, ограничивающее это увеличение. Необходимо также иметь регулятор частоты вращения на режиме холостого хода.

## Процесс впрыскивания

При рассмотрении процесса впрыскивания топливо нельзя считать несжимаемым. Процессы, сопутствующие впрыскиванию, следует

рассматривать как динамические (в основном, отражающие акустические принципы). Кулачковый вал ТНВД, приводимый от коленчатого вала двигателя, перемещает плунжеры топливного насоса, обеспечивая подачу топлива и создавая высокое давление в топливопроводах. Нагнетательный клапан открывается при повышении давления и волна давления проходит в направлении сопла форсунки со скоростью звука (приблизительно 1400 м/с). По достижении требуемого давления запорная игла рабочего сопла форсунки преодолевает усилие пружины, открывая проходное сечение, и топливо подается через распылительные отверстия в камеру сгорания двигателя. Процесс впрыскивания заканчивается с открытием сливного отверстия в гильзе плунжера. Давление в надплунжерной полости уменьшается, нагнетательный клапан закрывается и давление в топливопроводе снижается до пределов, выбираемых из следующих условий: запорная игла форсунки должна закрываться мгновенно, исключая утечку топлива; колебательные явления в топливопроводах не должны вызывать повторного открытия иглы и становиться причиной кавитационного разрушения.

## Система впрыскивания топлива

Система впрыскивания топлива предназначена для точного дозирования топлива при различных режимах работы. Она включает в себя топливный бак, топливный фильтр, топливоподкачивающий насос, перепускной клапан и топливные трубопроводы. Давление топлива, требуемое для впрыскивания, создается ТНВД, откуда топливо подается через нагнетательный клапан по топливным трубопроводам высокого давления к форсункам.



### Топливный насос высокого давления

В ТНВД автомобильных дизельных двигателей, главным образом, используется одна из следующих систем впрыскивания топлива: насос с рядным расположением плунжерных пар и насос распределительного типа. В насосе с рядным расположением плунжерных пар, широко применяемом на двигателях большегрузных автомобилей, кулачковый вал приводит в действие один плунжер, подающий топливо только к одному цилиндру двигателя. Другая конструкция ТНВД с рядным расположением плунжерных пар может регулировать фазы впрыскивания в дополнение к изменению количества топлива. Насос распределительного типа характеризуется механическим или электронным регулятором и интегральным устройством, управляющим углом опережения впрыскивания. Одноплунжерный насос распределительного типа с вращающимся плунжером обычно применяется для высокооборотных двигателей легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков. Центральный плунжер, приводимый в движение от кулачкового диска, создает давление и распределяет топливо по отдельным цилиндрам, а дозатор или электромагнитный клапан регулирует количество впрыскиваемого топлива. Насос распределительного типа с радиальным расположением плунжерных пар встречаются на дизелях с высокой частотой вращения коленчатого вала для легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков с непосредственным впрыскиванием топлива. Элементы насоса в обоих типах систем изготавливаются с высокой точностью для обеспечения продолжительного срока службы и стабильности работы, точного регулирования момента отсечки и количества впрыскиваемого топлива, а также равномерности дозирования по отдельным цилиндрам. Имеются также насосы с рядным расположением плунжерных пар и распределительного типа, приводимые в действие от кулачкового вала двигателя. Другой концепцией впрыскивания топлива представляется система насос-форсунка, в которой насос и форсунка объединены в один узел. Насос-форсунка устанавливается в головке каждого цилиндра. Устройство приводится распределительным валом двигателя, непосредственно толкателем или косвенно при помощи коромысла (рокера). Система впрыскивания топлива с общим нагнетательным топливным трубопроводом (аккумуля-

лятором) позволяет разделить функции создания давления и впрыскивания.

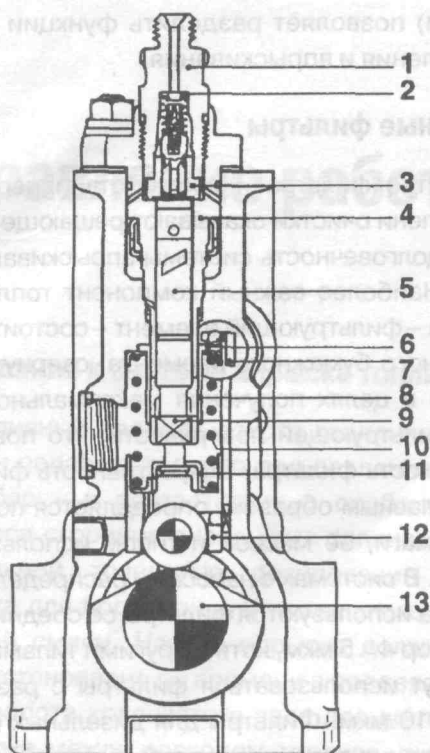
### Топливные фильтры

Качество фильтра и соответствие необходимой степени очистки оказывают решающее влияние на долговечность системы впрыскивания топлива. Наиболее важный компонент топливного фильтра – фильтрующий элемент – состоит из гидрофобного бумажного элемента; свернутого по спирали в целях получения максимальной площади фильтрующей поверхности, что повышает грязеемкость фильтра. Эффективность фильтрации, главным образом, определяется пористостью бумаги, ее массой и типом используемых волокон. В системах с насосами распределительного типа используются фильтры со средним размером пор 4–5 мкм, хотя с другими типами насосов могут использоваться фильтры с размером пор 8–10 мкм. Фильтры для дизельных систем впрыскивания топлива могут быть линейные (только насосы VE) или типа патрона (состоящие из кожуха фильтра и ввинчиваемого сменного патрона). Полностью линейный фильтр или фильтр с патроном должны заменяться, когда истекает установленный срок обслуживания (>30 тыс. км). Фильтры для насосов VE включают специальные отстойники для сбора содержащейся в топливе влаги, которая собирается на стороне загрязнения бумаги фильтра и затем просачивается на чистую сторону. Измерительный датчик сигнализирует о достижении максимально допустимого уровня воды. Для удаления воды используется дренажная пробка. Также в фильтре может устанавливаться электрический обогреватель в целях предупреждения каких-либо помех, вызываемых загущением парафиновых составляющих топлива при низких температурах.

### Насосы с рядным расположением плунжерных пар

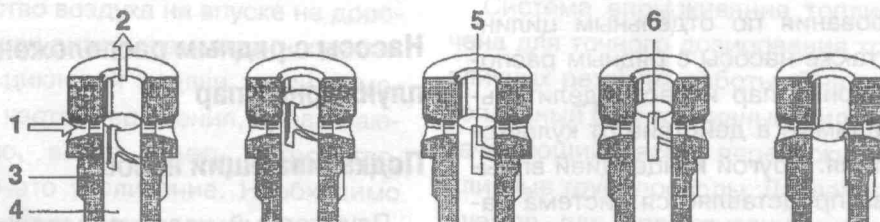
#### Подкачивающий насос

Плунжерный насос подает топливо к ТНВД под давлением порядка 1–2,5 бар. Плунжер подкачивающего насоса, приводимый в действие от распределительного кулачка, при каждом такте перемещается в верхнюю мертвую точку. Возвратное движение осуществляется пружиной во время обратного такта – происходит впуск топлива.



**45.0 Насос с рядным расположением плунжерных пар**

- 1 - втулка нагнетательного клапана;
- 2 - опорный торец пружины;
- 3 - нагнетательный клапан;
- 4 - втулка плунжера;
- 5 - плунжер насоса;
- 6 - рычаг со сферической головкой;
- 7 - управляющая рейка;
- 8 - поворотная втулка;
- 9 - управляющий пояс плунжера;
- 10 - пружина плунжера;
- 11 - седло пружины;
- 12 - роликовый толкатель;
- 13 - кулачковый вал



**45.1 Регулирование подачи топлива в ТНВД с рядным расположением плунжерных пар:**

- 1 - из топливного канала;
- 2 - к форсунке;
- 3 - втулка;
- 4 - плунжер;
- 5 - нижняя регулирующая спиральная выемка;
- 6 - вертикальная канавка

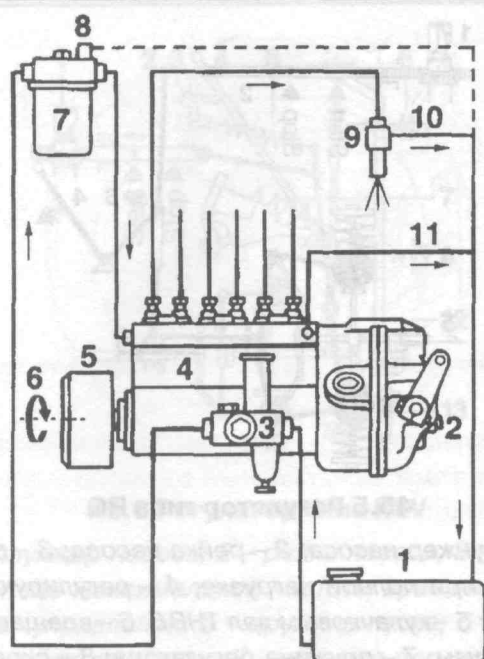
Чем больше давление в топливопроводе, тем меньше ход плунжера, подающего топливо.

### Топливный насос высокого давления

Каждый насос высокого давления с рядным расположением плунжеров имеет плунжерную пару для каждого цилиндра двигателя. Приводимый в движение двигателем кулачковый вал вызывает движение плунжера, повышающего давление топлива. Возврат его в первоначальное положение осуществляется пружиной. Плунжер подгоняется к втулке с такой точностью (зазор составляет 3 - 5 мкм), что он фактически работает без утечек даже при высоком давлении и на любых частотах вращения коленчатого вала двигателя. Рабочий ход плунжера является постоянным.

Количество подаваемого топлива регулируется посредством поворота плунжера - спиральная выемка изменяет его действительный рабочий ход. Активная работа насоса начинается, когда верхняя кромка плунжера закрывает впускное отверстие. Прорезь соединяет камеру выше плунжера с зоной ниже пространственной спиральной выемки.

Для регулирования подачи топлива используются плунжеры с различными типами спиральных канавок. В плунжерах только с нижней спиральной канавкой начало подачи топлива всегда происходит при том же такте сжатия, а при вращении плунжера может изменяться опережение или запаздывание впрыска топлива. При верхнем расположении спиральной канавки изменяется начало впрыска топлива. Имеются также плунжеры с верхним и нижним расположением спиральных канавок. Для ТНВД ис-

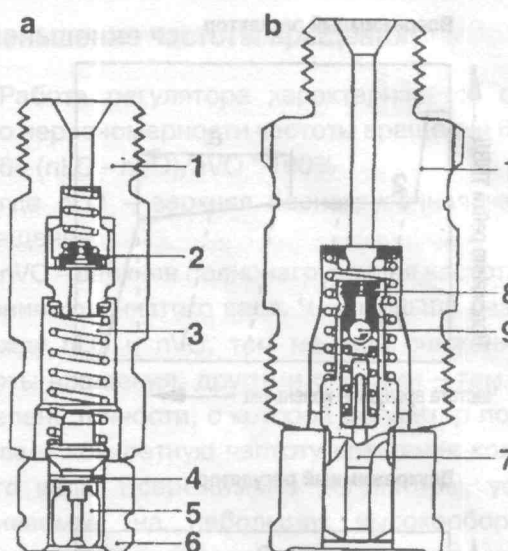


#### 45.2 ТНВД с рядным расположением плунжерных пар с механическим регулятором (центробежного типа):

- 1 - топливный бак;
- 2 - регулятор;
- 3 - топливоподкачивающий насос;
- 4 - ТНВД;
- 5 - муфта опережения впрыскивания;
- 6 - привод от двигателя;
- 7 - топливный фильтр;
- 8 - перепускной канал;
- 9 - форсунка;
- 10 - линия возврата топлива;
- 11 - линия избыточного потока

пользуются следующие типы нагнетательных клапанов: клапан с объемной разгрузкой; клапан-дроссель обратного хода; клапан постоянного давления.

Для ряда случаев применяются специально разработанные нагнетательные клапаны постоянного давления, которые используются в целях гашения волновых явлений при отражении от сопла форсунки, предупреждая, таким образом, повторное впрыскивание топлива. Клапан постоянного давления используется для поддержания стабильных гидравлических характеристик в системах впрыска топлива высокого давления и в небольших двигателях непосредственного впрыска, работающих на высоких частотах вращения коленчатого вала. В ТНВД, в которых средние величины давлений впрыскивания достигают 600 бар (например, в ТНВД размерностью М, А), плунжерно-втулочный ком-



#### 45.3 Штуцер ТНВД с нагнетательным клапаном

- а - с клапаном объемного течения и ограничением обратного течения;
- б - с клапаном постоянного давления;
- 1 - корпус нагнетательного клапана;
- 2 - обратный клапан;
- 3 - промежуточный объем;
- 4 - разгрузочный пояс;
- 5 - сферический клапан;
- 6 - втулка клапана;
- 7 - нагнетательный клапан;
- 8 - жиклер;
- 9 - обратный клапан

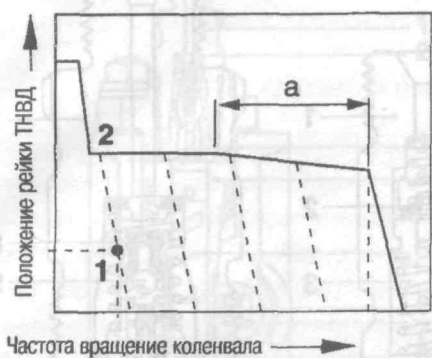
плект устанавливается в корпусе насоса. В насосах с давлением впрыскивания топлива, превышающим 600 бар, плунжерно-втулочный комплект, нагнетательный клапан и втулка нагнетательного клапана образуют единое устройство в целях исключения высоких усилий на корпусе насоса (например, в ТНВД размерностью MW, P). ТНВД с рядным расположением плунжерных пар и присоединенный к нему регулятор подсоединяются к системе смазки двигателя.

#### Регулирование частоты вращения

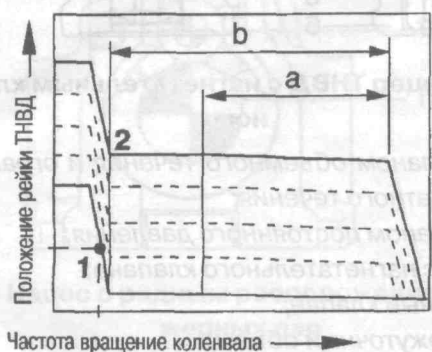
Существуют регуляторы, поддерживающие заданные частоты вращения коленчатого вала двигателя, например, на холостом ходу или все режимные регуляторы, действующие в диапазоне между холостым ходом и максимальной частотой вращения. Есть регуляторы, управляющие режимом топливоподачи при полной нагрузке в зависимости от частоты вращения ко-



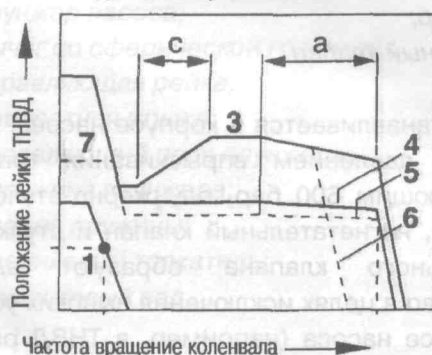
Всерезжимный регулятор



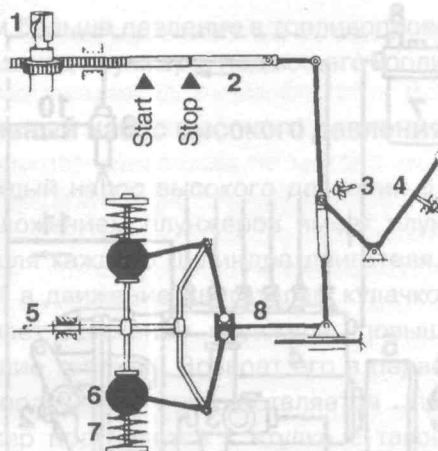
Двухрежимный регулятор



Регулятор с дополнительными функциями управления

**45.4 Характеристики работы регулятора:**

- a* — прямая коррекция момента;
- b* — нерегулируемый диапазон;
- c* — обратная коррекция крутящего момента;
- 1 — установочная точка частоты вращения на холостом ходу; 2 — внешняя скоростная характеристика; 3 — внешняя скоростная характеристика двигателя с турбонаддувом; 4 — внешняя скоростная характеристика двигателя без турбонаддува; 5 — внешняя скоростная характеристика двигателя без турбонаддува с относительной компенсацией; 6 — промежуточный контроль частоты вращения коленчатого вала двигателя; 7 — количество топлива для запуска

**45.5 Регулятор типа RQ**

1 — плунжер насоса; 2 — рейка насоса; 3 — остановка при полной нагрузке; 4 — регулирующий рычаг; 5 — кулачковый вал ТНВД; 6 — вращающиеся грузы; 7 — пружина регулятора; 8 — скользящий шток

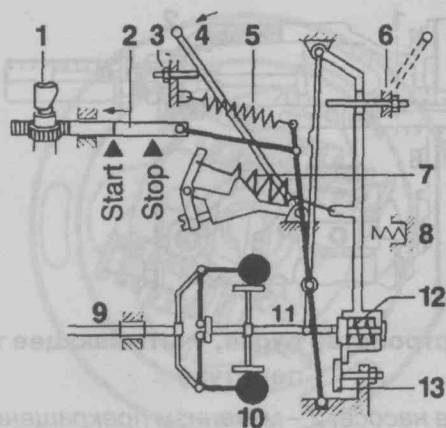
ленчатого вала, давлением воздуха, а также используемые для подачи дополнительного количества топлива, необходимого при пуске двигателя. Регулятор устанавливает количество подаваемого топлива посредством изменения положения рейки топливного насоса.

**Механические (центробежные) регуляторы**

Такие регуляторы приводятся во вращение от кулачкового вала ТНВД. Грузы под действием центробежных сил, преодолевая усилия пружины регулятора, воздействуют посредством системы рычагов на рейку насоса. Центробежная сила и сила упругости пружины находятся в состоянии равновесия, устанавливая рейку в положение, соответствующее подаче топлива для заданной мощности. Уменьшение частоты вращения при повышении нагрузки приводит к соответствующему уменьшению центробежной силы, и пружина регулятора перемещает вращающиеся грузы, а вместе с ними и рейку насоса в направлении повышения количества подаваемого топлива до тех пор, пока не восстановится равновесие.

**Всерезжимные регуляторы**

Они поддерживают фактически постоянную частоту вращения в соответствии с положением рычага управления. Применяются в дизелях грузовых автомобилей, строительной техники, тракторов.



#### 45.6 Регулятор типа RSV

1 – плунжер насоса; 2 – рейка насоса; 3 – ограничитель максимальной частоты вращения; 4 – рычаг управления; 5 – пружина пуска; 6 – шток остановки двигателя; 7 – пружина регулятора; 8 – вспомогательная пружина режима холостого хода; 9 – кулачковый вал ТНВД; 10 – центробежные грузы; 11 – шток; 12 – пружина регулирования крутящего момента; 13 – ограничитель полной нагрузки

#### Двухрежимные регуляторы (минимальной и максимальной частот вращения)

Этот тип регулятора эффективен только на холостом ходу, когда двигатель достигает максимальных оборотов. Крутящий момент между этими крайними величинами определяется положением педали управления подачей топлива.

#### Комбинированные регуляторы

Комбинированные регуляторы представляют собой синтез двух описанных выше типов регуляторов. В зависимости от специфики использования, активный контроль может осуществляться как в верхнем, так и в нижнем диапазонах частот вращения коленчатого вала двигателя.

#### Типы регуляторов

Регуляторы типа RQ и RQV включают работу центробежных масс, которые действуют на пружину регулятора; движения рычага управления изменяются в соответствии с передаточным отношением точки опоры рычага. В регуляторах типа RSV и RSF пружина регулятора находится вне вращающихся масс, поэтому передаточное отношение в точке опоры рычага остается в основном постоянным.

#### Уменьшение частоты вращения

Работа регулятора характеризуется степенью неравномерности частоты вращения  $b$ :

$$b = (n_{LO} - n_{VO}) / n_{VO} \cdot 100\%$$

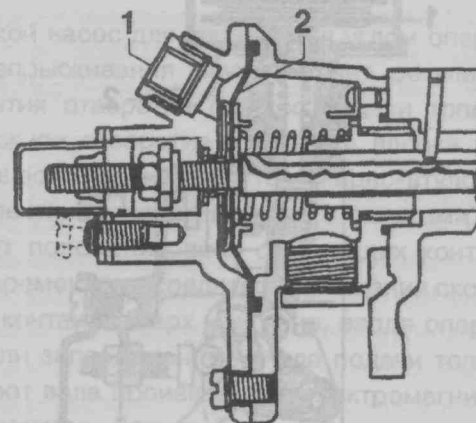
где  $n_{LO}$  – верхняя безнагрузочная частота вращения;

$n_{VO}$  – верхняя полнонагрузочная частота вращения коленчатого вала. Чем меньше разность между  $n_{LO}$  и  $n_{VO}$ , тем меньше снижение частоты вращения, другими словами – тем выше степень точности, с которой регулятор поддерживает конкретную частоту вращения коленчатого вала. Всережимные регуляторы, устанавливаемые на небольших высокооборотных двигателях, позволяют поддерживать частоту вращения коленчатого вала в пределах 6–10%.

#### Дополнительное оборудование

#### Регулирование крутящего момента

Вспомогательная пружина (пружина регулирования крутящего момента) точно подстраивается на режим работы двигателя, обеспечивая необходимую подачу топлива на режиме полной нагрузки, только при немного пониженных показателях. При достижении заданной частоты вращения коленчатого вала пружина сжимается и вызывает перемещение рейки насоса в направлении уменьшения цикловой подачи (положительный контроль крутящего момента). Также возможен отрицательный контроль, который соответствует повышенной частоте вращения коленчатого вала двигателя посредством увеличения количества подаваемого топлива.



#### 45.7 Компенсатор давления во впускном патрубке (LDA)

1 – подсоединение усилителя давления;  
2 – диафрагма

### Компенсатор давления во впускном патрубке (LDA)

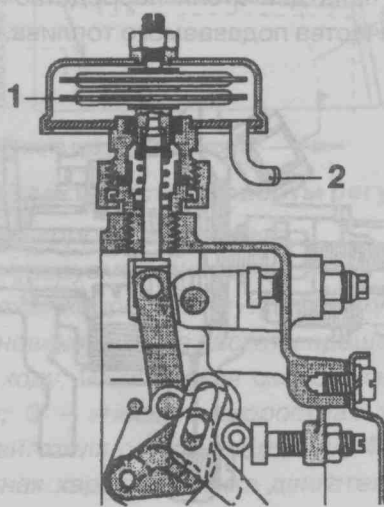
В дизелях с турбонаддувом необходимо повышать цикловую подачу топлива. Для повышения крутящего момента подпружиненная диафрагма увеличивает топливopодачу при возрастании давления наддува при полной нагрузке. Диафрагма воздействует на рейку насоса, к которой она подсоединяется, в целях обеспечения соизмеряемого увеличения количества подаваемого топлива.

### Компенсатор абсолютного давления (ADA)

Такой компенсатор подобен компенсатору LDA. Он уменьшает цикловую подачу топлива на полной нагрузке в случае снижения атмосферного давления (в высокогорных условиях). Мембранный датчик давления смещает рейку насоса в направлении снижения цикловой подачи, как только уменьшается атмосферное давление.

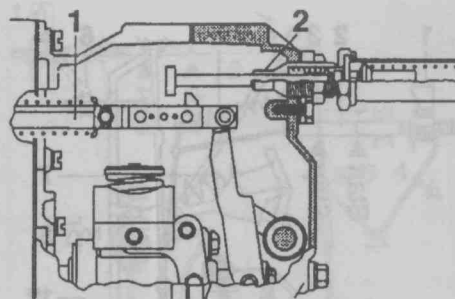
### Устройство холодного пуска (TAS)

Двигатель в холодном состоянии для нормального пуска требует увеличенной цикловой подачи топлива. При высоких температурах атмосферного воздуха и прогревом двигателя обогащение смеси может привести к повышенной дымности отработавших газов. В этих условиях применяется устройство холодного пуска (TAS), использующее термодатчик для преду-



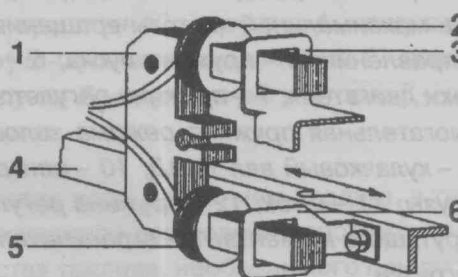
**45.8 Компенсатор абсолютного давления (ADA)**

1 – мембранный датчик давления; 2 – соединение с атмосферой



**45.9 Устройство пуска, учитывающее температуру**

1 – рейка насоса; 2 – механизм прекращения пуска двигателя, действующий с помощью элемента расширения



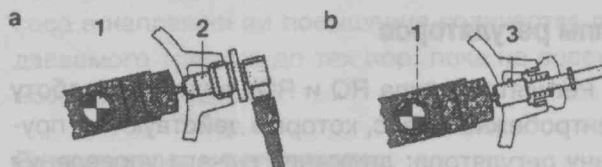
**45.10 Датчик перемещения рейки (RWG)**

1 – пластинчатый стальной сердечник; 2 – контрольная катушка; 3 – фиксированное кольцо закорачивания; 4 – рейка насоса; 5 – измерительная катушка; 6 – подвижное кольцо закорачивания

предления переобогащения смеси во время пуска прогретого двигателя.

### Датчик перемещения рейки (RWG)

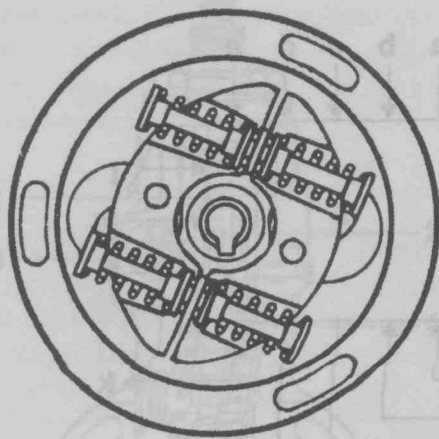
В датчике RWG применяются индукционные катушки. После обработки данных сигнал используется для выполнения управления механической или гидравлической коробкой передач, обеспечения более низких величин рас-



**45.11 Датчик закрытия отверстия (FBG)**

а – измерение с помощью преобразователя; б – позиция блокировки; 1 – кулачковый вал насоса; 2 – измерительный датчик; 3 – блокирующий штырь





**45.12 Устройство синхронизации (положение отключения)**

хода топлива, рециркуляции отработавших газов и диагностики.

### **Датчик закрытия отверстия (FBG)**

Датчик FBG представляет собой индукционное устройство для управления двигателем при помощи закрытия отверстия ТНВД.

### **Устройство опережения впрыскивания**

Размещается на приводе между двигателем и ТНВД. Центробежные грузы реагируют на повышающуюся частоту вращения коленчатого вала двигателя посредством поворота кулачкового вала ТНВД по отношению к ведущему валу в направлении "опережения подачи".

### **Выключение работы насоса**

Используется механическое (рычаг остановки), электрическое или пневматическое устройство для остановки дизеля прекращением подачи топлива.

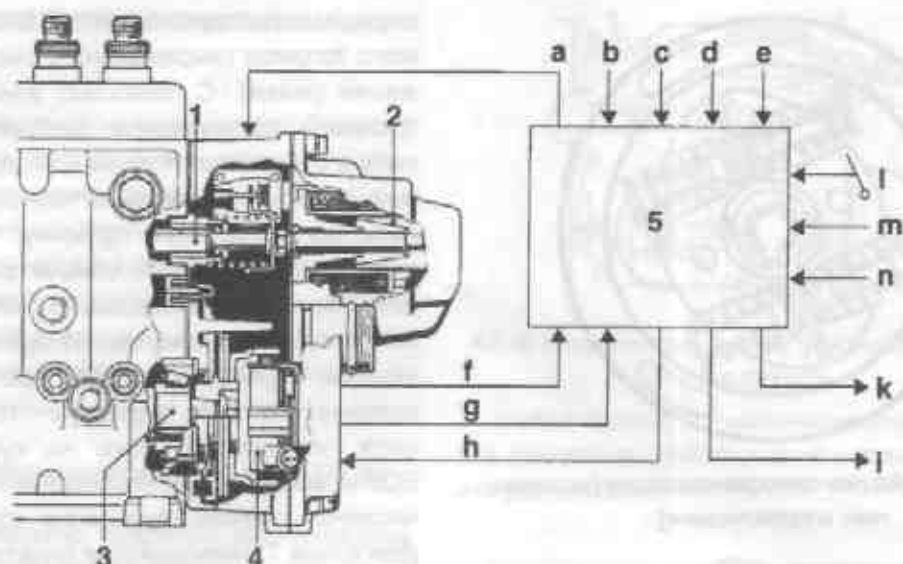
### **Электронный регулятор (EDC)**

Вместо регулятора центробежного типа может использоваться электронный регулятор для ТНВД с рядным расположением плунжерных пар, в котором имеется соленоидный привод с бесконтактным индуктивным датчиком, определяющим положение рейки насоса. Соленоидный исполнительный механизм приводится в действие с помощью ECU, который сравнивает положение дроссельной заслонки, частоту вращения и некоторое число дополнительных факторов с рабочими характеристиками с целью

определения правильного количества подаваемого топлива (выражаемого как функция положения рейки). С помощью электронного контроллера сравнивается положение рейки насоса с конкретной точкой для определения значения тока возбуждения соленоида, который сжимает возвратную пружину. Когда отклонения определяются, регулируется ток возбуждения, обеспечивая смещение рейки насоса к более точному положению. Индуктивный измерительный преобразователь частоты вращения коленчатого вала управляет положением колеса, устанавливаемого на кулачковом валу; ECU использует импульсные интервалы для вычисления частоты вращения коленчатого вала двигателя. Преимущества электронного регулятора: двигатель может пускаться и останавливаться при помощи ключа зажигания; свободный выбор внешних скоростных характеристик; максимальное количество впрыскиваемого топлива точно скоординировано с давлением наддува для соблюдения норм на дымность отработавших газов; возможность корректировки зависимости от температур воздуха и топлива; обогащение смеси во время пуска; контроль частоты вращения коленчатого вала двигателя для вспомогательных устройств; средство управления движением на маршруте; регулирование максимальной скорости движения автомобиля; стабилизация частоты вращения на холостом ходу двигателя; регулирование силы тяги (ASR) при автоматической коробке передач; передача сигнала для тахометра и дисплея расхода топлива; интегральная диагностика отказов.

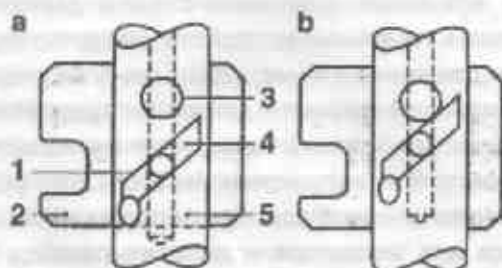
### **Рядный ТНВД с дополнительной втулкой**

Такой насос для управления углом опережения впрыскивания осуществляет регулировку закрытия отверстия (начало подачи топлива). Выпускное отверстие в корпусе насоса включено в золотник каждого плунжерно-втулочного комплекта. Управляющий вал с рычагами регулирует положение всех скользящих контактов одновременно посредством смещения скользящего контакта вверх или вниз, вводя опережение или запаздывание начала подачи топлива. Поворот вала производится электромагнитным механизмом. Датчик перемещения иглы контролирует начало впрыскивания непосредственно в форсунке. Он передает соответствующий сигнал к ECU в целях регулирования тока возбуждения соленоида для достижения совмести-



#### 45.13 Рядный ТНВД с электронным управлением цикловой подачей топлива

1 – рейка; 2 – исполнительный механизм; 3 – кулачковый вал; 4 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 5 – ECU. Входные/выходные величины: a – отключение при избыточной подаче; b – повышение давления; c – скорость движения автомобиля; d – температура (вода, воздух, топливо); e – изменение впускаемого количества топлива; f – скоростной режим; g – перемещение рейки; h – положение соленоида; i – индикатор расхода топлива и частоты вращения; k – диагностика; l – положение дросселя; m – заданный скоростной режим; n – сцепление, тормоза, торможение двигателем



#### 45.14 Плунжер с регулирующей втулкой

a – начало подачи топлива; b – конец подачи топлива; 1 – регулирующая спиральная канавка; 2 – регулирующая втулка; 3 – выпускное отверстие; 4 – регулирующая канавка; 5 – плунжер насоса

мости с заданными исходными величинами. Датчик частоты вращения коленчатого вала подает точную информацию о продолжительности впрыскивания топлива по отношению к ВМТ посредством импульсов от контрольных меток на маховике.

#### ТНВД распределительного типа (VE)

Такой насос применяется для 3, 4, 5 и 6-цилиндровых дизельных двигателей легковых автомобилей, тракторов и грузовых автомобилей

мощностью до 20 кВт на цилиндр. Насосы распределительного типа для двигателей с непосредственным впрыском обеспечивают давление до 700 бар при частоте вращения до 2400 1/мин.

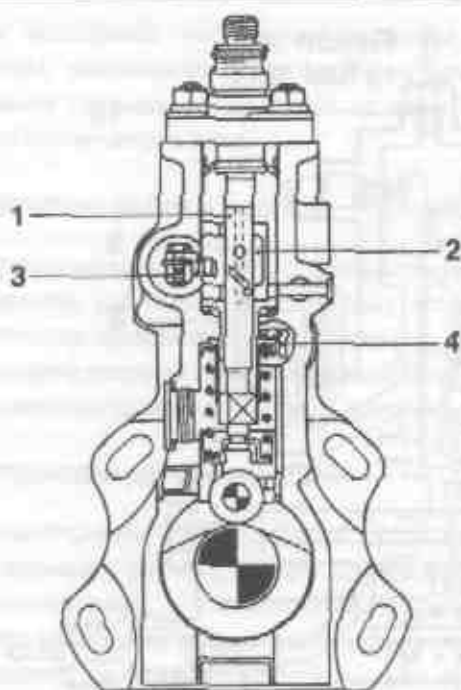
#### Топливоподкачивающий насос

Этот насос лопастного типа служит для подачи топлива из бака и вместе с нагнетательным регулирующим клапаном создает давление, которое возрастает прямо пропорционально частоте вращения коленчатого вала двигателя.

#### Насос высокого давления

Насос распределительного типа включает только один плунжерновтулочный комплект для питания всех цилиндров.

Плунжер не только создает требуемое давление топлива во время его рабочего хода, но и одновременно, вращаясь, распределяет его по отдельным выходным отверстиям. Во время одного оборота ведущего вала плунжер совершает количество тактов, равное числу цилиндров двигателя. Ведущий вал вращает кулачковую шайбу и плунжер, с которым она соеди-



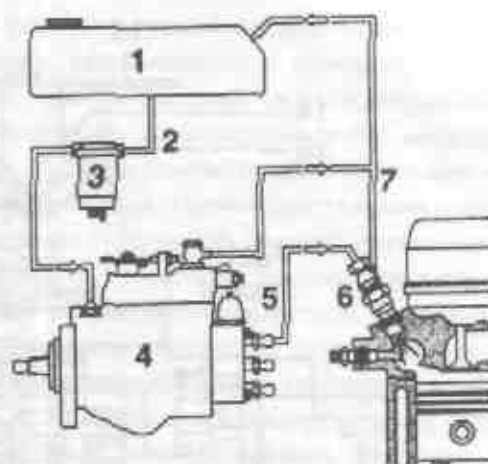
**45.15 Рядный насос с регулирующей втулкой**

1 – плунжер насоса; 2 – контрольная втулка; 3 – управляющий шток регулирующей втулки; 4 – регулирующая рейка

нена. Выступы на кулачковой шайбе обеспечивают осевое перемещение плунжера и его вращение (распределение и подачу топлива). Насос продолжает подачу топлива во время рабочего хода до тех пор, пока выпускное отверстие плунжера остается закрытым, и прекращает подачу топлива, как только выпускное отверстие совмещается с отверстием в регулирующей втулке. Регулятор определяет положение регулирующей втулки, которая перемещается на плунжере.

### Механический регулятор

Шаровая цапфа обеспечивает соединение между регулирующей втулкой и рычагами регулятора, которые, в свою очередь, перемещаются под действием центробежной силы, вызываемой вращающимися грузами с учетом противодействия пружины регулятора. Скоростной режим устанавливается регулированием натяжения пружины рычагом. Регулировочный винт полной нагрузки используется для установки системы рычаг-регулятор для получения максимальной мощности. Могут быть установлены дополнительные пружины для адаптации к холостому ходу и переходным характеристикам.



**45.16 Система впрыскивания топлива с насосом распределительного типа: 1 – топливный бак;**

2 – линия подачи топлива; 3 – топливный фильтр; 4 – насос распределительного типа; 5 – трубка высокого давления; 6 – форсунка; 7 – трубка возврата топлива

### Сигнал нагрузки

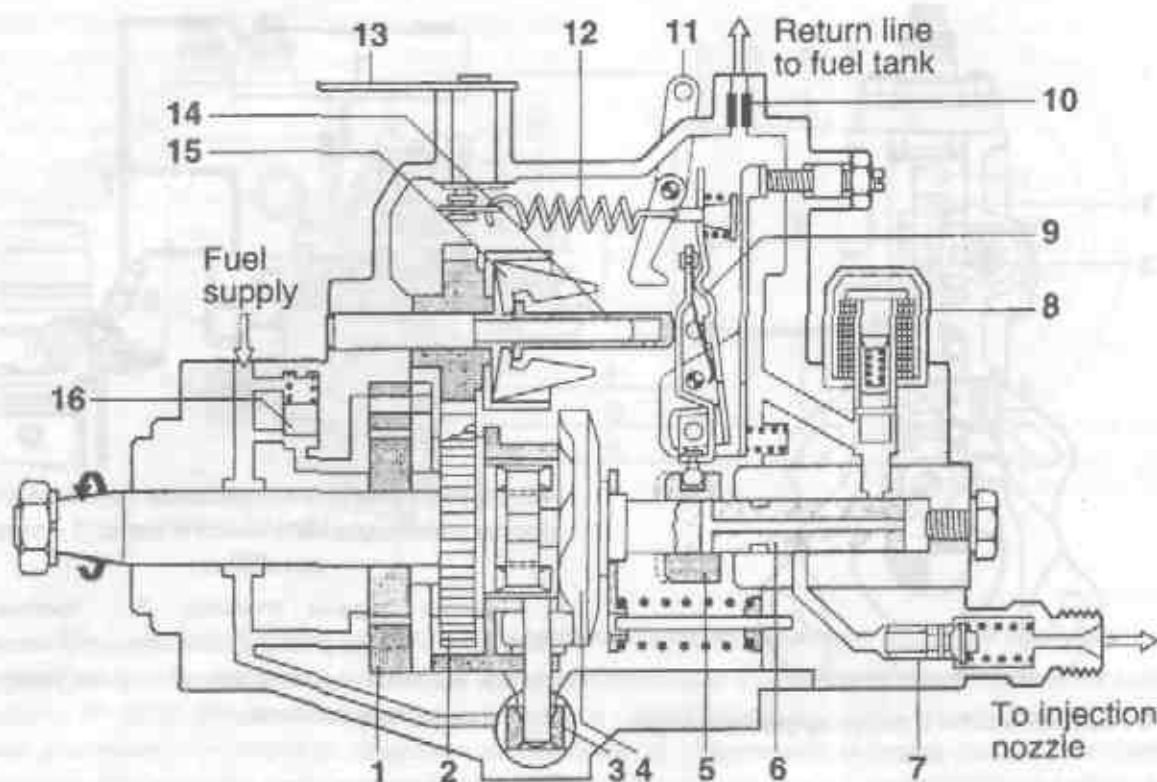
ТНВД распределительного типа, оснащенные двухрежимными регуляторами, управляются посредством микровыключателя или потенциометра.

### Механические вспомогательные устройства

Некоторые из таких устройств управления используются в целях обработки дополнительных рабочих параметров для регулирования количества впрыскиваемого топлива (компенсатор давления во впускном патрубке, гидравлические и механические средства адаптации к полной нагрузке) и для управления закрытием отверстия (начало подачи топлива).

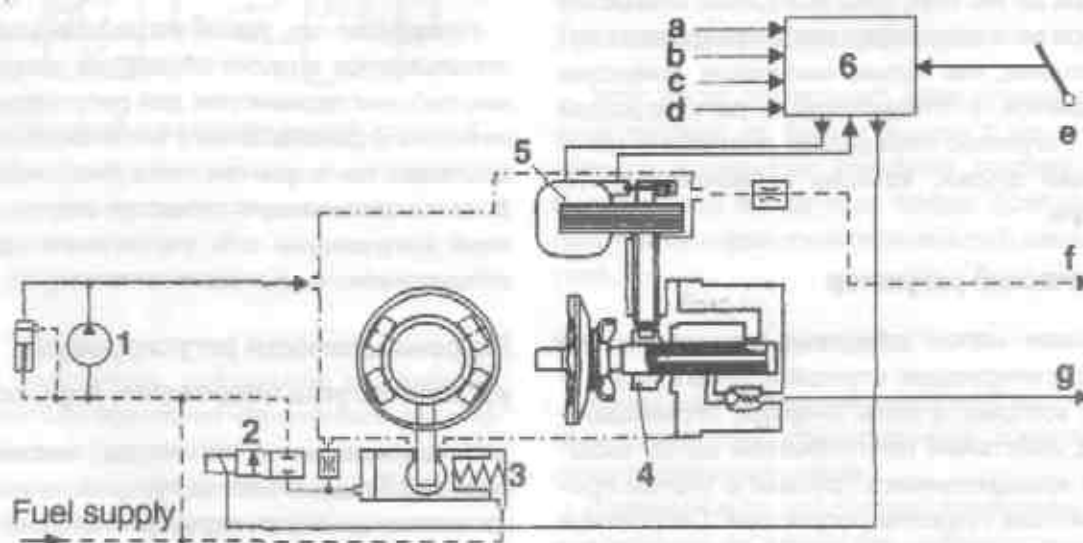
### Гидромеханически регулирующее устройство угла опережения впрыскивания

Устанавливаемое по потоку топлива после подкачивающего насоса, устройство включает нагнетательный регулирующий клапан, который обеспечивает рост давления топлива в линейной зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя (1,5–8 бар). Это давление воздействует через отверстие, регулируемое дросселем, на передний конец подпружиненного плунжера. Тот, в свою очередь, поворачивает роликовое кольцо насоса в противополо-



**45.17 Одноплунжерный ТНВД распределительного типа (основная версия)**

1 – насос подачи топлива (лопаточного типа); 2 – привод регулятора; 3 – устройство регулирования угла опережения впрыскивания; 4 – кулачковый диск; 5 – регулирующая втулка; 6 – распределительный плунжер; 7 – нагнетательный клапан; 8 – устройство отключения соленоидного управления; 9 – рычажный механизм регулятора; 10 – перепускной дроссель; 11 – механическое устройство отключения; 12 – пружина регулятора; 13 – рычаг контроля частоты вращения; 14 – регулирующая втулка; 15 – центробежные грузы; 16 – нагнетательный клапан ограничения давления



**45.18 Электронное управление работой дизеля (EDC) для ТНВД распределительного типа:**

1 – топливо подкачивающий насос; 2 – электромагнитный клапан; 3 – устройство синхронизации; 4 – втулка управления; 5 – вращающийся исполнительный механизм с измерительным датчиком; 6 – ECU. Входные/выходные величины: a – скоростной режим; b – начало впрыскивания; c – температура; d – давление наддува; e – положение педали газа; f – возврат топлива; g – к распылителю



жном вращению насоса направлении, таким образом, увеличивая опережение начала впрыскивания топлива независимо от частоты вращения коленчатого вала.

### Отключение работы насоса

Механическое (рычаг остановки) или электрическое (соленоидный клапан) устройство отключения прерывает работу дизеля, прекращая подачу топлива. Электрический способ широко распространен в легковых автомобилях.

### Электронный регулятор (EDC)

Эксцентрично-установленная шаровая цапфа связывает регулируемую втулку насоса VE и соленоидный исполнительный механизм. Угловая установка исполнительного механизма определяет положение регулирующей втулки и с ее помощью активный рабочий ход насоса. К исполнительному механизму подсоединяется измерительный датчик положения (потенциометр или индуктивный измерительный преобразователь). ECU получает различные сигналы от измерительных преобразователей – положения педали управления подачей топлива, частоты вращения коленчатого вала двигателя, температуры воздуха, охлаждающей жидкости и топлива, давления наддува, атмосферного давления и т. п. Он использует эти входные величины, хранящиеся в его памяти, для определения правильного количества впрыскиваемого топлива. Таким образом, ECU изменяет ток возбуждения исполнительного привода до тех пор, пока не совпадут исходные данные и действительные величины для принятого положения рейки.

### Электронно-управляемое устройство синхронизации

Продолжительность впрыскивания (начало впрыскивания топлива) можно также регулировать путем сравнения действительных и заранее задаваемых исходных величин. При этом сигнал от исполнительного преобразователя, с помощью которого контролируется точка, при которой открывается форсунка, сравнивается с запрограммированной исходной величиной. Электромагнитный клапан изменяет давление, прилагаемое к плунжеру, и с его помощью устанавливает регулирование устройства синхронизации. Сигнал от измерительного преобразова-

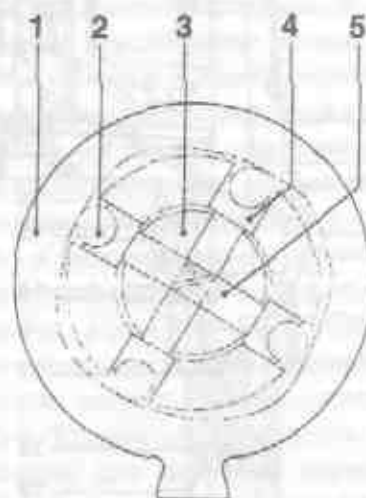
теля форсунки, указывающий на начало впрыскивания, сравнивается с данными, хранящимися в памяти. Тактовая частота, используемая для срабатывания электромагнита, модифицируется, пока не совпадут действительная и исходная величины. Преимущества электронного управления с обратной связью: уточненное регулирование цикловой подачи топлива; уточненное регулирование частоты вращения коленчатого вала двигателя; более точный угол опережения впрыскивания топлива. Устройство также может управлять рециркуляцией отработавших газов, контролировать давление наддува, управлять свечами накаливания и обеспечивать связь с другими бортовыми электрическими системами.

### ТНВД распределительного типа

В новом поколении распределительных ТНВД основу составляет электромагнитный клапан высокого давления, позволяющий дозировать топливо посредством закрытия плунжерного втулочного комплекта насоса. Эта концепция наиболее предпочтительна как с точки зрения гибкости в измерении продолжительности впрыскивания, так и начала впрыска топлива.

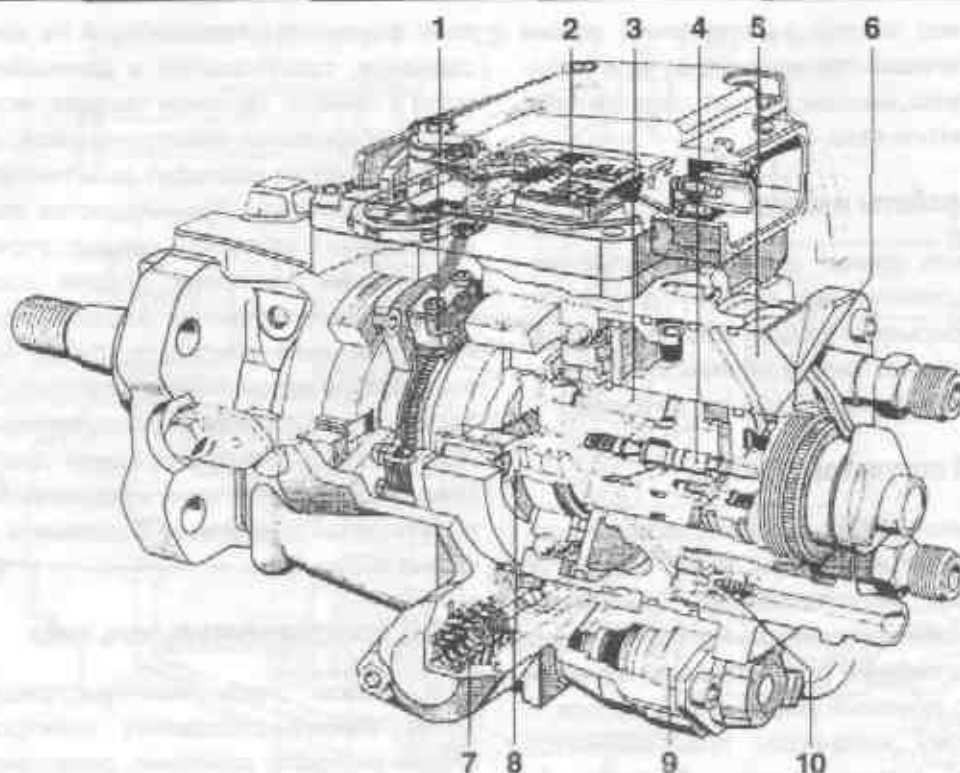
### Распределительный насос с аксиальным плунжером

Такой насос представляет дальнейшее развитие концепции наддува в ранее рассмотрен-



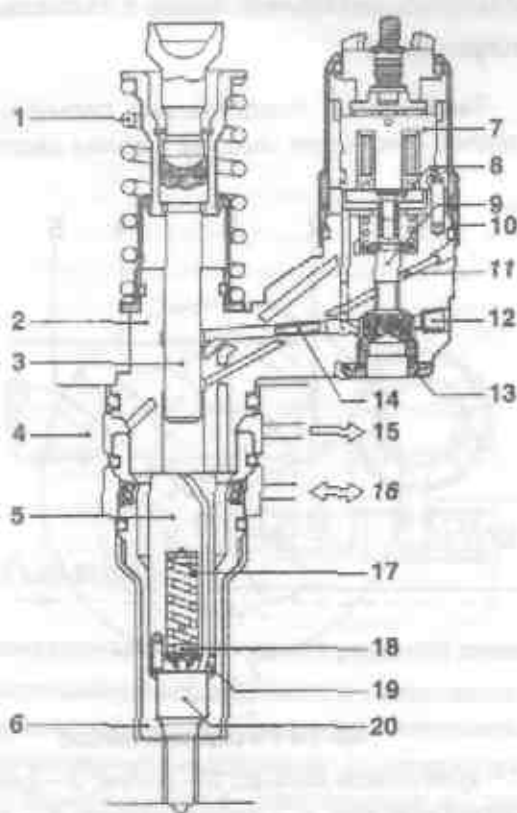
45.19 Роторный насос

1 – кулачковое кольцо; 2 – ролик; 3 – распределительный вал; 4 – опора ролика; 5 – плунжер подачи топлива



#### 45.20 Роторный ТНВД распределительного типа с электромагнитным управлением

1 – датчик (угла/времени); 2 – ECU; 3 – ротор; 4 – игла соленоидного клапана; 5 – кожух распределителя; 6 – соленоид управления давлением; 7 – устройство для регулирования опережения впрыскивания топлива; 8 – радиально-плунжерный насос; 9 – управляющий электромагнитный клапан; 10 – обратный клапан



#### 45.21 Блок насос-форсунки (РОЕ):

1 – пружина; 2 – корпус насоса; 3 – плунжер насоса; 4 – головка цилиндра; 5 – держатель пружины; 6 – стяжная гайка; 7 – статор; 8 – якорная пластина; 9 – игла соленоидного клапана; 10 – стяжная гайка соленоидного клапана; 11 – заглушка канала высокого давления; 12 – заглушка канала низкого давления; 13 – упор иглы соленоида; 14 – сужение; 15 – возврат топлива; 16 – подача топлива; 17 – инжектор; 18 – нажимной штифт; 19 – прокладка; 20 – распылитель



ных насосах распределительного типа с электронным управлением. В нем добавлены: соленоидный клапан высокого давления; электронный блок управления (ECU); датчик угла поворота. Соленоидный клапан закрывается, определяя начало подачи топлива. Скорость впрыскивания соответствует продолжительности закрытия клапана. Давление впрыскивания топлива достигает 1200 бар.

### Распределительный роторный ТНВД

Такие насосы предназначены для двигателей с непосредственным впрыском топлива с высокими рабочими характеристиками. Уровни давления со стороны насоса достигают 1000 бар, хотя соответствующие величины в распылителе могут повышаться до 1500 бар. Ввиду того, что кулачковый механизм имеет непосредственный привод, отклонения от заданных законов подачи топлива минимальны. Электромагнитное управление обеспечивает быстрое реагирование на открытие и закрытия плунжерной камеры.

### Насос-форсунки с клапанным регулированием цикловой подачи

Новое поколение систем впрыскивания топлива на основе одного насоса, регулируемого по времени, для современных легковых и грузовых автомобилей с дизелями с непосредственным впрыском характеризуется модульной конструкцией; эти системы включают электронно-управляемый блок насос-форсунки (PDE) и блок насоса (PLD).

### Блок насос-форсунки (PDE)

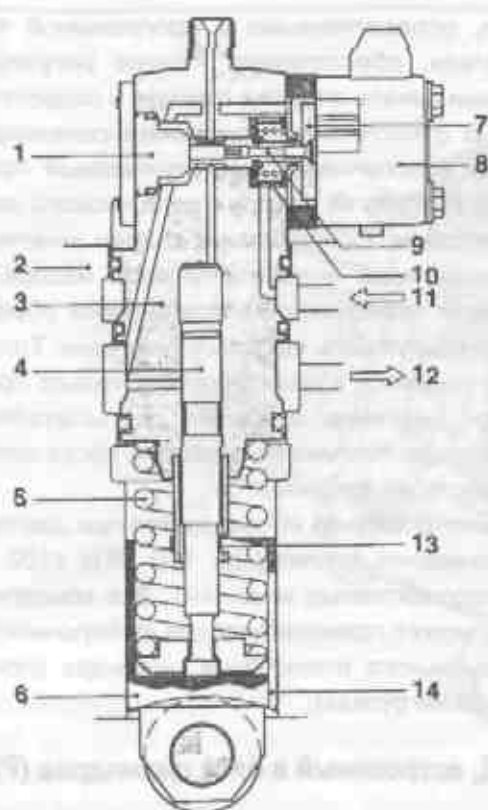
Электронно-управляемый блок насос-форсунки представляет собой одноцилиндровый ТНВД. Этот блок характеризуется интегральным соленоидным клапаном и предназначен для установки непосредственно на головке цилиндров дизеля. Кронштейны, работающие на растяжение, удерживают отдельные модули, которые имеют раздельные цепи подачи топлива для каждого из цилиндров двигателя. Кулачок на распределительном валу приводит в действие индивидуальную для каждого цилиндра насос-форсунку непосредственно через коромысло или косвенно посредством штанги толкателя и коромысла. Быстродействующий соленоидный клапан, в соответствии с параме-

трами, определяемыми в программной карте двигателя, обеспечивает точную регулировку времени начала впрыска топлива и скорости потока. В отключенном положении соленоидный клапан обеспечивает неограниченный проход потока топлива от насоса к цепи низкого давления системы. Соленоидный клапан включается во время хода подачи плунжера насоса, перекрывая перепускной клапан, таким образом, герметизируя цепь высокого давления. Топливо затем подается к форсунке, как только превышает давление открытия распылителя. То есть впрыск топлива начинается, когда соленоидный клапан закрывается.

Насос-форсунка используется при давлениях впрыскивания топлива до 160 МПа (180 МПа для перспективных моделей). Эта конструкция также может применяться для выборочного индивидуального отключения цилиндра (при частичных нагрузках).

### ТНВД, встроенный в блок цилиндров (PLD)

Система единичного насоса, объединенного с форсункой, также является модульной конструкцией с устройством впрыскивания топлива и управлением по времени. Каждый цилиндр двигателя питается отдельным модулем со следующими компонентами: выполненный за одно целое насос высокого давления; быстродействующий соленоидный клапан; короткая линия высокого давления; комплект распылителя. Элемент насоса обычно устанавливается как неотъемлемая часть блока цилиндров дизеля, где он приводится в движение кулачком основного распределительного вала. Электромагнитный клапан осуществляет точное управление временем начала и продолжительностью впрыскивания топлива в соответствии с программой. В открытом состоянии электромагнитный клапан позволяет плунжеру насоса заполнять рабочую полость во время такта впуска и впрыскивать его в заданное время. Область высокого давления герметизируется только во время такта подачи, когда соленоид срабатывает на закрытие клапана. Подача топлива к форсунке начинается, как только превышает давление открытия. Единичный тип насоса может быть использован для давлений впрыскивания до 160 МПа. Такие высокие давления впрыскивания топлива согласуются с электронным управлением с обратной связью, которое основывается на данных, записанных в памяти ECU, для



#### 45.22 Элемент насоса высокого давления с электромагнитным клапаном 2/2 (PLD)

1 – упор перемещения иглы клапана; 2 – головка блока цилиндров двигателя; 3 – корпус насоса; 4 – плунжер; 5 – возвратная пружина; 6 – роликовый толкатель; 7 – диск якоря; 8 – статор; 9 – игла клапана; 10 – фильтр; 11 – подача топлива; 12 – возврат топлива; 13 – фиксатор; 14 – установочный паз

значительного сокращения расхода топлива и токсичности.

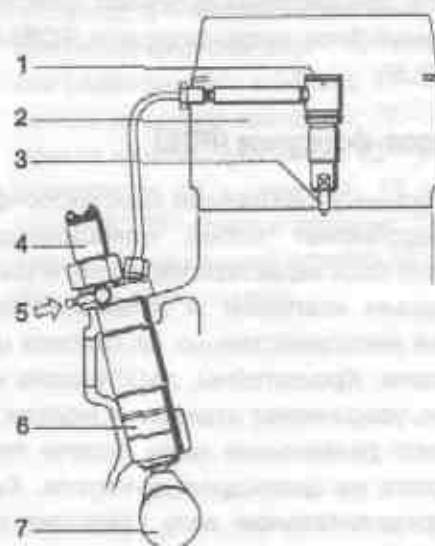
#### Электронный блок управления (ECU)

Индивидуальные системы насоса и форсунки обеспечивают прямую зависимость между параметрами топливоподачи и положением коленчатого вала. Согласование обеспечивается посредством зубчатого диска на коленчатом валу, в то время как импульсный датчик, установленный на распределительном валу, синхронизирует впрыскивание топлива в соответствии с каждым отдельным цилиндром. Управление процессом впрыскивания по типу обратной замкнутой связи протекает в соответствии с программой, хранящейся в памяти ECU.

Электронный блок управления позволяет обеспечивать управление соленоидами насос-форсунок. Он контролирует и обрабатывает ра-

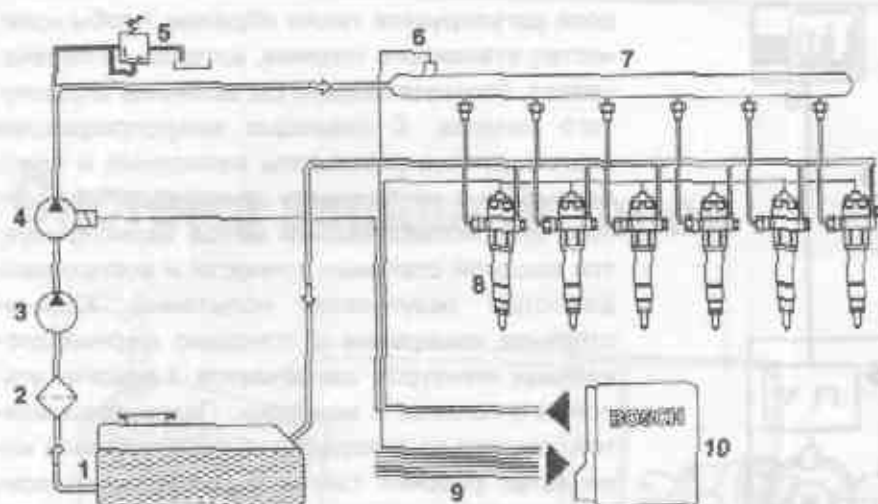
зличные входящие сигналы измерительных датчиков. ECU может хранить в памяти информацию, содержащую специфические схемы работы для получения разнообразных параметров. Основными данными являются частота вращения коленчатого вала двигателя и нагрузка, на которые водитель может оказывать непосредственное влияние посредством педали газа. Контролируемые параметры также включают температуру воздуха, топлива, охлаждающей жидкости и давление турбокомпрессора. Эти основные функции могут дополняться разнообразием других операций, предназначенных для повышения удобства. ECU удовлетворяет строгим требованиям надежности работы компенсацией и выявлением неисправностей функционирования отдельных составных частей. Он также предназначен для облегчения диагностики неисправностей работы дизеля и его системы топливоподачи. Производитель ECU может использовать программирование EOL (конец линии) в целях накопления данных для специфических компоновочных схем двигателя и автомобиля. ECU удовлетворяет строгим требованиям противодействия помехам от системы электрооборудования автомобиля и других источников. Фильтры и экраны защищают ECU от воздействия электромагнитных помех и в то же время уменьшают распространение его собственных помех.

Шина CAN (контроллер местной связи) может использоваться для сети связи системы с



#### 45.23 Единичный насос (PLD)

1 – кронштейн форсунки; 2 – двигатель; 3 – форсунка; 4 – электромагнитный клапан; 5 – подача топлива; 6 – насос высокого давления; 7 – кулачок



**45.24 Система впрыскивания с общей рейкой и аккумулятором давления**

1 - топливный бак; 2 - фильтр; 3 - топливонагнетающий насос; 4 - насос высокого давления; 5 - редукционный клапан; 6 - датчик давления; 7 - аккумулятор; 8 - форсунки; 9 - ввод данных от измерительных датчиков; 10 - ECU

другими компонентами автомобиля, например, ABS (антиблокировочной системой тормозов), ASR (системой контроля силы тяги или коэффициента сцепления) и электронной системой управления переключением в коробке передач.

### Аккумуляторная топливная система типа "Common Rail"

Системы с аккумулятором делают возможным объединение системы впрыскивания топлива дизеля с различными дистанционно выполняемыми функциями и в то же время позволяют повышать точность управления процессом сгорания топлива. Отличительная характеристика системы с общим трубопроводом заключается в разделении узла, создающего давление, и узла впрыскивания. Это делает возможным повысить величину давления впрыскивания топлива.

### Конструкция системы

Основу системы составляет резервуар (аккумулятор). Этот резервуар включает компоненты распределительного трубопровода (общая рейка), линии подачи топлива и форсунки. Плунжерный насос высокого давления (линейный насос на грузовых автомобилях, радиальное плунжерное устройство на легковых автомобилях) создает давление; этот насос может предназначаться для работы при низких значениях крутящего момента в целях существенного уменьшения потребности в тяговом усилии.

Давление системы, создаваемое ТНВД, распространяется через аккумулятор и топливопроводы к форсункам. Форсунка обеспечивает подачу нужного количества топлива в камеру

сгорания. В точно установленный момент ECU передает сигнал возбуждения к соленоиду форсунки, означающий начало подачи топлива. Количество впрыскиваемого топлива определяется периодом открытия распылителя и давлением в системе.

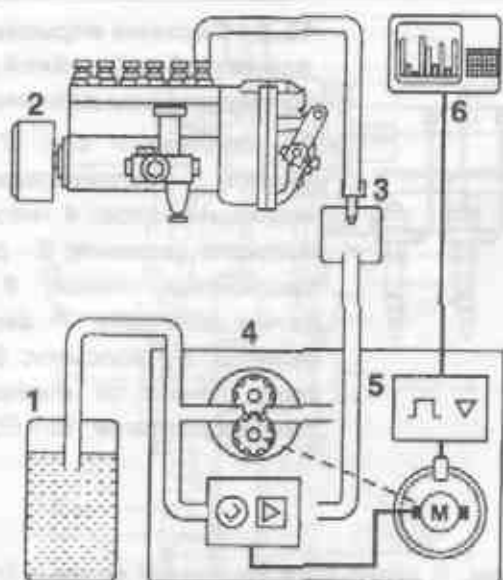
### Перспективы системы

Эта система расширяет область оптимизации процесса сгорания посредством разделения функций создания давления и впрыскивания. Давление, необходимое для впрыскивания топлива, в основном, базируется на выборе какой-нибудь точки набора заданных параметров. Дополнительно давление впрыскивания остается постоянным на период продолжительности процесса впрыска топлива при давлении (с минимальными отклонениями) 1400 бар. Такая способность управлять характером сгорания может использоваться для многоимпульсного впрыскивания в целях уменьшения вредных компонентов отработавших газов; также это может обеспечить снижение шума. Система с одной рейкой позволяет контролировать движение иглы форсунки, а вместе с ней и схему впрыскивания в пределах определенного диапазона. Для многоимпульсной подачи топлива система включает электромагнит несколько раз.

### Применение системы

Для приспособления к работе системы с общей рейкой в дизеле создавать его модификации не требуется. Насос высокого давления заменяет ТНВД, а форсунка устанавливается в головке блока цилиндров так же, как и обычный комплект насос-форсунка. Все это позволяет





**45.25 Метод измерения с непрерывным потоком**

1 – резервуар с эталонным топливом; 2 – ТНВД; 3 – испытательная форсунка; 4 – измерительный элемент; 5 – счетчик импульсов; 6 – монитор

применять схему с общей рейкой как отдельный вариант системы впрыскивания топлива.

### Стендовые испытания ТНВД

Для обеспечения оптимальных показателей по расходу топлива, эффективной мощности дизеля и соответствия все более возрастающим требованиям к токсичности отработавших газов, необходима тщательная проверка и регулировка ТНВД и систем регулирования впрыскиванием. Основные технические условия по методикам испытаний и испытательных стендов конкретизируются в стандартах ISO. Приводная муфта испытываемого насоса, устанавливаемого на испытательный стенд, приводится в действие электродвигателем. Линии питания и обратного слива подсоединяют подкачивающий насос к механизму подачи эталонного топлива испытательного стенда. Линии давления ведут к устройству измерения подаваемого топлива, которое состоит из испытательных форсунок с точно заданным давлением начала открытия. Давление и температура эталонного топлива устанавливаются в соответствии с техническими условиями проведения испытания. Метод измерения с непрерывным потоком требует использования точных шестеренных насосов для каждой секции ТНВД, приходящейся на каждый цилиндр. Частота вращения привода на-

соса регулируется таким образом, чтобы количество эталонного топлива, которое он перекачивает, соответствовало бы величине впрыснутого топлива. С помощью микропроцессора анализируются результаты измерений и преобразуются в гистограмму для вывода на монитор. Этот испытательный метод характеризуется высокой степенью точности и воспроизводимостью результатов испытаний. Количество измерения с помощью мерных стеклянных мензурок заключается в подаче эталонного топлива в мензурки. Поток прерывается, как только завершается определенное количество рабочих тактов. Количество эталонного топлива, которое распределяется испытательными форсунками, может быть определено с помощью градуировки на мензурках.

### Измерительные установки для испытания дизельных двигателей

Испытательная установка для дизельного насоса используется с целью регулировки точности топливоподачи насоса в соответствии с потребностями двигателя. С ее помощью фиксируются импульсы от контрольной метки на маховике двигателя. Данное устройство управляет моментом закрытия отверстия (начало подачи топлива) и продолжительностью подачи при конкретной частоте вращения коленчатого вала двигателя. При этом не требуется подключаться к работе линий высокого давления. К цилиндру N 1 трубки высокого давления подсоединяется индуктивный датчик. Совместно со стробоскопом или датчиком ВМТ определяется момент закрытия отверстия и продолжительность впрыскивания. Другой метод испытаний включает определение закрытия отверстия посредством завинчивания индуктивного измерительного преобразователя в корпус регулятора. Измерительный преобразователь получает импульсы от штырька, расположенного на корпусе регулятора центробежного типа. Импульсы запаздывают от сигналов измерительного датчика ВМТ на определенный интервал, который используется устройством для вычисления момента закрытия отверстия.

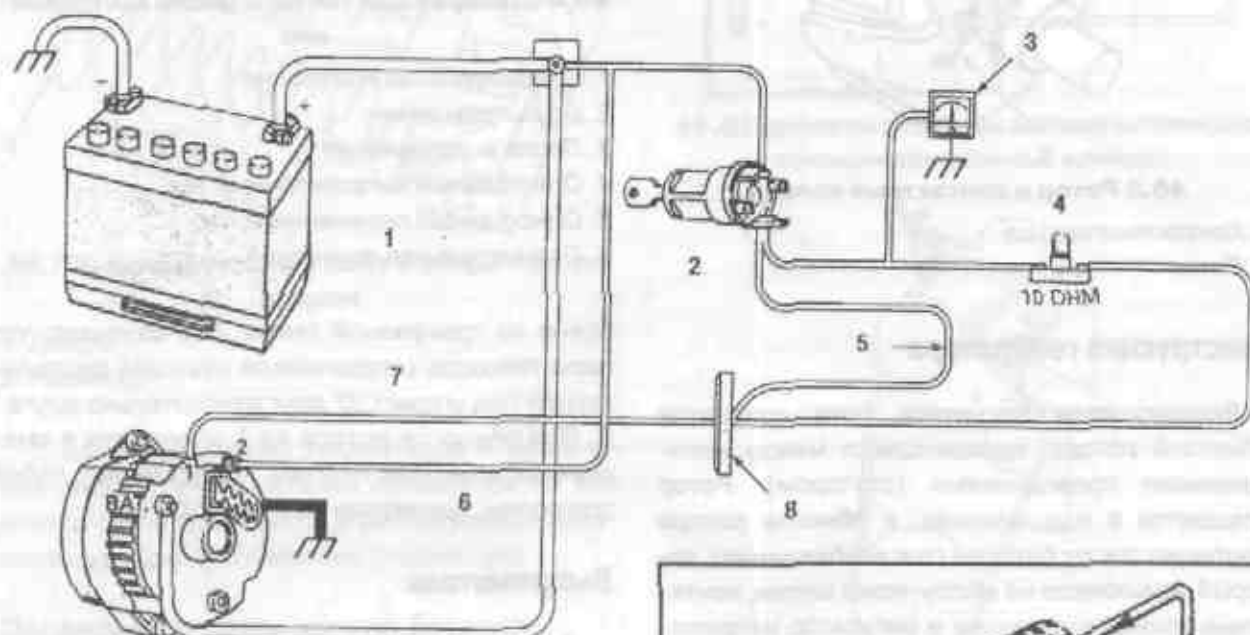
По материалам автомобильного справочника Bosch.

© Robert Bosch GmbH, 1996

© "За рулем", перевод на русский язык, 1999

## Глава 46

### Система заряда батареи



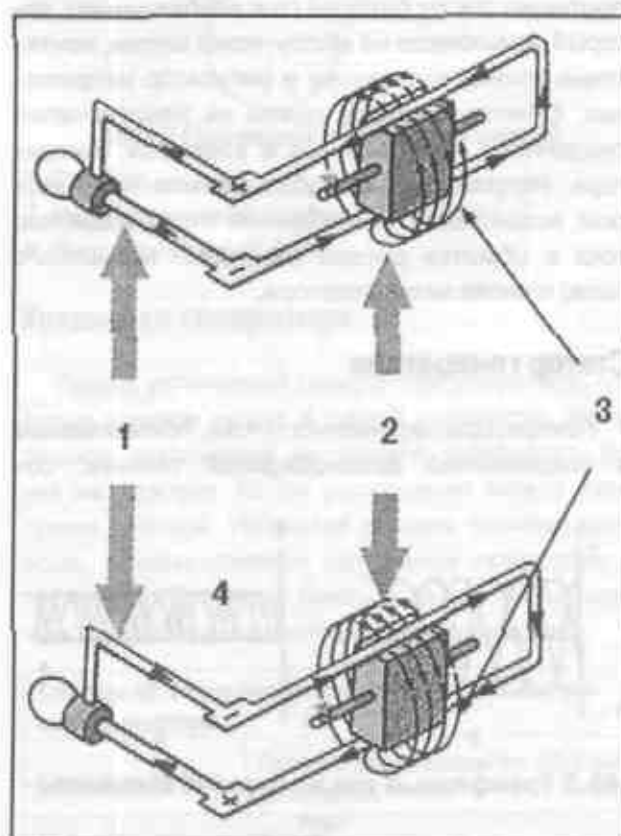
46.1 Типовая схема заряда батареи

1. Батарея
2. Ключ зажигания
3. Вольтметр
4. Контрольная лампа заряда
5. Резистивный провод
6. Провод вольтметра
7. Провод обмотки возбуждения
8. Соединительная колодка на перегородке моторного отсека

Система заряда предназначена для поддержания батареи в полной готовности к пуску двигателя и состоит из генератора, батареи, регулятора напряжения и соединяющих проводов.

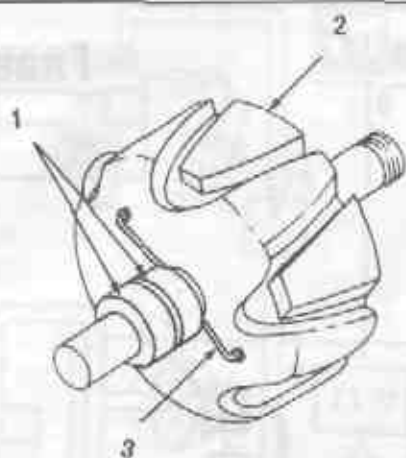
#### Генератор

Генератор представляет собой преобразователь механической энергии вращения в электрическую. Генератор обеспечивает заряд батареи постоянным электрическим током. Работа генератора основана на явлении электромагнитной индукции (появление электродвижущей силы в проводнике в переменном магнитном поле). На современных автомобилях устанавливаются генераторы переменного тока.



46.2 Схема, поясняющая принцип действия генератора

1. Цепь нагрузки
2. Вращающееся магнитное поле
3. Обмотки статора
4. Смена полярности



46.3 Ротор и контактные кольца

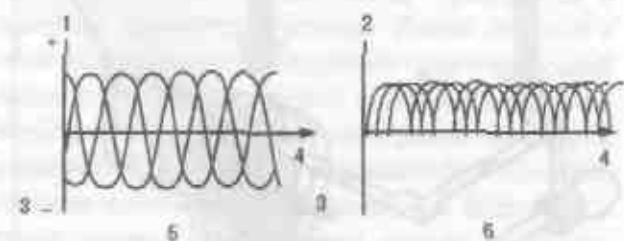
1. Контактные кольца
2. Ротор

### Конструкция генератора

Вращающееся магнитное поле создается обмоткой ротора, вращающейся между неподвижными проводниками (статором). Ротор вращается в подшипниках, в обмотке ротора протекает ток от батареи (ток возбуждения), который замыкается на массу через щетки, контактные кольца коллектора и регулятор напряжения. Обмотки статора одеты на пластинчатые сердечники, соединенные с корпусом генератора. Напряжение, вырабатываемое генератором, возрастает с увеличением числа оборотов, тока в обмотке ротора (индукции магнитного поля) и числа витков статора.

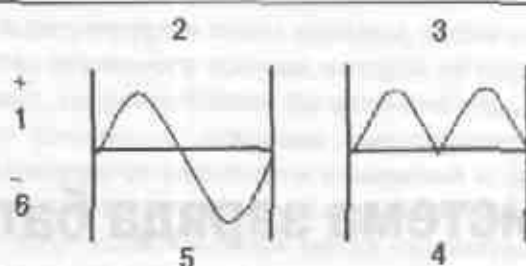
### Статор генератора

Генераторы переменного тока, применяемые в современной автомобильной технике, со-



46.5 Трехфазный ток до и после выпрямления

1. До выпрямления
2. После выпрямления
3. Напряжение
4. Время
5. Переменное напряжение
6. Выпрямленное напряжение



46.4 Однофазный ток до и после выпрямления

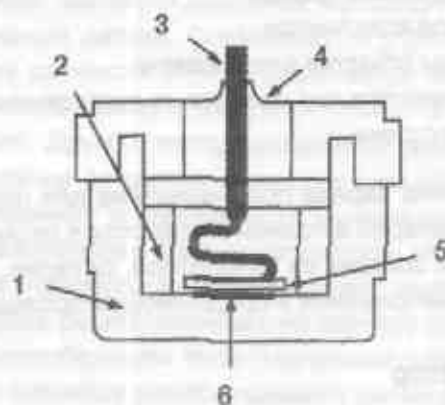
1. Положительная полуволна
2. До выпрямления
3. После выпрямления
4. Однофазный выпрямленный ток
5. Однофазный переменный ток
6. Отрицательная полуволна

брано по трехфазной схеме. Это означает, что пары полюсов (сердечников статора) располагаются под углом  $120^\circ$  друг относительно друга.

При повороте ротора на 1 оборот ток в смещенных обмотках статора представляет собой три волны, сдвинутые на угол  $120^\circ$ .

### Выпрямитель

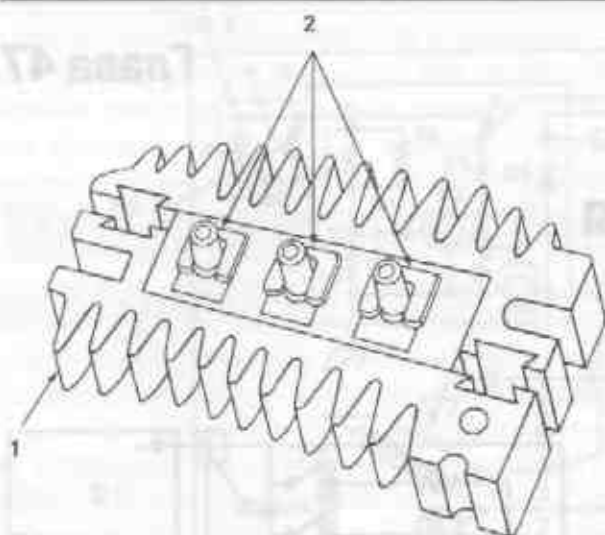
Для зарядки батареи требуется постоянное напряжение, или напряжение одного знака. С этой целью в цепи заряда батареи предусмотрены полупроводниковые выпрямляющие диоды, соединенные в мостовую схему, которая для трехфазного тока содержит 6 диодов.



46.6 Устройство выпрямляющего силового диода, использующегося в автомобильной технике

1. Корпус
2. Влагопоглотитель
3. Вывод
4. Стекланный изолятор
5. Молибденовый контакт
6. P-N переход





**46.7 Выпрямительный мост в сборе с радиатором**

- 1. Диоды
- 2. Радиатор

С целью улучшения теплоотвода и увеличения срока службы деталей генератора на вал ротора одета крыльчатка, а диоды устанавливаются на ребристой пластине (радиаторе).

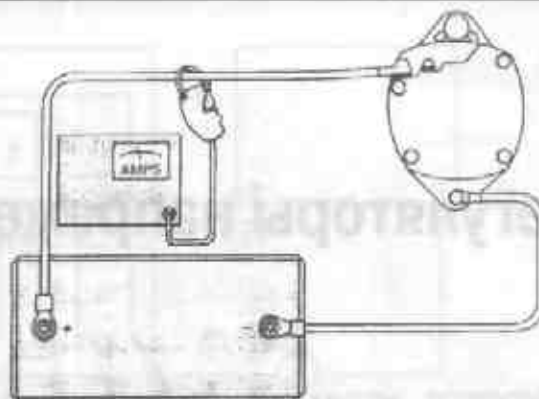
## Проверка системы заряда батареи

### Проверка генератора

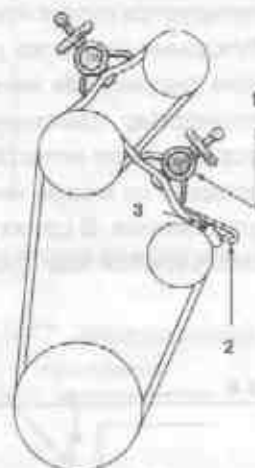
При ненормальной работе системы заряда сначала проверьте состояние проводов и их соединений. Затем проверьте напряжение генератора. Исправность диодов следует проверить по току утечки батареи. Для чего отсоедините провод от отрицательного полюса батареи и включите амперметр между полюсом и отсоединенным проводом.

Для проверки регулятора напряжения частично разрядите батарею включив фары и другие потребители, чтобы напряжение на батарее снизилось до 11,5 В. Затем с помощью токоизмерительных клещей определите ток от генератора на батарею на работающем двигателе. Для этого доведите обороты до 1500 об/мин, снова включите все потребители и считайте показание амперметра. После пуска двигателя напряжение генератора и ток должны возрасти до значения, указанного в технических данных автомобиля.

Если ток меньше нормы, или напряжение не соответствует норме, то генератор следует снять и отремонтировать, или заменить.



**46.9 Проверка системы заряда с помощью токоизмерительных клещей**



**46.10 Проверка натяжения ремня**

- 1. Прибор
- 2. Регулировочная планка генератора
- 3. Регулировочный болт

### Установка генератора

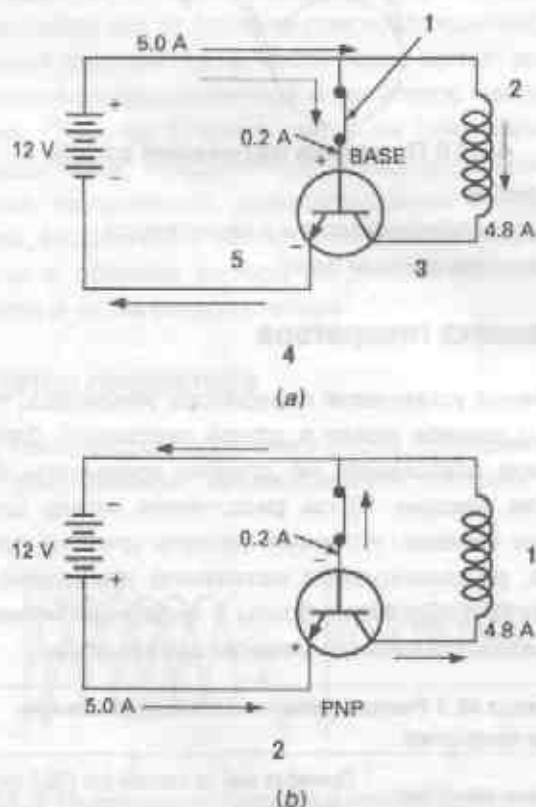
Перед установкой генератора убедитесь, что ручки шкивов лежат в одной плоскости. Допустимое отклонение не должно превышать 0,5 мм на каждые 10 см расстояния между центрами шкивов. Натяните ремень (ремни) привода, рекомендуемое натяжение приведено в табл. 46.1. Затяните болты с заданным моментом и присоедините к генератору провода.

**Таблица 46.1 Рекомендуемое натяжение ремня привода генератора**

| Ширина ремня (мм) | Прогиб (в мм) на каждый фут (30,5 см) длины ремня |
|-------------------|---|
| 12,7              | 10.3187   |
| 17.4625           | 10.3187   |
| 19.05             | 11.1125   |
| 22.225            | 12.7  |
| 25.4              | 14.2875   |

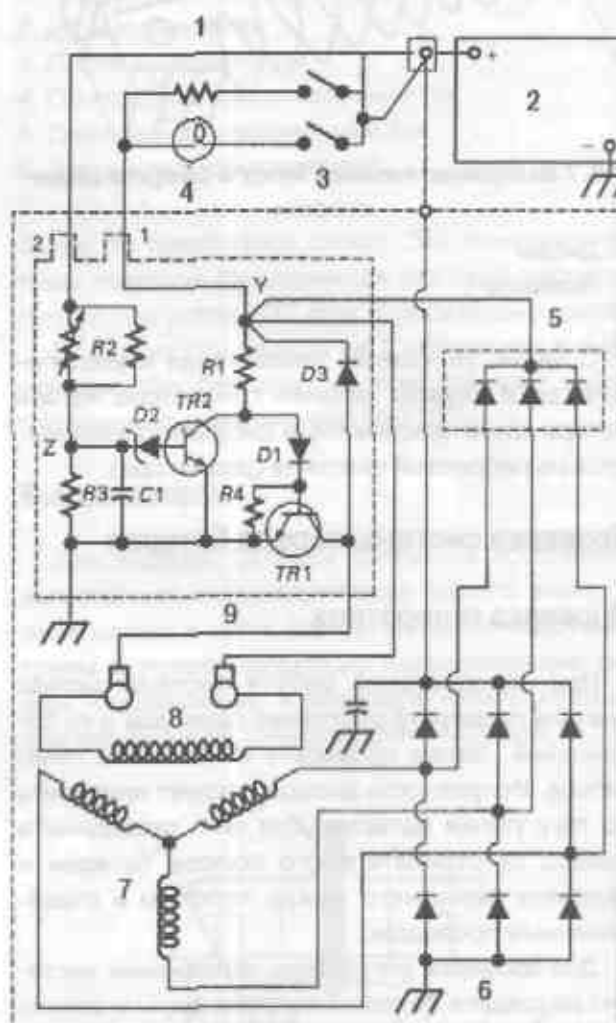
## Регуляторы напряжения

Регулятор напряжения предназначен для ограничения напряжения, вырабатываемого генератором, в цепи потребителей. Напряжение генератора регулируется путем изменения тока в обмотке возбуждения (обмотке ротора). Электромеханические регуляторы на современных автомобилях полностью заменены электронными (транзисторными или интегральными) регуляторами благодаря их малой инерционности и точности регулирования. В цепях электронных регуляторов используются как правило  $n-p-n$  транзисторы.



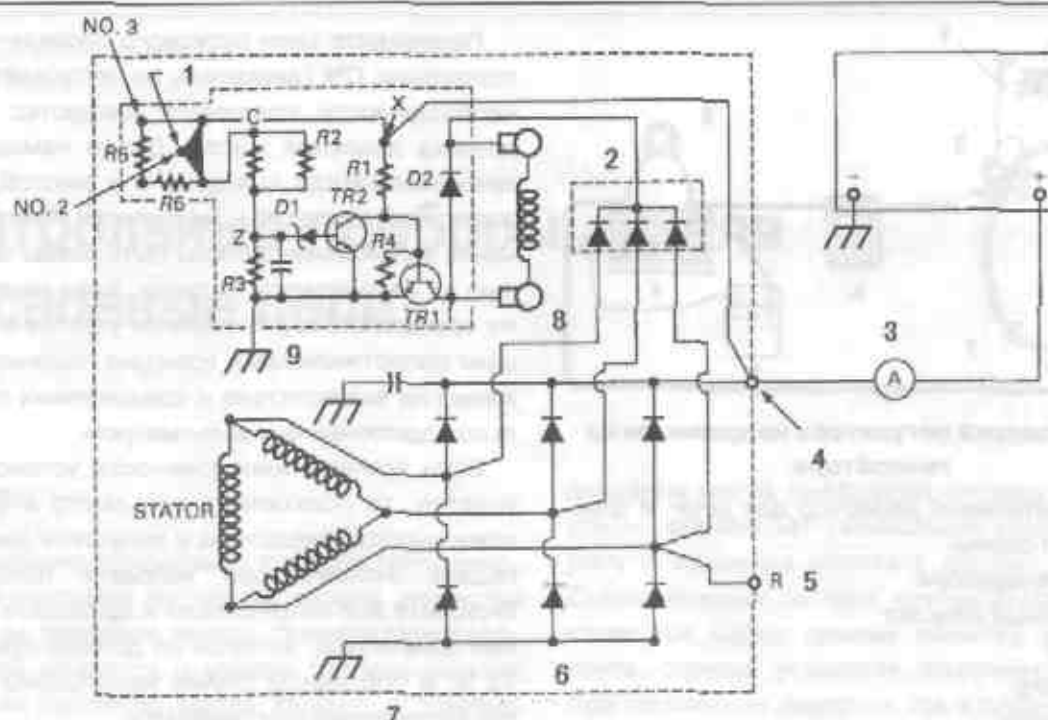
**47.4 Упрощенная схема регулирования тока в обмотке возбуждения: а), с  $n-p-n$  транзистором, б), с  $p-p-p$  транзистором**

1. Переключатель
2. Обмотка возбуждения
3. Коллектор транзистора
4. Ток через базу и эмиттер транзистора



**47.5 Цепь заряда батареи с контрольной лампой (обмотки статора соединены звездой)**

1. Резистор
2. Батарея
3. Пусковой переключатель
4. Контрольная лампа
5. Выпрямитель питания регулятора напряжения
6. Выпрямитель генератора
7. Статор
8. Обмотка возбуждения
9. Регулятор напряжения



**47.6 Цепь заряда батареи с контрольной лампой (обмотки статора соединены треугольником)**

- |  |                                   |                                      |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Регулировка напряжения                    | 4. Батарея                        | 7. Интегральный регулятор напряжения |
| 2. Выпрямитель питания регулятора напряжения | 5. Вывод R                        |                                      |
| 3. Амперметр                                 | 6. Выпрямительный мост генератора |                                      |

### Цепи регулирования напряжения с контрольными лампами заряда батареи

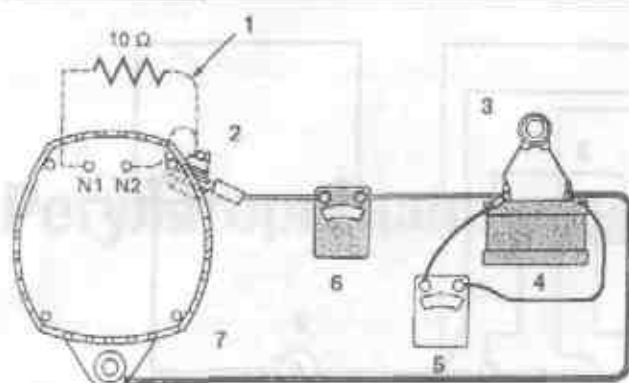
На части автомобилей вместо амперметра предусматриваются контрольные лампы заряда батареи, которые включаются в цепь между регулятором и батареей по так называемой трехпроводной схеме.

Вывод 1 регулятора напряжения соединен с пусковым переключателем через контрольную лампу и резистор, которые включены параллельно. При параллельном включении обеспечивается снижение сопротивления и увеличение стартового тока через обмотку возбуждения. Вследствие этого обеспечивается быстрый рост напряжения при повороте ключа для пуска двигателя. Ток протекает от батареи через замкнутые контакты выключателя, резистор, контрольную лампу, вывод 1 и точку соединения Y. Вывод 2 точки Z соединен с батареей.

При вращении ротора напряжение генератора растет и становится выше напряжения на разомкнутой батарее. Избыточное напряжение присутствует по обеим сторонам пускового переключателя и контрольная лампа начинает из-

менять максимальное напряжение генератора. Обмотки статора могут быть соединены звездой или треугольником...

При соединении обмоток статора треугольником обмотка возбуждения подключается только к выходу выпрямителя, а параллельно этой обмотке включен защитный диод D2. Напряжение батареи передается к точке X и к последовательно включенным резисторам 2, 3, 5 и 6. Регулирующее устройство состоит из двух последовательно включенных резисторов между точками X и C и резисторов R2 и R3. Параллельно резисторам R5 и R6 включен подвижной контакт, который может быть установлен в 3 положения с помощью отвертки извне. В данной схеме (Рисунок 47.6) в цепи обмотки возбуждения отсутствует последовательный резистор и выходное напряжение достигает 14,4 В. Когда подвижной контакт устанавливается в положение 2, в цепь регулятора добавляется один резистор и выходное напряжение снижается до 14,2 В. Когда подвижной контакт устанавливается в положение 3, в цепь регулятора добавляются два резистора и выходное напряжение снижается до 14 В.



#### 47.8 Проверка регулятора напряжения на генераторе

1. Дополнительный резистор для двух- и трехпроводной схемы.

2. Вывод генератора

3. Графитовый реостат

4. Батарея

5. Вольтметр

6. Амперметр

7. Вывод регулятора напряжения

#### Проверка интегрального регулятора напряжения

В случае ненормальной работы регулятора напряжения проверьте падения напряжения на клеммах батареи, амперметре и пусковом выключателе.

Переведите ключ пускового переключателя в положение ON (двигатель не запускайте). При необходимости соедините накоротко выводы датчика давления масла. Далее измерьте напряжение между выводом 1 и массой, между выводом 2 и массой и на батарее. Все три значения напряжения должны быть равны напряжению на разомкнутой батарее. Если напряжения не совпадают, то определите участок с возросшим сопротивлением, измерив падения напряжения на выключателе и соединениях параллельно подключенным вольтметром.

Если причину неисправности установить не удастся, то подключите вольтметр к батарейному выводу генератора и запустите двигатель, педаль акселератора нажмите наполовину. Включите все потребители и проверьте показания вольтметра, которое не должно превышать 15 В. В противном случае неисправны регулятор напряжения или генератор.

Если напряжение оказывается ниже 13 В, то проверьте напряжение на батарее на оборотах быстрого холостого хода. Если напряжение по-прежнему низкое, то либо недозаряжена батарея, либо регулятор установлен на низкое напряжение, или неисправен генератор. Если напряжение отсутствует, то либо неисправен генератор (например, поломаны щетки, вышел из строя выпрямитель), либо неисправен регулятор напряжения.



## Глава 48

# Контрольные приборы дизеля и основные цепи

## Приборы

Основными приборами, которые применяются для контроля состояния дизеля, являются указатели давления масла, температуры охлаждающей жидкости и уровня топлива. Датчик указателя давления масла ввернут в главную магистраль системы смазки. Датчик указателя температуры охлаждающей жидкости вмонтирован в патрубок системы охлаждения или в корпус термостата.

Напряжение к указанным приборам подается с вывода стартера через амперметр, пусковой переключатель и плавкую вставку.

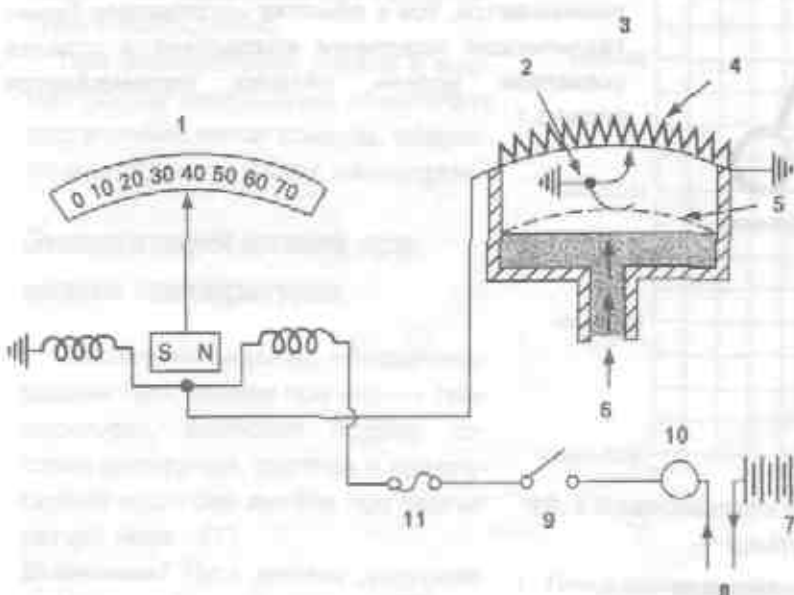
## Цепь измерения давления масла

Указатель и датчик получают питание от батареи через вывод стартера после поворота ключа пускового переключателя в положение START или RUN (Рисунок 48.1). При повышении

давления масла диафрагма датчика прогибается и перемещает скользящий контакт в сторону соединения реостата датчика с массой. Сопротивление датчика уменьшается и возрастает ток через правую обмотку электромагнита, стрелка указателя отклоняется вправо. При понижении давления ток в правой обмотке электромагнита датчика уменьшается и стрелка отклоняется влево.

## Цепь измерения температуры охлаждающей жидкости

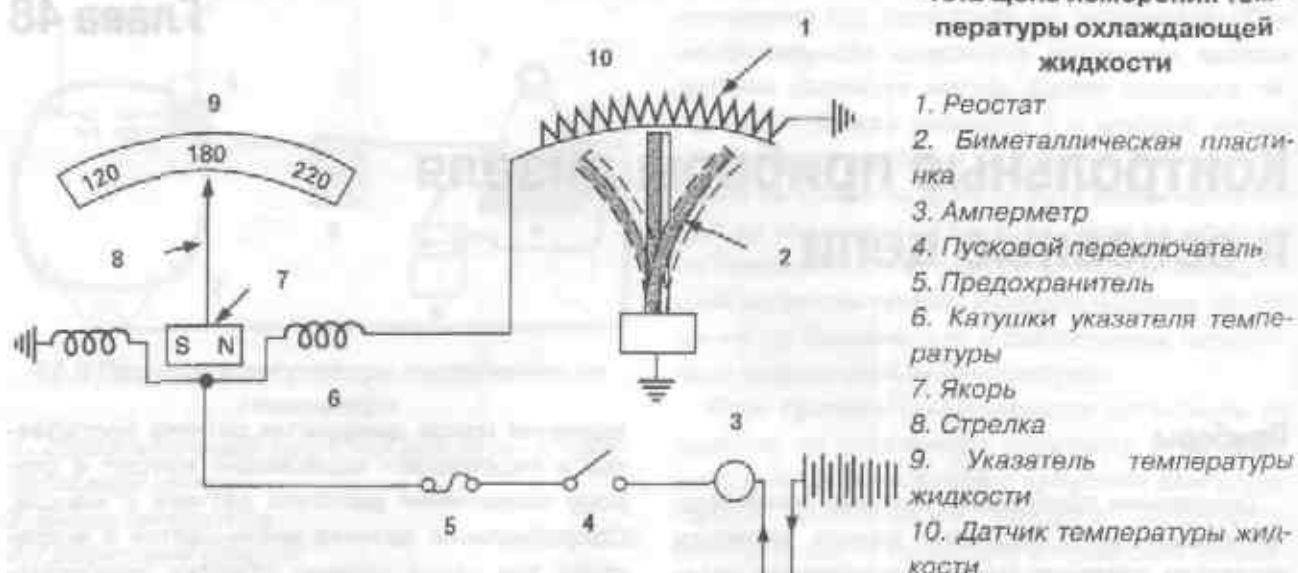
Датчик температуры жидкости в системе охлаждения представляет собой биметаллическую пластинку, которая перемещается по обмотке реостата, изменяя его сопротивление. При нагреве пластинки она изгибается вправо. При изгибе пластинки меняется ток через правую обмотку электромагнита указателя, заставляя отклоняться стрелку.



**48.1 Типовая схема включения датчика и указателя давления масла**

1. Указатель давления масла
2. Скользящий контакт
3. Датчик давления масла
4. Реостат датчика
5. Диафрагма
6. Давление масла в системе смазки двигателя
7. Батарея
8. Провода от вывода стартера
9. Пусковой переключатель
10. Амперметр
11. Предохранитель

### 48.2 Цепь измерения температуры охлаждающей жидкости



### Цепь указателя уровня топлива

В цепи измерения уровня топлива ток протекает через последовательно включенные обмотку нагревателя биметаллической пластинки указателя и обмотку реостата датчика. Если топливо в баке отсутствует, то поплавок опускается вниз и перемещает скользящий контакт реостата, увеличивая его сопротивление. Ток в измерительной цепи снижается, нагрев биметаллической пластинки практически отсутствует. Поэтому пластинка и связанная с ней стрелка указателя находятся в крайнем левом положении ("бак пуст"). По мере заполнения бака поплавок поднимается и перемещает скользящий контакт реостата. Сопротивление датчика уменьшается, ток в обмотке нагревателя биметаллической пластинки возрастает и стрелка указателя уровня топлива перемещается вправо.

### 48.3 Цепь измерения уровня топлива

- 
1. Батарея  
2. К выводу на стартере  
3. Амперметр  
4. Пусковой переключатель  
5. Предохранитель  
6. Указатель уровня топлива  
7. Реостат  
8. Датчик уровня топлива  
9. Поплавок  
10. Обмотка нагревателя и биметаллическая пластинка



## Глава 49

## Особенности эксплуатации дизеля при экстремальных температурах

Исправный и отрегулированный дизель может успешно эксплуатироваться при температурах окружающей среды от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ . Показателями эксплуатации дизеля при низких температурах являются температура запуска дизеля и рабочая температура, поддерживаемая при движении автомобиля (дизеля) в холодном воздухе. Эти показатели зависят от двух факторов – температуры неподвижного воздуха, которая определяет условия воспламенения смеси в цилиндре, и "ветрового показателя", который характеризует охлаждение дизеля при движении. Последний показатель приобретает важное значение, так как при движении автомобиля, например, масло становится настолько густым из-за охлаждения поддона, что не может поступать в систему смазки. Кроме того, запуск остановленного дизеля в холодную ветреную порой невозможен без подогревателя из-за быстрого охлаждения.

При эксплуатации дизеля в жаркую погоду необходимо обеспечить достаточный поток воздуха, обдувающего радиатор и блок цилиндров.

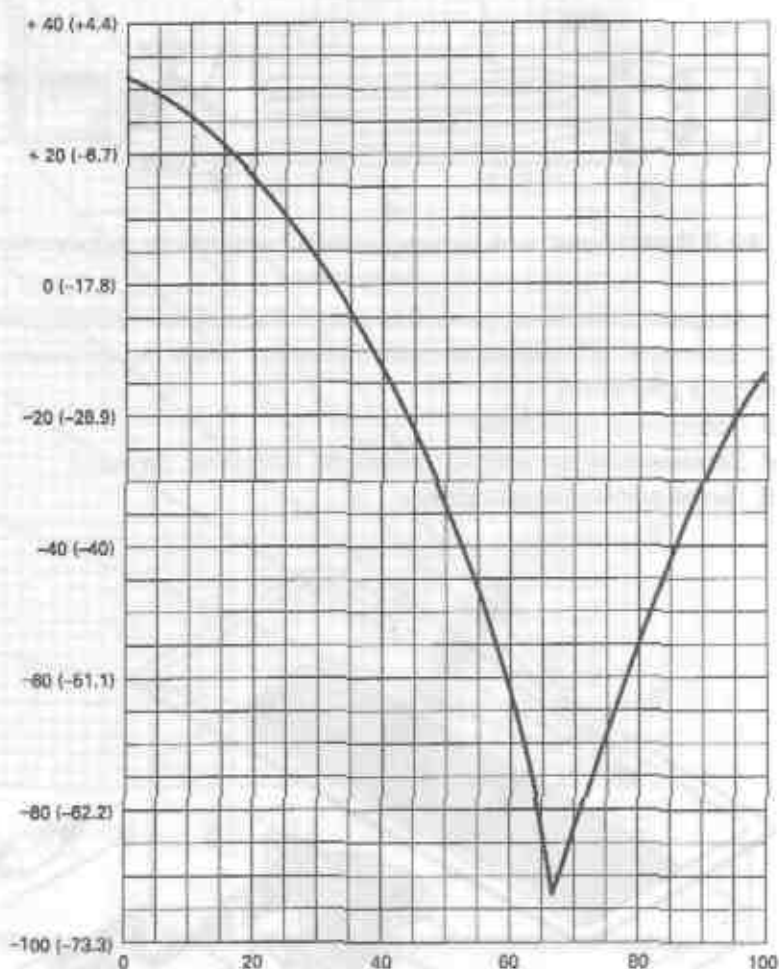
### Эксплуатация дизеля при низких температурах

Основными мерами, обеспечивающими пуск дизеля при низких температурах, являются подбор состава антифриза, топлива и предпусковой подогрев дизеля при температуре ниже  $-4^{\circ}\text{C}$ .

**Внимание!** Пуск дизеля допускается только после достаточного ра-

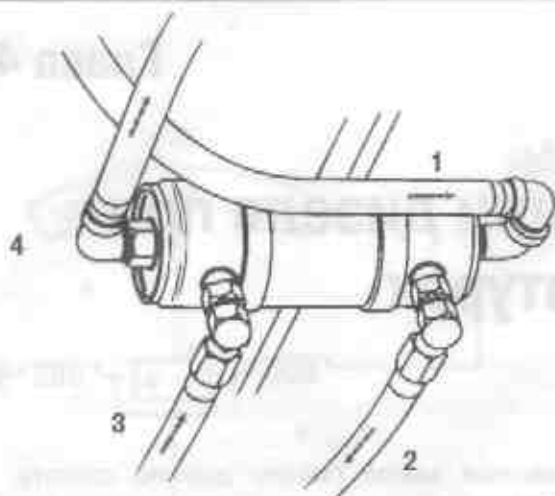
зжижения масла (масло должно стекать со шпуля).

Помимо общепринятых мер, принимаемых при эксплуатации дизеля при низких температурах (пользование топливом NT, введение в топливо добавок), применяются также и конструктивные меры. К ним относятся установка подогревателей охлаждающей жидкости, электро-



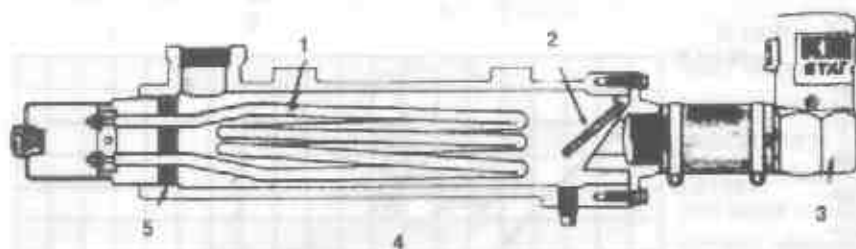
49.1 Зависимость точки замерзания антифриза от концентрации этиленгликоля

1. Точка замерзания
2. Объемная концентрация этиленгликоля



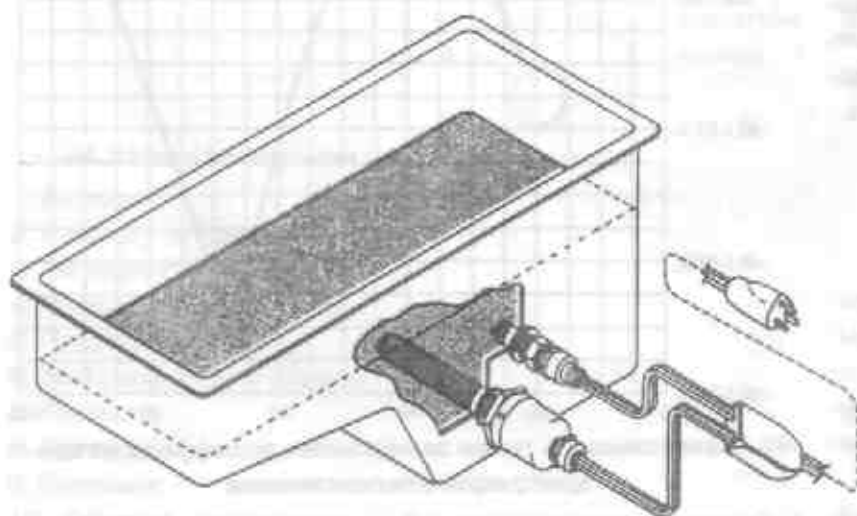
**49.2 Теплообменник для разогрева топлива циркулирующей охлаждающей жидкостью**

1. Вход жидкости
2. Выход топлива
3. Вход топлива
4. Выход жидкости



**49.3 Подогреватель охлаждающей жидкости циркуляционного типа**

1. Медный электронагреватель с малой удельной теплоотдачей
2. Золотник, обеспечивающий принудительное поступление жидкости в двигатель
3. Проточный термостат
4. Заменяемые детали: нагреватель, золотник, бак
5. Литой алюминиевый кожух



**49.6 Подогреватель масла в поддоне дизеля**



**49.4 Подогреватель охлаждающей жидкости погружного типа**

1. Вворачивается вместо пробки заливной горловины радиатора 1(3/4)

лита батареи, впускного воздуховода, установка запальных свечей, автоматических регуляторов жалюзи радиатора, использование специальных жидкостей и маловязких масел, теплоизоляция масляного поддона и шлангов радиатора отопителя салона.

### Подогреватели охлаждающей жидкости

На дизелях устанавливаются подогреватели двух типов – с циркуляционного и погружного. Циркуляционный подогреватель устанавливается снаружи дизеля, жидкость подогревается электрическим подогревателем и прокачивается через систему охлаждения дизеля. Подогреватели такого типа обеспечивают быстрый прогрев дизеля, однако значительная часть тепла расходуется от подводящих патрубков.

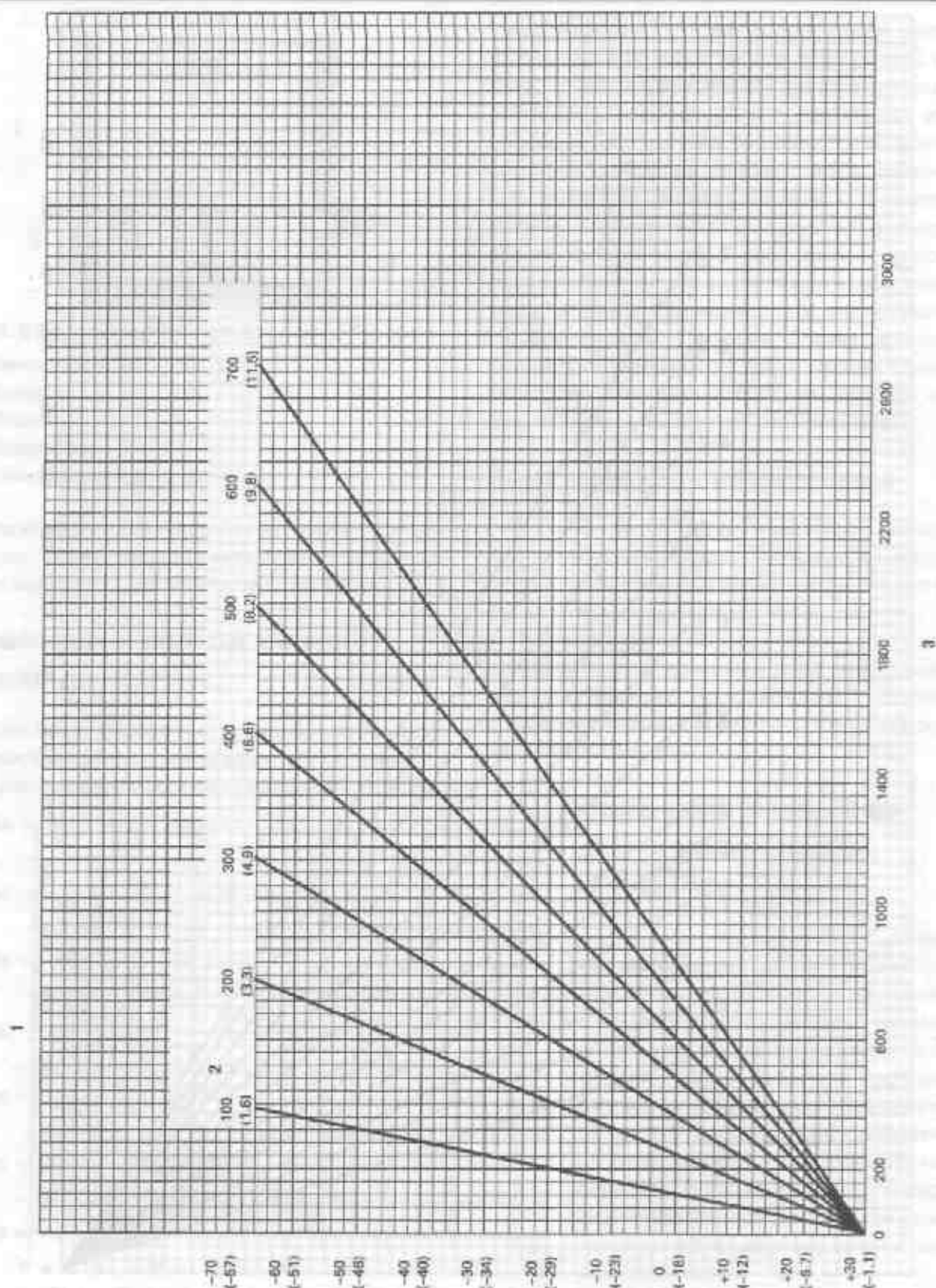
Погружные электрические подогреватели вставляются в заливную горловину радиатора.

### Подогреватели масла

На дизелях устанавливаются электрические подогреватели масла, которые монтируются в поддоне. На части подогревателей масла предусмотрены термостаты.

### Подогреватели электролита батареи

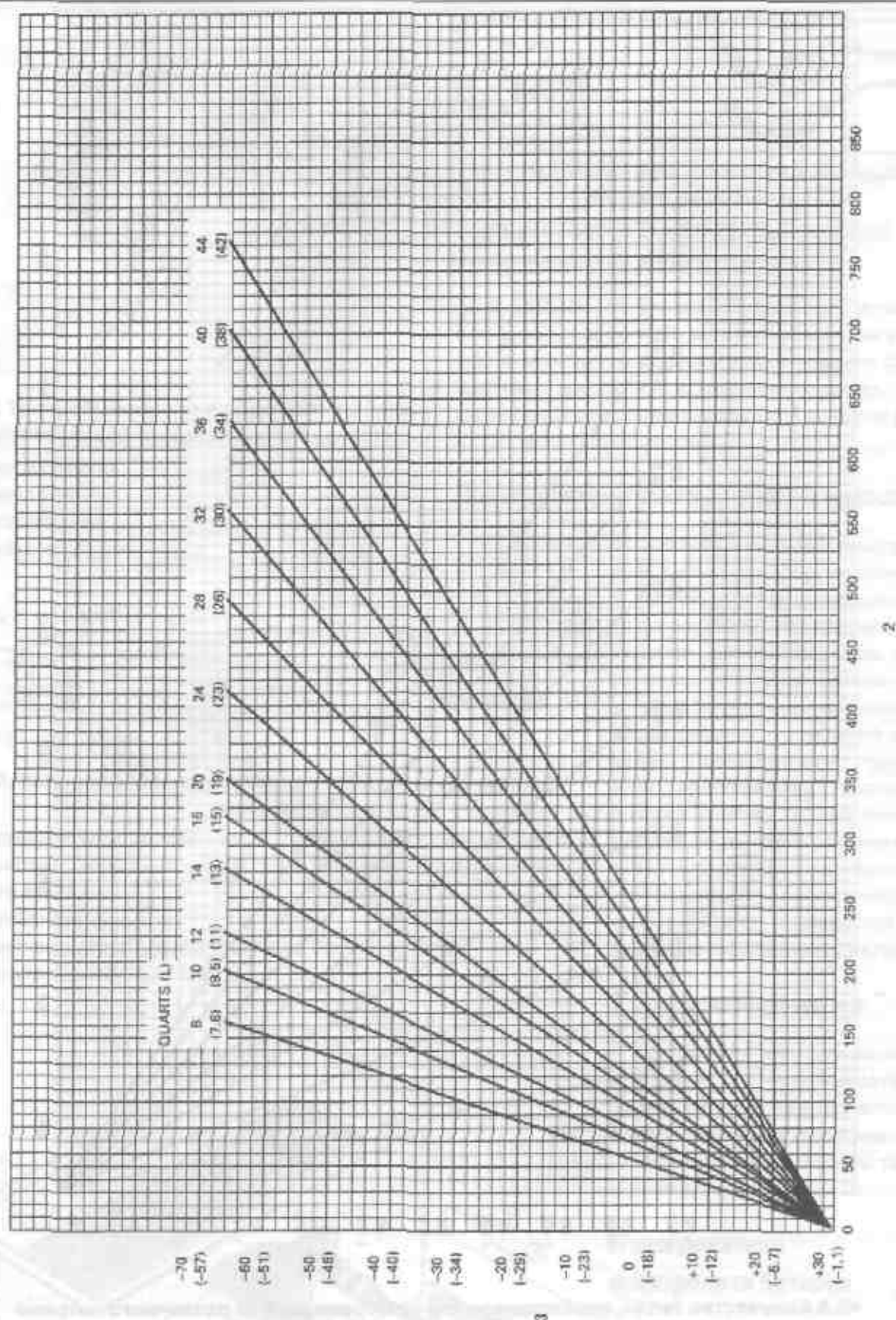
При низкой температуре батарея теряет емкость, а мощность, требуемая для пуска дизеля, возрастает. С целью поддержания пусковых качеств



#### 49.5 Количество тепла, необходимое для разогрева дизеля различного литража

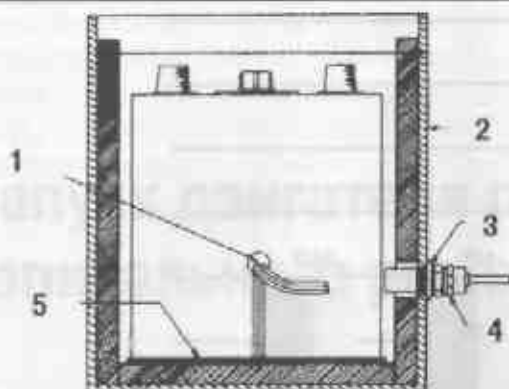
1. Мощность, требуемая для повышения температуры дизеля на  $1,1^\circ\text{C}$  для однорядных дизелей (Вт)
2. Объем цилиндров (в скобках – в л)
3. Ватт
4. Температура окружающей среды





#### 49.7 Мощность, требуемая для разогрева объема масла в дизеле

1. Мощность, требуемая для повышения температуры масла в поддоне на 1°C
2. Ватт
3. Температура окружающей среды



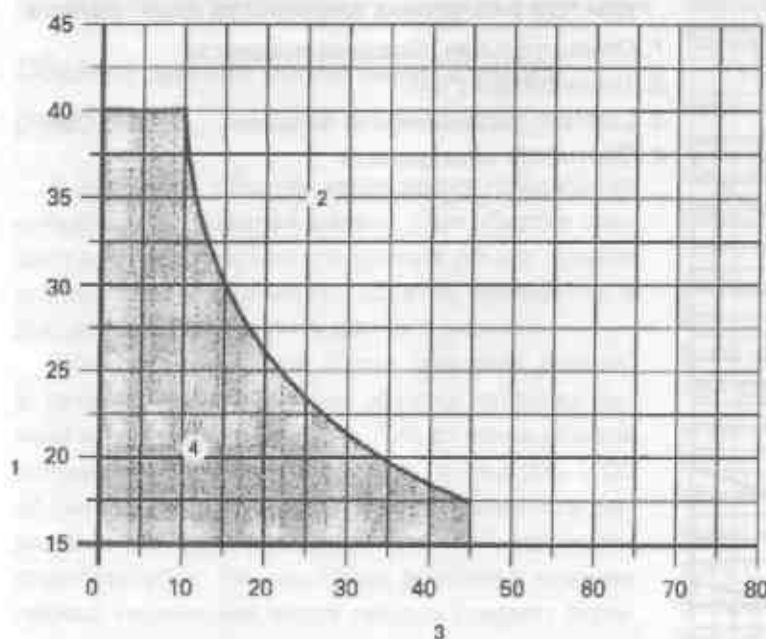
**49.8 Подогреватель электролита батареи**

1. Вентиляционное отверстие
2. Кожух
3. Фланец
4. Термостат
5. Пленочный подогреватель

батарей применяется электрический подогреватель. Обычно подогреватель батареи включается вместе с подогревателем двигателя.

### Применение жидкостей для пуска дизеля

Для пуска дизеля при пониженных температурах применяется эфир, жидкость, которая легко воспламеняется и при низкой температуре.



**49.10 Диаграмма применения эфира для пуска дизеля**

1. Температура дизеля (°F)
2. Применения жидкости не требуется
3. Длительность запуска, сек (обороты коленвала не менее 100 об/мин)
4. Требуется применение жидкости

Типовая система с применением эфира состоит из баллона с эфиром, распределительного клапана, трубок и распылителя, установленного на впускном коллекторе. При пуске дизеля эфир небольшими порциями распыляется водителем вручную. Крайне не рекомендуется использовать для пуска дизеля баллончик с аэрозолем, который впрыскивается в воздушный фильтр во время проворачивания коленвала стартером. При избыточном введении эфира может возникнуть "эфирная блокировка", т.е. заклинивание, которое приводит к поломке поршневой группы. Перед использованием эфиром следует сначала раскрутить коленвал стартером. Вводить следует лишь небольшое количество эфира.

### Применение синтетических масел

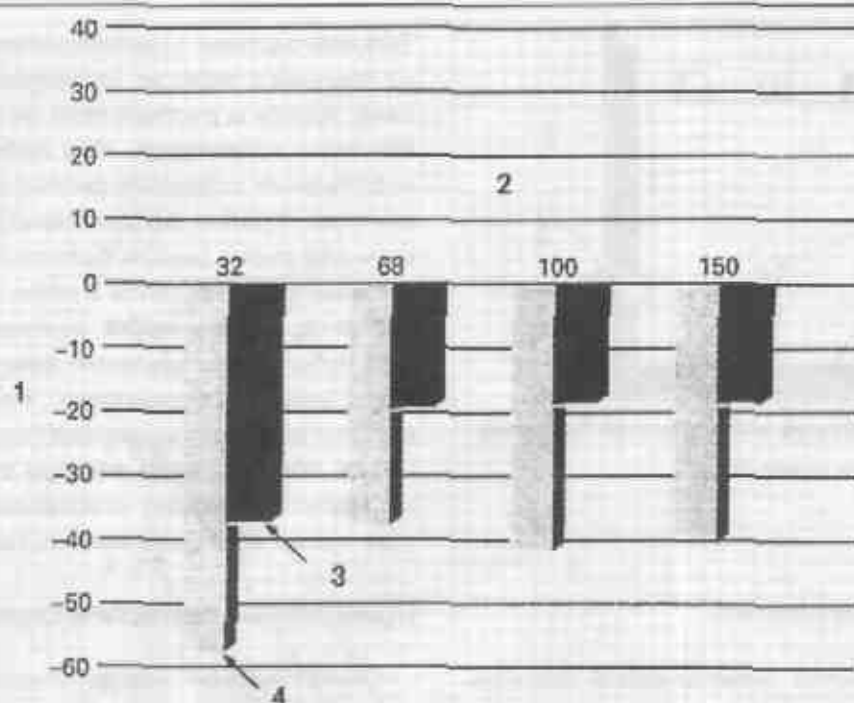
Синтетическое масло сохраняет текучесть при низких температурах, поэтому его целесообразно заливать в двигатель, который будет часто запускаться при холодной погоде.

Пуск холодного двигателя является основной причиной износа двигателя даже при нормальных температурах. По сравнению с обычным минеральным маслом вязкость синтетического масла несколько меньше.

### Особенности эксплуатации дизеля при повышенной температуре

Для уменьшения износа дизеля, обусловленного эксплуатацией при повышенной температуре применяются следующие меры: усиление обдува радиатора, применение синтетических масел, введение добавок в охлаждающую жидкость. Применение синтетических масел целесообразнее из-за их стойкости к изменению температуры. При повышении температуры вязкость масла снижается незначительно по сравнению с минеральным. Добавки к

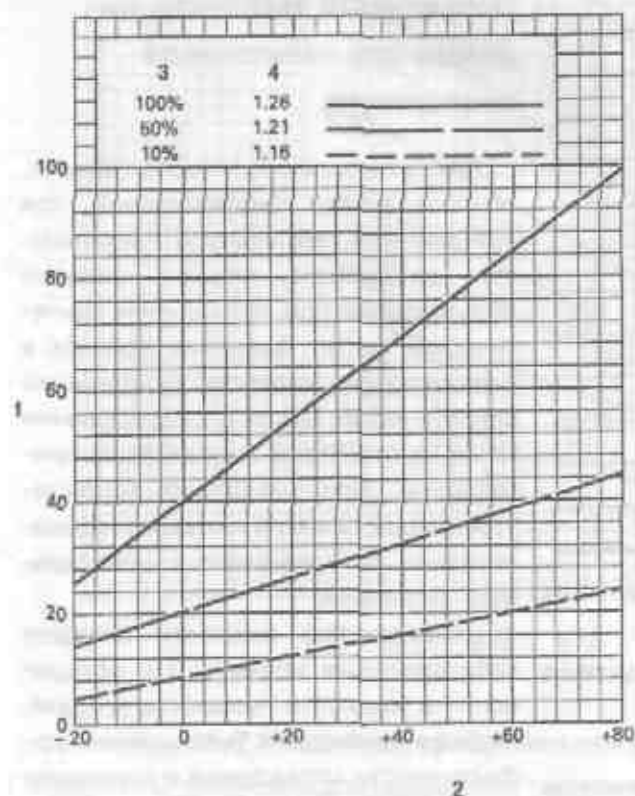
охлаждающей жидкости снижают кавитационные эффекты, т.е. образование в жидкости пузырьков воздуха, которое приводит к уменьшению эффективности охлаждения и снижению производительности насоса.



**49.11 Сравнение температуры застывания минерального и синтетического масла**

1. Температура застывания (°C)
2. Коэффициент вязкости масла по ISO
3. Минеральное масло
4. Синтетическое масло

**49.14 Зависимость относительной полезной мощности, развиваемой батареей от температуры при различных плотностях электролита**



1. Относительная полезная мощность
2. Температура (°F)
3. Степень заряженности батареи
4. Плотность электролита



## Глава 50

## Запуск двигателя после капитального ремонта

Перед первым запуском дизеля после ремонта следует выполнить все регулировки. Следует отрегулировать момент впрыска топлива, зазоры в механизме привода клапанов и центробежный регулятор. Проверните коленвал на два оборота и убедитесь в том, что ощущаются моменты повышения компрессии в цилиндрах (прохождения поршнями ВМТ). Проверьте уровни масла и охлаждающей жидкости. Заполните топливом подводящие магистрали (или удалите из них воздух).

Запустите двигатель и в течение 5 мин следите за его работой, наблюдая за утечками жидкостей, проверьте давление масла. Спустя 5 мин остановите двигатель и более тщательно проверьте наличие подтеканий. Удалите воздух из системы охлаждения.

### Обкатка дизеля после капитального ремонта

В процессе обкатки происходит приработка сопряженных деталей дизеля. При обкатке следует придерживаться следующих общих правил (конкретные указания по обкатке приведены в руководстве по ремонту данного дизеля).

Обкатка начинается после прогрева дизеля. В течение первых 3 часов обкатки нагрузка дизеля не должна превышать 75% от номинальной мощности, обороты не должны превышать 1000 об/мин. Спустя 3 часа проверьте дымность выхлопа и зазоры в клапанах, при необходимости отрегулируйте. На некоторых дизелях в течение первых нескольких часов работы следует отрегулировать топливную систему и момент впрыска топлива, или подтянуть болты головки цилиндров.

### Как нельзя ремонтировать дизель

Самое плохое, что может нерадивый ремонтник сотворить с дизельным иномарки, – подойти к ним по меркам "КамАЗа" (имеется в виду автомобиль). Довольно часто нам приходится исправлять последствия работ "знакомых по гаражу", "соседа", "механика с автобазы", "тракториста" (!). Не сомневаясь в их квалификации как ремонтников отечественных дизельных двигателей, напомним все же поговорку про свой устав и чужой монастырь. Для грамотного обслуживания и тем более ремонта современного легкого дизеля нужны знания, опыт, простое оборудование (вот почему, в частности, расценки "в гаражах" и "на фирме" столь сильно различаются – так ведь и результаты часто противоположные).

Возьмем, например, довольно распространенные даже у нас дизели "Фольксваген" рабочим объемом 1,6 л. Простейшая, казалось бы, операция – замена зубчатого ремня привода распредвала – имеет здесь свои особенности. Проверить совпадение меток и надеть новый ремень недостаточно. У дизеля, как вы помните, степень сжатия много больше, чем у бензинового двигателя (сравните  $\epsilon=21$  и  $\epsilon=9$ ). То есть при равном примерно рабочем объеме камера сгорания дизельного мотора значительно меньше. Поршень подходит к головке блока, к закрытым клапанам вплотную; все это сказано к тому, что относительное положение коленчатого и распределительного валов должно быть выбрано очень точно. Чуть больше, чем допустимо, угловое смещение распредвала грозит встречей поршня с клапаном. Так вот, в дизеле "Фольксваген" можно немного изменять положение зубчатого колеса привода относительно самого распредвала (их соединение – конусное). Естественно, для соблюдения точности

подобной регулировки нужно пользоваться специальными приспособлениями, как то: плиткой 2065А, стержнем 2064, устройством VW210. Если эти обозначения вам ничего не говорят, лучше доверьте замену зубчатого ремня специалистам.

Тем же зубчатым ремнем приводится и топливный насос высокого давления (ТНВД); иногда у него свой ремень ("Ауди", "Вольво"). Его натяжение надо контролировать приспособлением типа часового индикатора – согласитесь, не в каждом гараже есть такое.

В утешение добавим, что зубчатые ремни весьма крепки и чаще всего служат оговоренный фирмой-изготовителем срок (обычно 60-70 тыс. км).

Еще одна ошибка, которую из желания сэкономить часто совершают владельцы дизельных иномарок, – они соглашаются на замену оригинальных изношенных деталей новыми, но "со стороны". Большие всего не везет тому же "Фольксвагену": у него диаметр цилиндров равен "жигулевскому", что провоцирует ремонтников использовать запчасти ВАЗа – поршни, кольца, ремонтные гильзы. А делать это ни в коем случае нельзя. В дизельном двигателе детали работают в несколько других условиях, нежели в бензиновых, испытывают большие нагрузки. Соответственно и сделаны они из иного материала, по оригинальной технологии. Как правило, дизели, "капитально" отремонтированные с использованием чужих деталей, если не заклинивают сразу, работают 8-10 тыс. км. После этого дает себя знать сильнейший износ цилиндро-поршневой группы, и мотор отказывает – теперь уже, возможно, навеки. Ведь после варварской расточки цилиндров фирменную ремонтную гильзу поставить зачастую не удается.

Иногда хозяин иномарки решает обойтись малой кровью: "Упала компрессия – замену кольца, ведь "Жигулям" это всегда помогало". Увы, не все так просто. Поршневые кольца ВАЗ, даже идеально совпадающие по размерам с "родными", дизелю не подойдут – опять же скажутся жесткие условия работы. Дизельные кольца – специальные, с молибденовым покрытием; "чужие" быстро изнасятся и толку от них не будет.

Вообще замена только колец редко дает хороший результат – компрессия ненадолго приходит в норму и снижается вновь. Дизелю нужен полноценный ремонт с ревизией и заменой

всех износившихся деталей – поршней, цилиндров, колец. Пусть это вас не огорчает – ведь и средний срок службы до капремонта у дизельных моторов велик, если, конечно, в их судьбу не вмешается неприятная неожиданность в виде дрянного масла, воды в топливе и т.д.

Пожалуй, самая сложная и дорогая система дизельного двигателя – топливная аппаратура. И тем не менее дилетанты охотно берутся за ее ремонт.

Довольно распространенная неисправность – выход из строя распылителя форсунки (говорят – "форсунка льет"). Замена распылителя не так проста, как может показаться. Во-первых, нужно уметь выбрать нужную деталь. В магазине вам могут предложить "опелевский распылитель", не подозревая, что таковых на самом деле несколько и отличить их можно только по маркировке. Поэтому, прежде чем покупать запчасть, надо выяснить ее обозначение – по каталогу, по ремонтной литературе. Кроме того, после замены распылителя надо обязательно контролировать и почти всегда регулировать давление срабатывания форсунки. Для этого требуется специальный стенд, который похож на "КАМАЗовский" только по принципу работы, но не по точности, а значит, эффективности.

Самостоятельно можно снимать и ставить форсунки – хотя и здесь есть свои тонкости, о которых забывают (или вовсе не подозревают). Почти наверняка придется искать новый шланг обратного слива топлива (во многих иномарках он "одноразовый"). И главное, необходимо непременно менять теплоизолирующие шайбы под распылителями. Поставите старые (или самодельные) – распылитель перегреется и дни его будут сочтены.

ТНВД самому лучше не трогать и не давать лезть в него самодеятельным мастерам. Разобрать насос "на коленке" в принципе возможно, но собрать, совершенно не сбив регулировочные параметры, – никак. Чтобы наладить работу этого устройства, нужен опыт и, опять-таки, специальное оборудование.

В заключение – пару слов об агрегатах турбонаддува. Техника эта тонкая, ремонту поддается с трудом. Но все же найти специалистов можно. Некоторые пытаются заглушить неисправную турбину, уверенные, что при этом лишь мощность мотора снизится, да и то по сравнению с паспортной, а не реальной (с неисправным наддувом). Однако эта операция нежелательна. Она сопряжена со значительными пере-

делками системы смазки – придется глушить подвод и отвод масла. Кроме того, потребуют корректировки некоторые параметры ТНВД. Не просто подобрать регулировки, обеспечивающие приемлемую работу мотора, ставшего обычным, "атмосферным".

### Загрязнения двигателя

Во время работы двигатель и все его системы постепенно загрязняются даже при правильной эксплуатации и использовании качественных топливно-смазочных материалов, не говоря уже о некачественных. Как избавиться от этих наслоений?

Для удаления смолистых, лаковых и прочих отложений, нагаров нужны специальные растворители. Такие препараты изучаются и используются уже более 70 лет. В состав растворителей и очистителей могут входить нефтепродукты (керосин, маловязкое масло, дизельное топливо, легкий бензин), ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол, нафталин, смесь коксохимического производства), спирты (метанол, этанол, некоторые высшие спирты), хлорпродукты (хлорнафталин, хлордифенилоксид, четыреххлорный углерод, хлорбензол, дихлорэтан и др.), скипидар, этилацетат, ацетон. Иногда добавляют нафтенат свинца, стеарат алюминия, некоторые растительные и животные масла и жиры, уксусную кислоту или ее ангидрид, аммиачные соединения и др. Состав различных растворителей и очистителей неодинаков. Подавляющее большинство из них имеет сильные растворяющие свойства и, к сожалению, действуют не только на отложения, но и на полимеры. Кроме того, они отличаются высокой токсичностью и коррозионностью. Поэтому нужно тщательно выбирать такие продукты, пользуясь советами специалистов.

Большинство растворителей и очистителей предназначены для отдельных агрегатов, систем, узлов или деталей и эффективны лишь при соблюдении соответствующей технологии их использования. Поэтому проводить очистку ими следует, либо отделяя эти агрегаты или детали, либо в определенной последовательности. Сначала очищают топливную систему, потом – масляную, поскольку продукты очистки

топливной системы могут попадать в масло. Правда, некоторые фирмы предлагают очистку двигателя проводить одновременно, используя новейшие растворители.

После быстрой (5-10 мин.) очистки топливной и масляной системы на СТО для поддержания чистоты двигателя, предотвращения накопления различных осадков можно использовать специальные "долгодействующие" растворители, которые периодически добавляют в топливо и масло. Такие растворители предназначены для смолистых веществ и не растворяют лаки, нагары. Для поддержания двигателя в чистоте следует чаще, чем определено в техническом паспорте по обслуживанию автомобилей, заменять масло. Это особенно важно. Время работы синтетического и минерального масел одинаково. При использовании синтетического масла двигатель, как правило, загрязняется меньше.

Теперь относительно некоторых присадок к маслам, которые, как уверяет реклама, "уменьшают износ двигателя, повышая мощность и экономичность". Речь идет об антиизносных присадках и добавках (модификаторах трения и металлоплакирующих добавках). Суть их действия состоит в том, что они проникают в микротрещины, формируя на поверхности металла пленку, защищающую от износа. При механическом износе увеличиваются зазоры, падает давление в масляной системе, уменьшается компрессия в цилиндрах, растут расходы топлива и моторного масла.

"Целительные" свойства смазочных материалов, в состав которых введены высокодиспергированные добавки, известны довольно давно. Ввод металлических добавок в моторные масла действительно может повышать компрессию в цилиндрах и давление в масляной системе за счет уменьшения зазоров, вследствие чего понижаются расходы топлива и масла на выгорание. Модификатор трения, к которому принадлежит, например, дисульфид молибдена, одновременно несколько уменьшает коэффициент трения.

Антиизносные присадки и добавки к маслам для изношенных двигателей можно использовать, но выбирать их нужно внимательно, чтобы не повредить двигателю. Не забывайте, что шумная реклама делается для того, чтобы продать товар, несмотря на его качество.

## Часть 6

# Все о поиске и устранении неисправностей

|  |     |
|--|-----|
| 51. Поиск и устранение неисправностей . . . . .                    | 335 |
| 52. Неисправности дизельных двигателей (советы механика) . . . . . | 346 |
| 53. Основные неисправности дизелей легковых автомобилей . . . . .  | 361 |
| 54. Основные неисправности дизелей внедорожников . . . . .         | 365 |
| 55. Полезные советы для владельцев дизельного автомобиля . . . . . | 370 |



## Глава 51

## Поиск и устранение неисправностей

## Отказ пуска двигателя

Это один из наиболее характерных отказов дизеля. Наиболее распространенными причинами отказа пуска дизеля являются низкая скорость вращения коленвала стартером, или очень низкая температура окружающего воздуха. Независимо от присутствия этих факторов следует проверить исправность электрооборудования. При очень низкой температуре следует заправлять топливо N1 и масло с достаточно малой вязкостью. Остальные менее распространенные причины отказа пуска рассматриваются ниже.

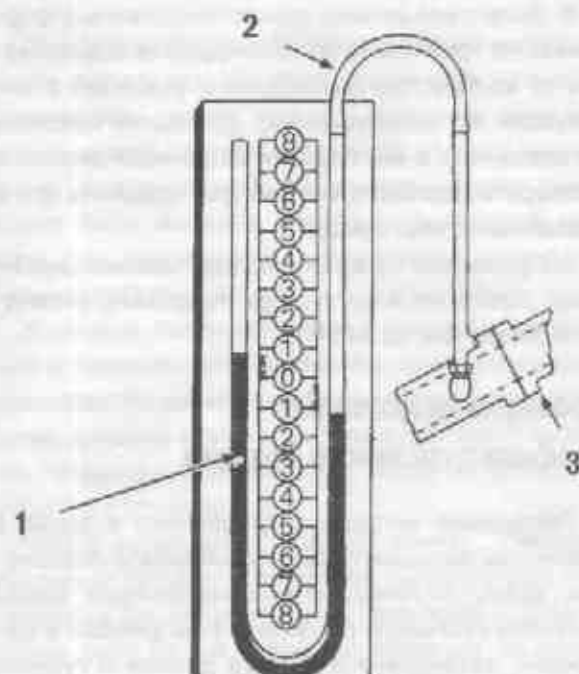
## Засорение воздушного фильтра и снижение компрессии в цилиндрах

Если засорен воздушный фильтр, или компрессия в цилиндрах недостаточная из-за поломки поршневых или закоксовывания колец, износа гильз или неисправности турбокомпрессора, нарушения регулировки или прогорания клапанов, то обнаруживаются следующие признаки ненормальной работы дизеля:

1. Частый отказ при пуске.
2. Падение мощности дизеля.
3. Дизель плохо прогревается, температура жидкости ниже нормы.
4. Повышенная густота дыма из выхлопной трубы.
5. Повышение расхода масла.

Быстрое закоксовывание колец и обильное отложение нагара в камере сгорания может быть вызвано разбавлением масла топливом. В этом случае дизель испытывает повышенные вибрации, наблюдается его явно неустойчивая работа.

Чтобы проверить чистоту фильтра, присоедините в любое отверстие впускного коллектора водяной (или ртутный) U-образный манометр (на дизелях с турбонаддувом подключите манометр к впускному патрубку компрессора).



51.1 Присоединение водяного манометра в виде U-образной трубки

1. Ртутный манометр
2. Отрезок шланга
3. Впускной коллектор, или воздуховод

На оборотах быстрого холостого хода показание ртутного манометра не должны превышать 5,08 см (водяного – 69 см, т.е. давление разрежения должно быть не более 0,670 кПа).

Для проверки турбокомпрессора манометр подключается на его выходе, к впускному коллектору. Давление сравнивается со значением, указанным в технических данных дизеля для определенных оборотов (или нагрузки).

Для проверки состояния поршневых колец следует проверить компрессию в цилиндрах. На части дизелей рекомендуется предварительно проверить давление внутрикартерных газов, подключив манометр к патрубку, соединенному с внутрикартерным пространством (место

подключения указывается в руководстве по эксплуатации дизеля). Для проверки компрессии:

1. Прогрейте дизель
2. Снимите форсунку с проверяемого цилиндра.
3. Тщательно очистите отверстие под форсунку.
4. Продуйте цилиндр, провернув коленвал стартером на несколько оборотов.
5. Заверните в отверстие под форсунку манометр на новой прокладке.
6. Запустите дизель при установленных форсунках на трех или пяти цилиндрах (в зависимости от количества цилиндров и указаний в инструкции по эксплуатации). Доведите обороты до указанных в инструкции на данный дизель и проверьте давление манометра, сравните его с указанным в инструкции.

Проверьте компрессию в остальных цилиндрах. Давление в цилиндрах не должно отличаться более чем на 345 кПа.

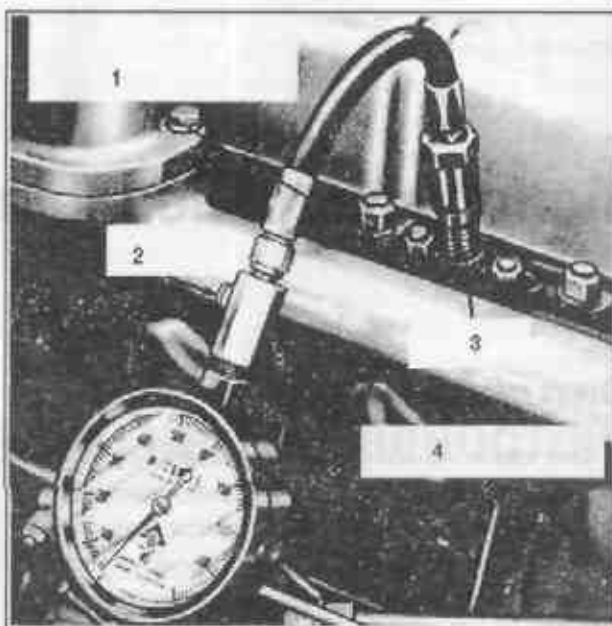
### Проверка подсоса не профильтрованного воздуха

Попадание непрофильтрованного воздуха в цилиндры вызывает усиленный износ поршневых колец и гильз. Износ поршневых колец является причиной снижения компрессии в цилиндре, затрудненного пуска дизеля и густого дыма из выхлопной трубы. (На дизелях с турбонаддувом подсос воздуха в цилиндры проявляется отчетливее).

При попадании воздуха в пространство между фильтром и турбокомпрессором на рабочем колесе обнаруживаются признаки усиленного износа и загрязнения. Если воздух поступает в пространство за компрессором, то должен прослушиваться шипящий звук. Место течи определяется методом распыления эфира (см. Гл.25).

### Повышенное противодавление выхлопным газам

При недостаточном отводе выхлопных газов дизель начнет перегреваться, так как значительная часть энергии от сгорания топлива не удаляется. Из-за недостаточной продувки мощность дизеля падает, плотность дыма из выхлопной трубы повышается, на холостом ходу дизель начинает работать с перебоями. Масло



51.2 Проверка компрессии в цилиндре дизеля

1. Переходник
2. Вентиляционный клапан
3. Головка переходника
4. Манометр

сильно загрязняется, а на днищах поршней и головках клапанов интенсивно откладывается нагар.

Чтобы установить причину недостаточного отвода выхлопных газов (большого противодавления) в отверстие выпускного коллектора надо установить ртутный манометр измерить противодавление. Если это давление в пределах нормы, то проверьте зазоры в клапанах или установку фаз газораспределения.

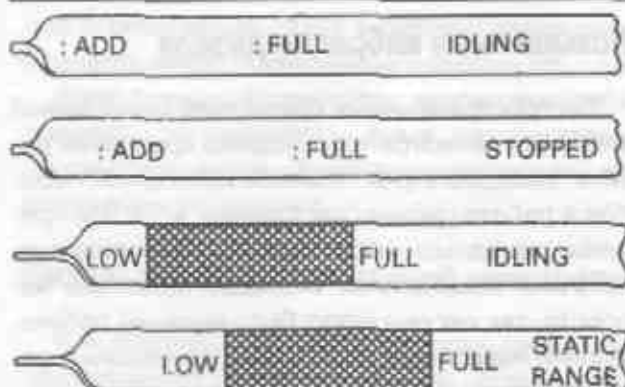
### Большой расход масла

Если после обкатки дизеля расход масла не уменьшается, и утечки масла снаружи не наблюдаются, то можно обнаружить, что масло быстро загрязняется, дизель быстро прогревается, а дым из выхлопной трубы приобретает голубоватый оттенок.

Проверьте уровень масла по щупу маслоуказателя, а также соответствие меток на щупе реальному уровню масла.

Проверьте давление масла. Если давление выше нормы из-за неисправности редукционного клапана, то избыток масла выплескивается на стенки цилиндра и не может быть удалено поршневыми кольцами. Масло попадает камеру сгорания. Масло сгорает также при заправке





51.3 Положение меток на щупе разных маслоуказателей может заметно отличаться

дизеля некачественным маслом, или маслом несоответствующей вязкости.

Проверьте состояние сапуна (если предусмотрен), так как в случае его засорения давление масла в картере повышается и оно выдавливается из под прокладок и даже проходит через поршневые кольца. Рекомендуется также проверить компрессию в цилиндрах, так как если кольца повреждены и пропускают масло, то компрессия будет низкой.

Если указанные проверки не дают результата, то двигатель следует разобрать и проверить состояние деталей газораспределительного механизма, — направляющих втулок клапанов, валиков коромысел, поршневых колец и гильз (цилиндров), а также состояние подшипников коленвала и распредвала.

### Низкое давление масла по указателю давления на панели приборов

В случае падения давления масла немедленно остановите двигатель и проверьте уровень масла и его состояние, так как масло может быть сильно разбавлено топливом. Проверьте давление масла образцовым манометром. Если показания указателя верны, то проверьте состояние масляного фильтра, масляного насоса и редукционного клапана.

### Разжижение масла в поддоне дизеля

#### Попадание дизельного топлива

При разжижении масла дизельным топливом цилиндры начинают работать с перебоями, дизель начинает работать неустойчиво, возрастает плотность дыма из выхлопной трубы и па-

дает давление масла. Перебои в работе цилиндра могут быть вызваны залипанием клапана форсунки, нарушением герметичности прилегания клапана форсунки к седлу, нарушением конуса распыляемого топлива, недостаточной компрессией.

Установите неисправную форсунку, проверьте компрессию в цилиндрах и состояние сальника насоса перекачки топлива.

### Конденсация охлаждающей жидкости

При обильном попадании охлаждающей жидкости масло приобретает молочный оттенок. Прежде чем делать вывод о причинах попадания жидкости следует убедиться, что оно не вызвано конденсацией. Обильная конденсация может быть вызвана длительной работой дизеля при пониженной температуре, или длительной работой дизеля на холостом ходу.

Жидкость также попадает в масло из-за трещин в головке или блоке цилиндров (трещины развиваются из-за переохлаждения или перегрева дизеля) или из-за повреждения прокладки головки цилиндра или нижнего уплотнительного кольца гильзы.

Чтобы установить причину утечек, снимите масляный поддон и очистите внутреннюю поверхность блока цилиндров. Положите под двигатель лист белой бумаги и оставьте на ночь. Положение пятен на бумаге укажет место подтекания жидкости внутри блока цилиндров.

Если этим способом обнаружить источник течи не удастся, то снимите насос охлаждающей жидкости и отсоедините от радиатора шланги, отверстия надежно заглушите. Присоедините к блоку цилиндров источник низкого давления (баллон газа с редуктором) и залейте в систему охлаждения концентрированный раствор антифриза. Запустите дизель (предварительно установив все снятые детали) и прогрейте до 82°C. Открыв редуктор, доведите давление в системе охлаждения до 276 кПа. Слейте масло и снимите поддон. Далее снова проверьте наличие течи с помощью листа белой бумаги.

### Стуки и шумы дизеля

Установление источника повышенных шумов или стуков при работе дизеля может представить определенные трудности. Однако, если налицо признаки ненормальной работы (перебои

в работе цилиндров, неустойчивая работа дизеля, повышенная дымность), то источник повышенного шума определить проще. Заправка низкокачественным топливом является наиболее очевидной причиной появления стуков.

Труднее установить точную причину стука, вызванного поршнями, поломкой поршневых колец, поршневых пальцев или износом толкателей или подшипников коленвала. Также трудно установить источник шума в том случае, если в дизеле изношен или поврежден один из коренных или шатунных подшипников.

Чтобы определить источник шумов при переборах в работе цилиндров следует ослабить топливный штуцер высокого давления, или придержать клапан форсунки. Если изменения характера шума не произошло, то данный цилиндр работает без перебоев.

Ниже приводятся характерные стуки дизеля и их причины.

1. Ослабленный поршневой палец может издавать резкий металлический звук на низких оборотах, по мере прогрева дизеля этот стук исчезает.

2. Изношенные коренные подшипники издают глухой стук при разгоне автомобиля. Наоборот, изношенные шатунные подшипники являются источником глухих стуков при небольшой нагрузке дизеля, или на холостом ходу, с ростом нагрузки дизеля стуки от шатунных подшипников исчезают.

3. Поврежденный поршень издает более слабый звук по сравнению с изношенными шатунными подшипниками, по мере прогрева дизеля эти стуки исчезают.

4. При поломке поршневых колец, или площадок под кольца, прослушиваются щелкающие звуки на всех режимах работы дизеля.

Причинами сильного шума низкого тона (треск, грохот) являются повышенный зазор в зацеплении шестерен газораспределительного механизма, или ослабление посадки шестерен на валах. Шестерни с зазором ниже нормы издают воющий звук.

При обнаружении стуков целесообразно снять масляный фильтр и срезать его сердцевину. При обнаружении частиц алюминия, стали или хрома в фильтрующем элементе можно сделать вывод о вышедшей из строя детали.

## Повышенные вибрации дизеля

Распространенными причинами повышенной вибрации являются повреждение креплений дизеля, выход из строя гасителя колебаний, перебои в работе цилиндров. Однако, если эти причины, заведомо исключаются, то определить источник повышенных вибраций довольно непросто, так как они могут быть вызваны работающими навесными агрегатами, имеющими разные вес и скорости вращения, кроме того, сказывается износ собственных деталей этих агрегатов. Для точного определения причины вибрации потребуется специальное оборудование.

## Перегрев дизеля

При перегреве дизеля падает развиваемая им мощность, так как объемный расход воздуха уменьшается и воспламенение топлива происходит слишком рано. Перегрев дизеля сопровождается неустойчивой работой, сильной вибрацией и стуками. Плотность дыма из выхлопной трубы может возрасти.

Причинами перегрева могут быть неправильная регулировка или целый ряд неисправностей узлов и агрегатов дизеля. Чтобы установить причину перегрева выполните следующие проверки.

1. Проверьте состояние шлангов радиатора.
2. Проверьте состояние термостата.
3. Проверьте чистоту дизеля, наличие подтеканий.
4. Проверьте уровни масла и охлаждающей жидкости.
5. Проверьте состояние радиатора. При обнаружении засорения ржавчиной или накипью, промойте радиатор и систему охлаждения дизеля.
6. Проверьте состояние лопастей вентилятора. Проверьте состояние электромагнитной муфты включения вентилятора (если предусмотрено).
7. Проверьте состояние ремней привода и их натяжение.
8. Проверьте попадание отработавших газов в систему охлаждения, что бывает вызвано повреждением прокладки головки цилиндров. Снимите пробку радиатора и на холостом ходу проверьте наличие пузырьков в жидкости. Проверьте pH охлаждающей жидкости. При попада-

нии отработавших газов в систему охлаждения жидкость имеет повышенное значение pH.

Если причиной перегрева является система впрыска, то плотность дыма из выхлопной трубы повышается. Проверьте регулировку момента впрыска топлива.

### Дизель не развивает полной мощности

Как правило, падение мощности дизеля сопровождается отказами пуска, повышением плотности дыма из выхлопной трубы, повышением рабочей температуры, перебоями в работе цилиндров и неустойчивой работой. Система впрыска оказывается наиболее частой причиной падения мощности, однако, существует также много иных причин. Следует проверить чистоту впускных воздухопроводов, выпускного коллектора и выхлопной системы. Проверьте плотность дыма из выхлопной трубы, давление наддува, герметичность впускного коллектора, компрессию в цилиндрах и регулировку клапанов, установку фаз газораспределения. Причиной падения мощности могут быть также повреждение прокладки головки цилиндров и трещины в головке цилиндров.

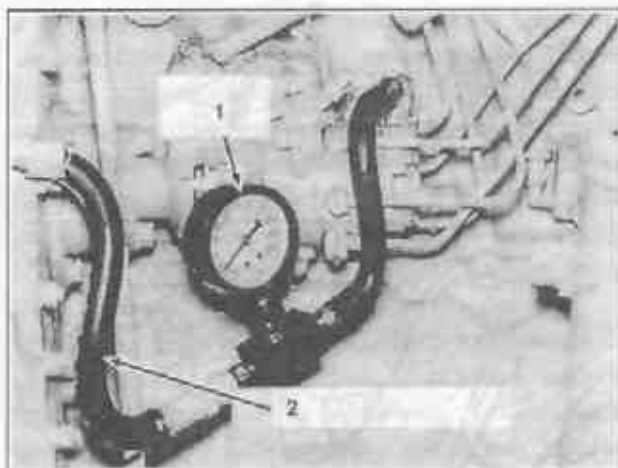
Если подозрение падает на систему впрыска, то выполните следующие проверки.

Проверьте наличие утечек топлива. Если утечки отсутствуют, то проверьте состояние топливных трубок и соединений, состояние топливных фильтров (особенно фильтра в баке). Проверьте также давление на входе и выходе насоса перекачки топлива. Разрежение на входе насоса не должно превышать 203 мм рт.ст.

Для проверки образования воздушных пробок в топливе рекомендуется установить смотровую стеклянную трубку непосредственно перед насосом перекачки. Если воздуха в топливе не обнаруживается, то установите трубку перед насосом впрыска.

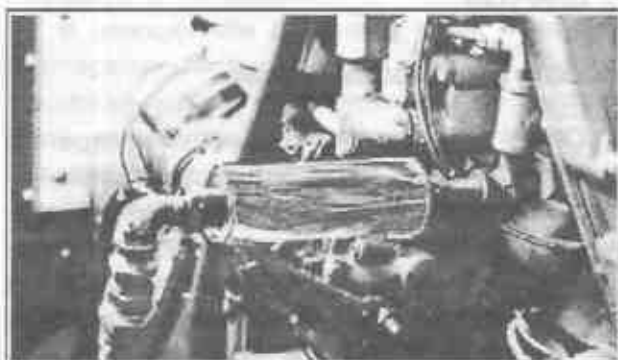
Если указанными способами не удастся установить причину падения мощности то проверьте установку момента впрыска и момент открывания форсунки. Проверьте состояние центробежного регулятора и ход топливной рейки, регулировку стопорной планки и торсионной пружины.

Если и эти меры не дадут результата, то проверьте давление открывания форсунок. Снимите форсунки и проверьте их на стенде.



51.5 Проверка разрежения на входе насоса перекачки топлива

1. Вакуумметр
2. От топливных фильтров



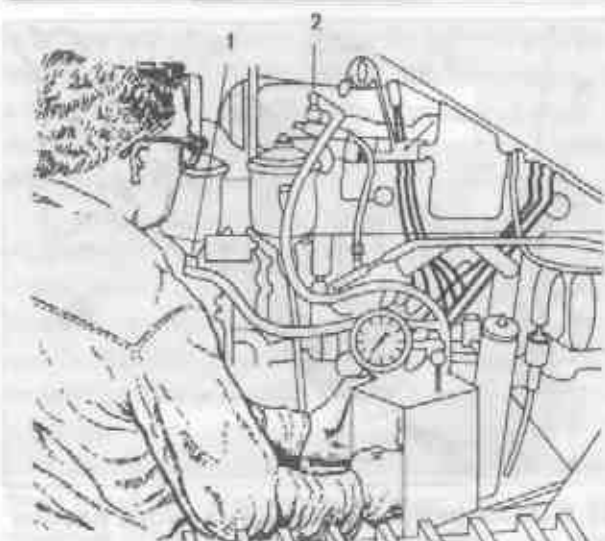
51.6 Проверка образования воздушных пробок в топливе с помощью смотровой трубки

### Проверка состояния дизеля по дымности выхлопных газов

По дымности выхлопных газов опытный механик может определить состояние дизеля и определить причину неисправности. Двигатель должен быть прогрет, а температура окружающего воздуха должна быть не ниже 21°C. В противном случае сгорает лишь часть топлива, так как возрастает период воспламенения смеси. Из-за этого из выхлопной трубы появляется дым серого или белого цвета.

По консистенции дымность отработавших газов можно разделить на три группы: копоть или холодный дым, цвет которого от серого до белого, горячий или плотный дым, плотность которого колеблется от 20 до 100%, и дым светлоголубого оттенка.





**51.7 Проверка давления открывания форсунок на стенде**

1. Топливопровод тестера форсунок  
2. Форсунка

### Копоть в выхлопных газах

Серый или белый цвет дыма от прогретого дизеля указывает на то, что сгорает лишь небольшая часть топлива. Это может быть обусловлено недостаточной компрессией из-за поломки поршневых колец, площадок поршней под кольца, утечка в клапанах или неправильной их регулировкой. Проверьте регулировку клапанов, компрессию в цилиндре и наличие следов прорыва газов в картер.

|                |     |     |     |     |      |
|----------------|-----|-----|-----|-----|------|
|                |     |     |     |     |      |
| Плотность дыма |     |     |     |     |      |
| 0%             | 20% | 40% | 60% | 80% | 100% |

**51.8 Шкала дымности отработавших газов дизеля**

Причинами копоти может быть утечка форсунок, неправильная регулировка форсунок (давление открывания слишком низкое), расширенное отверстие мундштука, низкое цетановое число топлива, или обильное попадание охлаждающей жидкости в камеру сгорания.

### Горячий или плотный дым

Горячий или плотный дым указывает на неполное сгорание топлива (сгорает большая часть). Причиной этого может быть недостаточное наполнение цилиндров воздухом, или чрезмерное

поступление топлива. Если дымность по шкале превышает 40%, то следует проверить систему забора воздуха (наличие в ней препятствий воздушному потоку) или выхлопную систему. Проверьте давление наддува (на дизелях с турбонаддувом), регулировку клапанов, компрессию в цилиндрах, состояние системы охлаждения и уровень масла и наличие следов прорыва газов в картер.

Если повышенная плотность дымности обусловлена чрезмерным поступлением топлива, то выполните следующие проверки.

1. Проверьте регулировку момента впрыска и регулировку форсунок.
2. Проверьте регулировку центробежного регулятора и топливной рейки.
3. Проверьте давление открывания и конус распыления форсунок. При низком давлении открывания или узком топливном конусе распыления топлива ухудшается, в результате чего повышается плотность дыма.

### Дым светло-голубого оттенка

Появление дыма сизого (светло-голубого) оттенка указывает на чрезмерное попадание масла в камеру сгорания. В этом случае в первую очередь следует проверить уровень масла и его качество. Вязкость масла должна соответствовать сезону эксплуатации. Маловязкое масло является причиной появления сизого дыма. Причиной попадания масла в камеру сгорания через поршневые кольца может быть также износ подшипников коленвала или повышенное давление масла.

Проверьте компрессию в цилиндрах и наличие прорыва отработавших газов в картер. Проверьте также состояние направляющих втулок клапанов и маслосъемных колпачков, так как из-за износа этих деталей возможно обильное попадание масла в камеру сгорания.

### Дополнительно

#### Много "ест", но тихо едет

Если двигатель плохо запускается, слабо тянет и много расходует топлива, — загвоздка может оказаться совсем не в том, о чем поначалу думаешь. Простая, казалось бы, ситуация с точки зрения определения первопричины является наиболее коварной. Многие храбро начи-

нают самостоятельный поиск, не понимая, что эти проявления могут быть следствием целого ряда причин – от элементарных до достаточно серьезных. Хорошо, если у вас автомобиль, в котором использованы простые и устаревшие технические решения – классические "Жигули", "Москвич" и "Волга", – можно смело обращаться к автомеханикам, имеющим опыт в области ремонта подобных автомобилей.

Но сменив машину на более современную, многие автолюбители продолжают обращаться к тем же мастерам. А им не хватает мужества признаться, что они не понимают сложных процессов в топливных системах и электронных схемах зажигания. Они смотрят искру на пробой, пробивая при этом транзисторы, изоляцию обмоток bobины, высоковольтных проводов, и "проторивая" токопроводящие дорожки на крышках и бегунках распределителя. Не решая проблему, такие механики загоняют "болезнь" внутрь. И в итоге владелец все равно идет к профессионально подготовленным инженерам. Но "лечение" машины уже значительно затруднено.

Специалисты нередко попадают в ситуацию, когда после долгой работы даже с помощью приборов ничего не удается понять. И лишь спустя время выясняется, что предыдущий "умник" *подкрутил жиклеры в карбюраторе или крутил все подряд в инжекторе, а в конце нарушил его герметичность или сжег датчик давления.*

Перечень возможных причин, приводящих к повышенному расходу топлива и снижению мощности весьма богат. Да и кроме них есть ряд нехарактерных, но часто встречающихся неполадок, таких как прогар поршня, попадание топлива в масло, выход из строя одного из датчиков температуры системы впрыска, выход из строя термостата, перепутывание вакуумных трубок, разрушение одной из прокладок карбюратора, поршневых колец или перегородок поршня.

Диагностику необходимо производить без разборки, так как в противном случае велик шанс лишь на время устранить следствие или даже дополнить существующую проблему новыми, иногда более сложными.

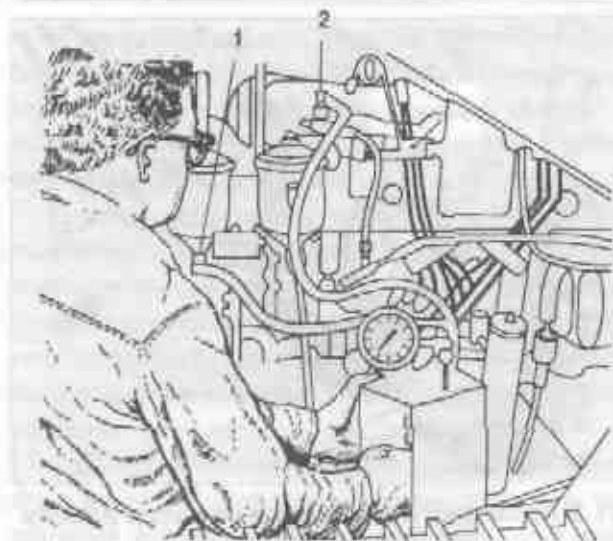
Например, причин, приводящих к снижению мощности искры, очень много. Если диагностика производится на многофункциональном мотор-тестере, на его экране сразу можно определить, какой имеется недостаток. Любым другим образом невозможно оценить соответствие формы искрообразовательного процесса той, при которой происходит полное сгорание топлива на различных режимах работы.

Распространена ситуация, когда, обнаружив в двигателе признаки ненормальной работы, автолюбитель едет к механику. Тот, замерив компрессию двигателя и обнаружив соответствие норме, начинает регулировать и карбюратор, и систему зажигания, добиваясь устойчивой работы. Иногда это удается. Двигатель исправно заводится, перестает глохнуть, но при этом тяга и расход топлива оставляют желать лучшего. В чем ошибка?

В изношенном двигателе часто появляется не герметичность сальников клапанов. Протекающее на поршни масло приводит к искусственной компенсации зазоров, возникших при износе поршней, колец и цилиндров. И при замере компрессии получаются ложные показания. Устранение же этой неполадки после "ремонта", сделанного механиком, значительно затруднено из-за необходимости восстановления первоначальных регулировок.

Весьма распространена и обратная ситуация, когда владельца неоправданно "ввергают" в капитальный ремонт, хотя достаточно было бы заменить те же сальники, что в 10 с лишним раз дешевле.

К сожалению, до сих пор на рынке техобслуживания автомобилей сохраняется примерно равное деление на станции, отвечающие современным требованиям по квалификации, техническому и культурному обслуживанию, и на осколки печально памятного советского автосервиса. Поэтому автовладельцам следует внимательно ознакомиться с техцентром, на яму которого они ставят свою машину. Причем не столько во стоимости услуг, сколько с тем, как, чем и в каких условиях будет диагностироваться и ремонтироваться автомобиль.



### 51.7 Проверка давления открывания форсунок на стенде

1. Топливопровод тестера форсунок
2. Форсунка

### Копоть в выхлопных газах

Серый или белый цвет дыма от прогретого дизеля указывает на то, что сгорает лишь небольшая часть топлива. Это может быть обусловлено недостаточной компрессией из-за поломки поршневых колец, площадок поршней под кольца, утечка в клапанах или неправильной их регулировкой. Проверьте регулировку клапанов, компрессию в цилиндре и наличие следов прорыва газов в картер.

|                |      |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|------|
| Плотность дыма |      |      |      |      |      |
| 0%             | 20 % | 40 % | 60 % | 80 % | 100% |

### 51.8 Шкала дымности отработавших газов дизеля

Причинами копоти может быть утечка форсунки, неправильная регулировка форсунок (давление открывания слишком низкое), расширенное отверстие мундштука, низкое цетановое число топлива, или обильное попадание охлаждающей жидкости в камеру сгорания.

### Горячий или плотный дым

Горячий или плотный дым указывает на неполное сгорание топлива (сгорает большая часть). Причиной этого может быть недостаточное наполнение цилиндров воздухом, или чрезмерное

поступление топлива. Если дымность по шкале превышает 40%, то следует проверить систему забора воздуха (наличие в ней препятствий воздушному потоку) или выхлопную систему. Проверьте давление наддува (на дизелях с турбонаддувом), регулировку клапанов, компрессию в цилиндрах, состояние системы охлаждения и уровень масла и наличие следов прорыва газов в картер.

Если повышенная плотность дымности обусловлена чрезмерным поступлением топлива, то выполните следующие проверки.

1. Проверьте регулировку момента впрыска и регулировку форсунок.
2. Проверьте регулировку центробежного регулятора и топливной рейки.
3. Проверьте давление открывания и конус распыления форсунок. При низком давлении открывания или узком топливном конусе распыления топлива ухудшается, в результате чего повышается плотность дыма.

### Дым светло-голубого оттенка

Появление дыма сизого (светло-голубого) оттенка указывает на чрезмерное попадание масла в камеру сгорания. В этом случае в первую очередь следует проверить уровень масла и его качество. Вязкость масла должна соответствовать сезону эксплуатации. Маловязкое масло является причиной появления сизого дыма. Причиной попадания масла в камеру сгорания через поршневые кольца может быть также износ подшипников коленвала или повышенное давление масла.

Проверьте компрессию в цилиндрах и наличие прорыва отработавших газов в картер. Проверьте также состояние направляющих втулок клапанов и маслосъемных колпачков, так как из-за износа этих деталей возможно обильное попадание масла в камеру сгорания.

### Дополнительно

#### Много "ест", но тихо едет

Если двигатель плохо запускается, слабо тянет и много расходует топлива, — загвоздка может оказаться совсем не в том, о чем поначалу думаешь. Простая, казалось бы, ситуация с точки зрения определения первопричины является наиболее коварной. Многие храбро начи-



нают самостоятельный поиск, не понимая, что эти проявления могут быть следствием целого ряда причин – от элементарных до достаточно серьезных. Хорошо, если у вас автомобиль, в котором использованы простые и устаревшие технические решения – классические "Жигули", "Москвич" и "Волга", – можно смело обращаться к автомеханикам, имеющим опыт в области ремонта подобных автомобилей.

Но сменив машину на более современную, многие автолюбители продолжают обращаться к тем же мастерам. А им не хватает мужества признаться, что они не понимают сложных процессов в топливных системах и электронных схемах зажигания. Они смотрят искру на пробой, пробивая при этом транзисторы, изоляцию обмоток бобины, высоковольтных проводов, и "проторивая" токопроводящие дорожки на крышках и бегунках распределителя. Не решая проблему, такие механики загоняют "болезнь" внутрь. И в итоге владелец все равно идет к профессионально подготовленным инженерам. Но "лечение" машины уже значительно затруднено.

Специалисты нередко попадают в ситуацию, когда после долгой работы даже с помощью приборов ничего не удается понять. И лишь спустя время выясняется, что предыдущий "умник" подкрутил жиклеры в карбюраторе или крутил все подряд в инжекторе, а в конце нарушил его герметичность или сжег датчик давления.

Перечень возможных причин, приводящих к повышенному расходу топлива и снижению мощности весьма богат. Да и кроме них есть ряд нехарактерных, но часто встречающихся неполадок, таких как прогар поршня, попадание топлива в масло, выход из строя одного из датчиков температуры системы впрыска, выход из строя термостата, перепутывание вакуумных трубок, разрушение одной из прокладок карбюратора, поршневых колец или перегородок поршня.

Диагностику необходимо производить без разборки, так как в противном случае велик шанс лишь на время устранить следствие или даже дополнить существующую проблему новыми, иногда более сложными.

Например, причин, приводящих к снижению мощности искры, очень много. Если диагностика производится на многофункциональном мотор-тестере, на его экране сразу можно определить, какой имеется недостаток. Любым другим образом невозможно оценить соответствие формы искрообразовательного процесса той, при которой происходит полное сгорание топлива на различных режимах работы.

Распространена ситуация, когда, обнаружив в двигателе признаки ненормальной работы, автолюбитель едет к механику. Тот, замерив компрессию двигателя и обнаружив соответствие норме, начинает регулировать и карбюратор, и систему зажигания, добиваясь устойчивой работы. Иногда это удается. Двигатель исправно заводится, перестает глохнуть, но при этом тяга и расход топлива оставляют желать лучшего. В чем ошибка?

В изношенном двигателе часто появляется не герметичность сальников клапанов. Протекающее на поршни масло приводит к искусственной компенсации зазоров, возникших при износе поршней, колец и цилиндров. И при замере компрессии получаются ложные показания. Устранение же этой неполадки после "ремонта", сделанного механиком, значительно затруднено из-за необходимости восстановления первоначальных регулировок.

Весьма распространена и обратная ситуация, когда владельца неоправданно "ввергают" в капитальный ремонт, хотя достаточно было бы заменить те же сальники, что в 10 с лишним раз дешевле.

К сожалению, до сих пор на рынке техобслуживания автомобилей сохраняется примерно равное деление на станции, отвечающие современным требованиям по квалификации, техническому и культурному обслуживанию, и на осколки печально памятного советского автосервиса. Поэтому автовладельцам следует внимательно ознакомиться с техцентром, на яму которого они ставят свою машину. Причем не столько со стоимостью услуг, сколько с тем, как, чем и в каких условиях будет диагностироваться и ремонтироваться автомобиль.

## Глава 52

## Неисправности дизельных двигателей (советы механика)

С тех пор как неисправности дизельных двигателей были описаны нами ранее, прошло немало времени, в течение которого было отремонтировано значительное количество дизельных автомобилей, что позволило выявить еще ряд их слабых мест. На основании этих данных и написана предлагаемая вашему вниманию глава.

### Дизельный двигатель плохо заводится

Прежде чем читать этот раздел, ответьте для себя на следующие вопросы: Двигатель заводится плохо "на горячую" или "на холодную"? В каком состоянии он заводится хуже? Держит ли он после запуска холостые обороты? Трясется при этом или нет? Слышны ли щелчки реле-включения нагрева свечей после включения зажигания? Какова длительность между первым, вторым и третьим щелчками? Это основные вопросы диагностики, но после ответа на них возникнут новые и новые. Чтобы правильно сформулировать вопросы и ответить на них, кроме знания матчасти, необходим и определенный опыт. Помочь вам в поиске правильных ответов на поставленные вопросы и призвана эта глава (как, впрочем, и вся книга).

Широко распространенная причина плохой заводки дизельного двигателя — плохая компрессия. В этом случае двигатель плохо заводится "на холодную" и чуть лучше "на горячую", причем заводится не резко, взрывом, а "вдогонку". Плохая компрессия, кроме плохой заводки двигателя, вызывает еще несколько неприятных явлений. Двигатель трясется, неровно работает из-за того, что снижение компрессии, вызванное износом двигателя, всегда неравномерно по цилиндрам. Двигатель дымит сизым дымом несгоревшего дизельного топлива, которое к тому же было плохо распылено. Двигатель весь

в потеках масла, поскольку снижение компрессии вследствие износа вызывает интенсивный прорыв сгоревших газов в картер. В результате в картере начинает повышаться давление, так как система вентиляции не рассчитана на слишком большой объем картерных газов, а это давление выдавит масло через любые прокладки и сальники. Есть еще и снижение мощности, и большой расход топлива, и повышенный шум и т.д. Со всем этим еще как-то можно мириться, но повышенный расход моторного масла. Мало того что накладно постоянно покупать и доливать масло, при большом его расходе еще и повышается вероятность того, что мотор может остаться без масла. Основная причина снижения компрессии — износ поршневой группы.

Сильнее всего изнашивается зеркало цилиндра, а поршневые кольца, как правило, вполне работоспособны, но уплотнить зазор цилиндр-поршень они не могут из-за сильного износа цилиндра. Иногда попадают в ремонт двигатели, у которых ступенька на зеркале цилиндра достигает 1 мм. Но за многие годы, ремонтируя бензиновые японские двигатели, мы ни разу не видели ступеньки на зеркале цилиндра в месте, где при движении поршня останавливается верхнее поршневое кольцо. А вскрыешь дизельный двигатель — эта ступенька обязательно есть. Вы скажете, у дизельных двигателей степень сжатия сильнее, нагрузки на все детали выше, вот и результат. Может быть, это и так, но ведь давление при сжатии в камере сгорания — ничто по сравнению с давлением в той же камере сгорания после вспышки топлива. Мы считаем, что сравнительно быстрый износ зеркала цилиндра в дизельных двигателях вызван содержанием серы в соляре. Эта сера вместе с водой, которая всегда есть во всасываемом воздухе, образует серную кислоту, под воздействием которой зеркало чугунного цилиндра начинает корроди-

ровать. Непрочные продукты коррозии снимаются поршневыми кольцами – вот и износ. Обычно двигатели с пробегом около 100 тыс. км, только что прибывшие из Японии, имеют очень маленькую ступеньку, а пробежит автомобиль у нас около 50 тыс. км – износ уже почти предельный. Исходя из этого мы и сделали вывод, что это напрямую связано с плохим топливом, вернее, с большим содержанием в нем серы.

При частичных разборках двигателя, например, при съеме головки блока цилиндров, износ гильзы можно увидеть и пощупать. И тогда возникает вопрос, можно ли при таком износе ездить? Мы на него отвечаем, проделав следующее. Берем поршневое кольцо этого двигателя и помещаем его в гильзу в самой верхней его части, где износа почти нет. Просто верхнее поршневое кольцо не доходило до этого места. Измеряем ширину зазора в кольце, после чего опускаем кольцо так, чтобы оно оказалось в месте наибольшего износа цилиндра. Снова измеряем зазор в кольце. Известно, что в рабочем дизельном двигателе зазор в замке кольца должен быть 0,15–1,00 мм. В некоторых моделях допускается даже 1,50 мм. Но это предел. Что же мы имеем? Допустим, сверху зазор был в норме – 0,40 мм. А в месте выработки он стал 2 мм, что превышает допустимые значения, и данный цилиндр надо растачивать. У вас нет требуемого компрессионного кольца? Тогда можно замерить диаметры сверху и снизу. После чего вычислите длину соответствующих окружностей ( $L=3,14 d$ ) и считайте цилиндр нормальным, если разница между полученными величинами будет менее 1 мм. Кроме того, можно измерить весь цилиндр по всей его длине в двух направлениях и сравнить полученные данные с техническими требованиями на ваш двигатель. Если этих данных у вас нет, то исходите из того, что физические процессы во всех дизелях одни и те же, а значит, и предельные зазоры должны быть примерно одинаковы.

Если двигатель плохо заводится, надо измерить компрессию, которая у полностью исправного двигателя составляет около 30 кг/см<sup>2</sup>. Замерять компрессию легче всего через свечные отверстия, хотя можно вывернуть и форсунки, и, если дизель исправен, компрессия получается выше 30 кг/см<sup>2</sup>, происходит вспышка (при условии, что форсунка хорошо распыляет). Например, мы замеряли компрессию сравнительно нового двигателя 2LT. Первый цилиндр, первый такт – 16 кг/см<sup>2</sup>, второй – 24 кг/см<sup>2</sup>, третий –

вспышка, компрессометр отбрасывает, а манометр с пределом 35 кг/см<sup>2</sup> зашкаливает. Вторым цилиндром – то же самое. А третий и четвертый ведут себя по-другому. На манометре третьего такта по 32 кг/см<sup>2</sup>, а вспышки нет. Снимаем форсунки, видим, что на первом и втором цилиндрах они «живые», а на третьем и четвертом откровенно «люют».

Дизельный двигатель вполне терпимо заводится при снижении компрессии до 24 кг/см<sup>2</sup>. Что происходит при снижении компрессии? Снижается температура сжатого воздуха, и, в конце концов, вспышки топлива не происходит. Если двигатель горячий, на улице жара, свечи накаливания исправны, двигатель может завестись и при 22 кг/см<sup>2</sup>. Когда же вы тянете его на буксире, пытаетесь завести с толкача, вы просто напросто увеличиваете частоту вращения коленчатого вала, воздух из-под поршней не успевает протекать через плохое уплотнение поршень – цилиндр, в результате повышается температура сжимаемого воздуха. Того же эффекта можно добиться, правда, с риском сжечь стартер, если подать на этот стартер не 12 вольт, как положено, а 24, т.е. соединив два аккумулятора последовательно. Известен способ повышения компрессии путем заливки масла в цилиндры дизельного двигателя. Делается это так: выворачиваются свечи накаливания, и в каждое отверстие заливается несколько столовых ложек масла (если чуть больше – не страшно). Потом на двигатель набрасывается тряпка, и включается стартер (проследите за тем, чтобы провод, подходящий к свечам накаливания, не был замкнут на корпус). За два-три оборота двигателя все лишнее масло будет выброшено наружу, и, после того как вы поставите на место свечи и запустите двигатель, не будет гидроклина, то есть не произойдет «утыкания» поршней.

Итак, если у вас компрессия меньше 24 кг/см<sup>2</sup>, двигатель нужно ремонтировать. Замена поршневых колец ничего не даст, надо восстанавливать гильзы. Специалисты на заводах обычно берутся за такую работу. Блок растачивают, впрессовывают новую гильзу и растачивают цилиндр под размер существующего поршня. Новую гильзу можно взять от какого-нибудь отечественного двигателя, а можно сделать и чугунную отливку. После такого ремонта, если вы к тому же выполните условия обкатки на протяжении не менее 10 000 км, у вас долго не будет проблем с заводкой автомобиля. Практи-



чески, у вас будет новый двигатель. Поршень (с шатуном) в расточенный цилиндр должен опускаться или под собственным весом, или от легкого толчка рукой – это надо проверить при сборке двигателя. В противном случае надо будет обкатывать автомобиль еще дольше. Вторая причина снижения компрессии – разрушение поршня. Самое любопытное, что предыстория этой поломки у всех была одинаковой. Водитель заправляет автомобиль плохим дизельным топливом, потом садится за руль и начинает обгонять всех подряд. Да, дизельный "Crown" может двигаться по шоссе со скоростью 180 км/час, но его топливный насос высокого давления (ТНВД) в этом случае работает на пределе возможного.

Плохое качество топлива еще больше повышает вероятность выхода двигателя из строя. Чаще всего первыми начинают нечетко работать напорные клапаны. В результате в камеры сгорания подается слишком бедная топливная смесь, т.к. часть топлива не отсекается напорным клапаном, а летит обратно под плунжер. К тому же условия смесеобразования в камерах сгорания на больших оборотах двигателя очень плохие, и это еще более усугубляет ситуацию.

**Внимание!** Корпусы, пружины и напорные клапаны при сборке можно менять местами как угодно. Только медные шайбы каждый раз надо использовать новые или отжигать старые: шайба нагревается газовой горелкой докрасна и, для того чтобы отлетела окалина, опускается в воду. После этого ее можно использовать. Сам

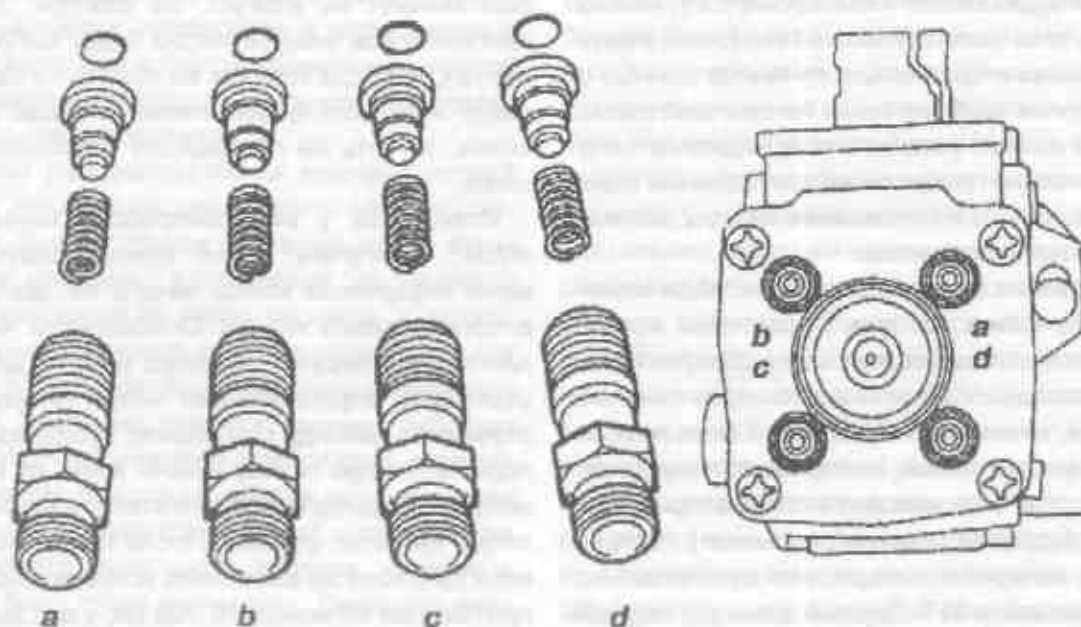
же клапан и его седло составляют плунжерную пару и разъединить их нельзя.

Если же ко всему этому добавить ограниченное поступление топлива из-за засорения топливных фильтров, нечеткую работу форсунок и низкое цетановое число нашей солярки, то становится непонятным, как вообще дизели все это терпят.

Плунжер в наклоненном примерно на 20° к олице протечки, как и чугунной части ТНВД, должен опускаться плавно. Заедания в этих узлах не встречались. Если плунжер "бухается" даже при наклоне 30 и более градусов, то, скорее всего, он сильно изношен. Двигатель после сборки насоса с таким плунжером не разовьет полной мощности и будет плохо заводиться "на горячую".

Если напорный клапан плохо работает на холостом ходу, то это сразу видно, во-первых, по тряске двигателя, во-вторых, по детонационным стукам в двигателе, в-третьих, по пене, которая лезет из-под отданной накидной гайки форсунки (а должно прыскать топливо). На рабочих оборотах все эти признаки надвигающейся беды незаметны. Вы продолжаете двигаться с большой частотой вращения двигателя, в какой-то цилиндр начинает поступать бедная смесь, его поршень начинает перегреваться, а детонация еще больше ухудшает ситуацию.

**Внимание!** Дефекты в этих узлах разные, но проверка одинаковая. Игла запорного клапана должна под собственным весом опуститься и седло, наклоненное примерно на 20°. Протекла-

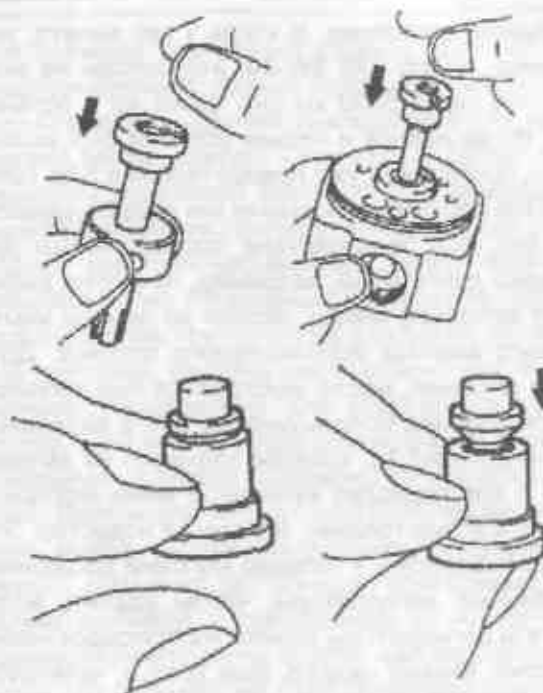


52.0 Напорные клапаны

йте это несколько раз, проворачивая при каждой проверке седло. Ни малейшего заедания не должно быть. В противном случае, если клапан не удастся промыть, его следует заменить. Все остальные проверки клапанов мы не делаем, так как на практике выяснено, что если клапан не заедает, то его цилиндр всегда работает без сбоев, без детонационных стуков, и из-под отданной накидной гайки форсунки пена не лезет.

Заканчивается же все одинаково: поршень разрушается. Компрессия резко снижается, цилиндр перестает работать, а двигатель начинает дымить несгоревшей соляркой. После чего автомобиль приходит в ремонт. При замере компрессии обычно во всех цилиндрах компрессия хорошая (а если и не очень хорошая, то одинаковая), а в одном на 10 или более килограммов меньше. Двигатель, конечно, заводится, но один цилиндр у него, как правило, не работает. Начинаешь расспрашивать, как все случилось, и выясняется одно и то же: сомнительная заправка, езда на больших оборотах и — резкое снижение тяги с белым выхлопом.

Третья причина снижения компрессии заключается в западании колец. Это встречалось в двух случаях: первый — плохое моторное масло и долгая стоянка автомобиля (более полугодя); второй — очень плохое моторное масло. Был такой случай. Приходит в ремонт "Nissan Largo LD-20-II", "только с парохода". Плохо заводится. Замеряем компрессию, получается 22-24 кг/см<sup>2</sup>. Сообщаем хозяину, что двигатель на последнем издыхании, и машина уходит. Через два дня хозяин звонит и говорит, что машина вообще перестала заводиться. Притаскивают ее, измеряем компрессию, а там 14-16 кг/см<sup>2</sup>. Это за два то дня такое снижение компрессии. Снимаем клапанную крышку, и выясняется следующая история бедного двигателя. Продавали в Японии машину с хорошим состоянием двигателя, а чтобы у покупателя вообще не возникало вопросов, продавец, не задумываясь, добавил моторного масла до верхней отметки щупа. Так уж получилось, что была залита "синтетика", а добавили ему минерального моторного масла и, судя по всему, немного. Смесь разных масел свернулась, и образовалось много шлаков, которые и заклинили поршневые кольца в их канавках. Все это происходило в течение трех недель не очень интенсивной эксплуатации, к тому же двигатель был очень хороший, и вкладыши его коленчатого вала выдержали, вернее,



52.1 Проверка напорных клапанов и плунжера

не успели разрушиться, и двигатель не застучал, но при ремонте их заменили на новые, потому что износ у них был больше допустимого. Опять же канавки под поршневые кольца были еще не разбиты, что способствовало залеганию колец с очень плохим маслом.

О западании масляных колец следует еще сказать следующее. З. иваст владелец на зиму в двигатель своего автомобиля всесезонное масло SAE 7,5W-30. Для зимнего Владивостока, в общем-то, вполне хороший выбор. Но наступают сильные холода (-20°C), и выясняется, что машина по утрам заводится очень плохо. Хотя простоит день под окном и на ветру — заводится хорошо, а за ночь, при той же температуре, двигатель приходит в нерабочее состояние. Мы взяли и замеры компрессию этому дизелю утром, прямо на стоянке. Оказалось по 10 кг/см<sup>2</sup>, что для запуска явно недостаточно. Когда же двигатель был все-таки заведен и прогрет, его компрессия была более 24 кг/см<sup>2</sup>, и он уверенно запускался. Скорость проворачивания стартером при замере компрессии в обоих случаях на слух была одинаковой. По-видимому, причина этого явления была в старом моторном масле или в его низком качестве. В любом случае, заявленные на упаковке 7,5W не обеспечивались. Все моторные масла при износе вырабатывают свои присадки, в том числе и присадки, которые обеспечивают низкую вязкость в

холодном состоянии. И когда у вас залито, например, масло SAE 5W-30, это совсем не значит, что через 5000 км оно таким же и останется. Из-за износа и плохих условий оно, может быть, постепенно уже превратилось в SAE 10W-30. Под плохими условиями мы подразумеваем вот что. Все пользователи промышленных дизельных двигателей, например, на флоте, выбирают моторное масло, исходя из данных химического анализа используемого топлива. Другими словами, масло выбирается под топливо. Какое топливо используется у нас в дизельных автомашинах? То, которое заливают на заправках. А как подходит купленное вами моторное масло к этому топливу, никому не известно. Это первое. Второе – в топливо мы сами добавляем различные дегидраторы, чтобы удалить воду. Как эти дегидраторы влияют на присадки – неизвестно. Можно назвать еще третье, четвертое – все это и будут "плохие условия". А в результате даже хорошее масло перестает соответствовать стандартам, указанным на упаковке, но происходит это постепенно. Поэтому может оказаться, что, залив SAE 7,5W-30, через 2000 км вы будете иметь в двигателе SAE 15W-30, и поршневые кольца при холодном запуске не смогут постоянно "играть" в своих канавках, обеспечивая устранение зазора поршень – цилиндр, особенно, если уже есть износ. Таким образом, мы имеем как бы западание колец, которое уходит с прогревом двигателя. А пока двигатель не прогреется, хорошей компрессии не будет.

Это три наиболее часто встречающиеся причины снижения компрессии. Конечно, были и другие причины снижения компрессии, такие как погнутый шатун в результате гидроклина (машина переезжала лужу), лопнувшая прокладка (месяц ребята ездили с пробитой прокладкой, доливая воду), разгерметизация клапана (вывалилось седло клапана), и почему-то все три раза это происходило с "Toyota 2L-T". Но в этих случаях обычно не говорят, что двигатель плохо заводится. Да, из-за низкой компрессии он заводится плохо, но причина визита в автомастерскую обычно указывается все-таки другая: выгоняет "Тосол", возникли стуки в двигателе и т.д.

Вторая распространенная причина отказа запуска – неисправности в системе управления свечами накаливания. Тут все проще. Надо вынуть все свечи, связать все проволокой и закрепить ее на массу. Обратите внимание на то,

чтобы при включении зажигания все свечи нагревались абсолютно одинаково. Если какая-нибудь свеча зажигания будет нагреваться не так, как другие, ее надо заменить. Дело в том, что в процессе нагрева меняется внутреннее сопротивление свечи, а его величина учитывается в блоке управления и влияет на время прогрева.

Если у вас двигатель укомплектован двойными свечами (у двигателя "Nissan LD20-II" на первом и втором цилиндрах установлены обычные свечи накаливания, а на третьем и четвертом цилиндрах установлены свечи с двумя плюсовыми выводами), то проверьте их идентичность, подав напряжение сначала на одну шину, а потом на другую. Свечи, вернее, гирлянда свечей, можно проверить на столе от отдельного аккумулятора. Итак, вы узнали, что свечи накаливания у вас нагреваются до одного и того же цвета, значит, они все исправны. Не бывает такого, чтобы все четыре (или шесть) свечей накаливания были одинаково плохими, всегда одна или две будут хуже остальных. А вот одинаково хорошими они могут быть. Теперь, чтобы узнать, исправна ли у вас система накала свечей, надо сделать ту же проверку, но на двигателе. Это немного сложнее, но возможно. Подсоедините все свечи накаливания к общей шине (или шинам, если их две), но так, чтобы они торчали вверх. Толстой проволокой сделайте каждой (1) свече массу и подсоедините провод (или провода) питания. После этого с помощью тряпок исключите возможность касания плюсовых выводов свечей и шины с корпусом двигателя. Затем один человек садится за руль, а второй смотрит на свечи и слушает, что из салона автомобиля будет кричать ему первый. Первый же включает зажигание и кричит: "Включил!" – после чего следит за лампой контроля свечей зажигания на щитке приборов. Когда та погаснет, он кричит: "Погасла!" – на этом его работа заканчивается, тогда как второй человек, более опытный (надеюсь, что это будете вы), следит за свечами и слушает. Если система исправна, произойдет следующее. После крика "Включил!" под капотом громко и одновременно щелкнут несколько реле, от кончиков свечей пойдет легкий дымок (если бы при установке свечей руки у вас были чистые, дыма бы не было), и свечи начнут греться. К тому времени, как раздастся крик "Погасла!", свечи должны быть вишневыми, продолжая при этом греться. И вот, когда они станут красными, разда-



стся щелчок реле, и питание 12 вольт со свечей снимется, т.е. прекратится ускоренный разогрев свечей. Но они останутся красными, поскольку на них еще подается пониженное напряжение около 5 вольт. Впрочем, у автомобилей некоторых фирм, например "Mitsubishi", вторая ступень накала включается только тогда, когда двигатель вращается от стартера или сам по себе, т.е. работает. Может пройти около минуты и более, пока пониженное напряжение со свечей снимется. Так всегда будет происходить, если свечи и система управления ими исправны. А что может быть, вернее, что чаще всего происходит, когда существуют проблемы? А происходит следующее. Радостное "включил!" – и тут же переключая: "Погасла!" – а под капотом: щелк – щелк. Это блок управления свечами накаливания (или таймер, или контроллер, или ECU и т.п.) включил свечи, включил контрольную лампу, и тут же решил, что хватит, и все выключил.

Причины следующие:

1. Свечи накаливания не соответствуют требованиям.

2. Неисправен датчик температуры двигателя (или двигатель горячий).

3. Неисправен таймер.

Чаще всего, конечно, проблемы со свечами. Рынок наводнен свечами накаливания для любых двигателей, но эти свечи, изготовленные в третьих странах, зачастую крайне низкого качества. Мало того что они изначально не совсем соответствуют требованиям по величине внутреннего сопротивления, еще и выходят из строя за срок, до неприличия короткий. Зато стоят такие свечи всего около 10 долларов, тогда как изготовленные в Японии двойные свечи стоят около 60 долларов и даже более.

При управлении свечами таймер, помимо прочего, по их сопротивлению учитывает и температуру свечей, и не допускает их нагрева выше 1000° С. При нагревании сопротивление свечей повышается, и потребляемый ток снижается. Но при перегорании одной свечи накаливания общее сопротивление всех свечей (с точки зрения таймера) также повышается. И две холодные свечи создают для таймера такую же нагрузку, как и четыре докрасна раскаленные свечи, и он решает, что их надо немедленно выключить. Естественно, таймер учитывает и температуру двигателя.

Дизельные двигатели содержат несколько датчиков температуры, поэтому найти датчик

для таймера достаточно сложно. Датчики бывают следующие: датчик температуры для приборного щитка, датчик температуры для автоматики блока "климат – контроль", датчик температуры включения вентиляторов охлаждения радиатора, датчик температуры для блока управления коробкой-автоматом, датчик температуры для блока управления двигателем (EFI дизель) и датчик температуры для блока управления свечами. Посоветовать можно вот что. У датчика температуры для приборного щитка всегда один вывод, и при снятии с него провода показания прибора изменяются, стрелка падает. Датчик для климат-контроля также имеет один вывод. Остальные датчики, как правило, имеют два вывода. Снимая поочередно разъемы датчиков и закорачивая их через контрольную лампочку на корпус или между собой (если два вывода), но тоже через лампочку или сопротивление около 200 Ом, можно выяснить, как ведут себя те или иные блоки, и узнать, где какой датчик. Очень часто выходит из строя датчик температуры таймера у дизелей фирмы "Mitsubishi". Он расположен на головке блока в передней левой ее части. У этого датчика два плоских вывода под углом 90°. Обычно при его поломке после запуска двигателя начинает громко щелкать реле управления вторичным накалом свечей. Щелканье прекращается, когда двигатель полностью прогреется. А снимешь разъем с датчика – щелканье прекращается.

В заключение хочется обратить ваше внимание на то, что, независимо от того, в каком состоянии двигатель (горячий или холодный), он не заведется (по крайней мере, как положено) до тех пор, пока свечи накаливания не будут красными. Поэтому, когда двигатель плохо заводится в горячем состоянии, тоже стоит проверить, нагреваются ли свечи.

В любом случае, если свечи накаливания отключаются раньше, чем нагреваются, а заменить их или заменить таймер (если он виноват) нет возможности, можно посоветовать вот что. Отключите провода управления от реле включения свечей и подсоедините свои провода, по которым с помощью отдельной кнопки можно подавать сигнал на включение реле, а значит, и включение нагрева свечей. Можно один провод подсоединить к корпусу автомобиля, а по другому кнопкой подавать только "плюс". Но если вы "дружите" с электричеством, то можно сделать еще хитрее. Для начала выясните, чем управляется реле: подачей от таймера "минуса"

(тогда "плюс" подается после включения зажигания) или наоборот. После этого, оставив все штатные провода на месте, подсоедините еще один провод с кнопкой в салоне. Теперь таймер штатно нагревает свечи (включает реле), но если при каких-то температурных условиях он их недостаточно прогреет (а это вы определите, когда, вынув свечи и "связав" их вместе, проверите, как они нагреваются за время выдержки от таймера), нажав на кнопку, вы сможете слегка увеличить время прогрева. Только не забудьте на всякий случай установить развязывающий диод, а то мало ли что может наделать напряжение от кнопки, принудительно подаваемое на выход таймера. Можно, конечно, подавать кнопкой "плюс" прямо на шину питания свечей, но для того, чтобы обеспечить большой ток для свечей накаливания, понадобятся толстые провода и мощная кнопка. И во всех случаях вы рискуете перегреть свечи накаливания, после чего они сгорят.

Еще у двигателей бывает такая проблема. В холодном состоянии он более-менее прилично заводится, а прогреется – все. Или не заводится, пока не остынет, или заводится, но с большим трудом. Иногда причина кроется просто в грязном стартере. Стартер надо перебрать, почистить, заменить, если надо, подшипники, смазать и снова собрать. Тогда он сможет сделать мощный рывок для запуска дизеля. Многие владельцы автомобилей на вопрос, как стартер их автомобиля крутит двигатель, отвечают: "Да нормально". И утром, в холодном состоянии, и в горячем. Но ведь "нормально" – это и 150 об/мин, и 200 об/мин. В первом случае двигатель вряд ли заведется, а во втором – заведется. На слух вполне нормально воспринимаются и 130 об/мин, а заведется ли при этом двигатель? Кроме того, стартер крутит Двигатель не равномерно, а рывками, а можно ли в момент рывка на слух оценить скорость вращения? Поэтому систему стартера всегда надо тщательно проверить, не доверяя оценке на слух.

Но встречаются причины и посложнее. При износе плунжерной пары в ТНВД холодное топливо еще как-то перекачивается плунжером, но чуть нагревшись, оно становится более жидким и уже не подается в требуемом объеме. Дело, вернее, износ, доходит до того, что минут через 10-15 после того, как владелец утром завел машину и проехал, она начинает снижать свою мощность. Через 30 минут, если не давить на педаль газа, она заглохнет и не заведется до

тех пор, пока не остынет. Продолжительность процесса зависит от того, как скоро двигатель прогреется, насколько на улице жарко, какую нагрузку дадут двигателю и насколько изношена плунжерная пара.

Взгляните на таблицу. Это данные для двигателей "Toyota" 2L и 3L. Если у вас другой объем двигателя, например, на 20% ниже, соответственно и значения всех объемов топлива будут ниже.

**Объем впрыскиваемого топлива для двигателей "Toyota" 2L и 3L**

| объем двигателя, см <sup>3</sup> | число оборотов ТНВД | объем впрыска см <sup>3</sup> |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------------|
|                                  | об/мин              | за 50 ходов                   |
| 2,4                              | 100                 | 2,6-3,8                       |
|                                  | 500                 | 2,3-2,6                       |
|                                  | 1200                | 2,6-2,7                       |
|                                  | 2100                | 2,2-2,5                       |
| 2,7                              | 100                 | 2,9-4,1                       |
|                                  | 500                 | 2,6-2,9                       |
|                                  | 1200                | 2,9-3,0                       |
|                                  | 2000                | 2,5-2,8                       |

Из таблицы видно, что самый большой объем впрыскиваемого топлива бывает при оборотах ТНВД, равных 100 об/мин. Двигатель при этом имеет 200 об/мин. Дело в том, что при этих оборотах еще не работает центробежный регулятор оборотов, и ТНВД выдает все, на что способен.

Итак, приходит машина с двигателем "Nissan LD-28". Холодная заводится, горячая – нет. Стоит около 3 часов, остынет – опять заводится. Но если ей во время заводки "на горячую" во впускной коллектор брызнуть из аэрозольного баллончика чего-нибудь, лишь бы горело, она тут же заводится. С чем будет баллончик, неважно: смазка WD-40, "Унисма", очиститель карбюратора, – лишь бы на нем было написано "Огнеопасно". Подсоединили тахометр, выяснили, что обороты проворачивания и холодного, и горячего двигателя одни и те же. Это и на слух было слышно. Снимаем все свечи накаливания и одну форсунку. Проверяем на стенде – работает. Отсечка, правда, плохая, льет немного, но в целом на три с плюсом работает. Отгибаем трубку подачи топлива снятой форсунки, навинчиваем форсунку и подставляем любую емкость. Потом один человек начинает кру-

тить двигатель стартером, а второй считает "пшики" отвернутой форсунки. Линию перелива при этой проверке не монтируем, поэтому топливо отсечки просто выливается наружу, но его очень мало. После 50 тактов прекращаем крутить двигатель и с помощью разового шприца на 2 мл измеряем количество перекачанного через форсунку топлива. У нас получилось около 0,8 мл. Дали час остыть двигателю, все повторили — получилось 1 мл. После этого подождали еще час, да еще сверху полили ТНВД холодной водой, получилось 1,2 мл. Судя по таблице, этого мало, но после сборки двигателя завелся (пока собирали, он еще немного остыл). Впрочем, в таблице данные только для насоса, без форсунки. С форсункой цифры были бы немного ниже (часть топлива уйдет в линию перелива, но это не более 20%). Вывод — надо менять ТНВД. Вернее, менять надо плунжерную пару, но ее отдельно никто не продает. Значит, надо искать любой ТНВД с шестицилиндрового двигателя типа VE, пусть слегка подманный, но с исправной плунжерной парой.

Еще случай из практики, на этот раз с двигателем "Toyota 2L-TE" автомобиля "Toyota Crown". Из названия видно, что это дизель EFI. Он в горячем состоянии заводился, но "вдогонку": секунд пять стартер вращает двигатель, вспышек нет, потом двигатель плавно-плавню увеличивает, увеличивает обороты, все больше и больше, а вы продолжаете держать стартер, и, наконец, двигатель подхватывает и запускается. На холодном двигателе все то же самое, только значительно дольше. Хозяин крутит двигатель целую минуту, он вроде бы работает, но стоит только отпустить ключ зажигания, тут же "умирает", хотя до этого почти заведся. Причина, как оказалось, была также в недостаточном объеме впрыска, но виноват был клапан управления. Вы, конечно, помните, как работает обычный ТНВД: плунжер сжимает топливо, и оно продавливается по двум каналам. Один канал в конце концов приходит к форсунке, а второй сбрасывает топливо обратно в ТНВД. Но сбрасывает через отверстие, которое перекрывается кольцом протечки. Нажимая на педаль газа, вы перемещаете это кольцо протечки, регулируя при этом объем впрыскиваемого в цилиндры топлива. Кроме того, перемещение кольца протечки зависит от положения грузиков центробежного регулятора оборотов, от давления внутри ТНВД, от положения диафрагмы механизма компенсации (в горах этот механизм

задавливает топливо, на равнине — нет, при работе турбонаддува он увеличивает подачу топлива). В электронном ТНВД всего этого нет, канал сброса топлива перекрывается мощным плунжерным электромагнитным клапаном. На этот клапан приходит электросигнал от блока управления (блока EFI, компьютера). Этот сигнал представляет собой сложную последовательность импульсов (подготовительных, запускающих, уравнивающих), частота которых зависит от оборотов двигателя и режима работы. Учитывается даже температура топлива в корпусе ТНВД. Небольшое подклинивание в результате износа в этом клапане и создало все проблемы. Довольно быстро (за два дня) удалось найти дефект, благодаря тому что в ремонт пришла другая машина, "Toyota Surf" с неисправной коробкой-автоматом, имеющая такой же дизель 2L-TE, но нормально работающий. Впоследствии проблема низкой мощности у таких машин решалась нами просто: им заменяли клапан, и двигатель работал нормально. Хозяин первой машины отметил, что после ремонта (замена ТНВД) автомобиль стал не только хорошо заводиться, но и возросла его мощность. В ходе ремонта выяснилось, что есть несколько модификаций электронных ТНВД, и клапаны на них имеют разную резьбу. Когда столкнулись мы с этим, то разобрали два ТНВД и из них собрали один исправный.

Еще несколько слов об электронном ТНВД. Снизу у него есть клапан, перепускающий давление топлива под поршнем управления опережения впрыска, сверху на крышке — считалка оборотов (бывает еще одна, спереди, возле вала ТНВД), сбоку есть два датчика, которые считают температуру и давление. Причем снятие разъемов с этих двух датчиков (они разного цвета и закреплены снаружи корпуса ТНВД) никаких заметных изменений в работе двигателя не вызывает. На более старых ТНВД может находиться клапан отсечки (глушилка), там же, где и у механических ТНВД, но только на боковой грани. На блоке двигателя есть датчик детонации, при снятии с него разъема сразу меняется момент впрыска, что видно по увеличению оборотов и лязгу во время работы дизеля. На части двигателей в головке, блока есть еще датчик вспышки, но с ним нам экспериментировать не приходилось.

Подведем итог вышесказанному: в чем же причины плохого запуска дизельных двигателей? Двигатель не заводится потому, что у него



не происходит вспышки топлива. Это может случиться или из-за недостаточной температуры в камере сгорания, или из-за того, что просто нечему гореть. А гореть нечему потому, что мал объем впрыска или топливо подается не вовремя, хотя и в требуемом объеме, так что в момент прохождения поршнем верхней мертвой точки в камере сгорания его нет. Например, при слишком позднем впрыске (топлива достаточно) он осуществляется тогда, когда поршень уже опускается и температура в камере сгорания упала.

Широко распространена и такая неисправность, как тяжелый запуск двигателя, мы называем ее "запуск адогонку". Двигатель вращается сначала без усилий, потом начинают появляться редкие вспышки, которые становятся все чаще и чаще, и наконец, двигатель подхватил и заработал. Первопричина этого в том, что в запуске двигателя участвуют только один или два цилиндра. В остальных цилиндрах при вращении двигателя стартером просто нет условий для вспышки топлива. Почему в одном цилиндре есть, а в другом нет? Топливо ведь вспыхнет только тогда, когда нагреется. Допустим, компрессия у "схватывающего" и "мертвого" цилиндров одинаковая, значит, температура в камере сгорания в конце такта сжатия тоже будет одинаковая, конечно, при условии, что и свечи накалывания нагреваются до одной и той же температуры. Но какая бы ни была температура в этой камере сгорания, вспышки не будет, пока не нагреется топливо. Когда оно в виде тумана, оно нагреется мгновенно, а если оно в виде капель? Так уж форсунка постаралась (даже идеальные форсунки, работая на нашем топливе, остаются идеальными лишь в течение нескольких часов). Наверное, вы наблюдали по утрам после заводки дизельного автомобиля клубы сизого дыма. Это и есть несгоревшие капельки дизельного топлива. Какой бы новой и фирменной форсунка ни была, превратить весь подаваемый объем топлива в однородный туман ей не удастся. Двигатель прогреется, температура в камерах сгорания "слегка" поднимется (на сотню градусов), капельки топлива успеют сгореть, автомобиль перестанет дымить. Если двигатель не изношенный, т.е. компрессия у него высокая, то и температура в камере сгорания будет высокой, гораздо выше температуры вспышки топлива; в этом случае капельки успеют прогреться и сгореть сразу после заводки двигателя. Если компрессия недостаточная,

но еще в пределах нормы, двигатель тоже может не дымить, но только когда полностью прогреется, т.е. когда недостаток температуры от сжатия слегка компенсируется повышением общей температуры. Кроме того, даже капли соляра могут вспыхнуть, если для этого будет достаточно времени, т.е. если будет ранний впрыск со всеми "прелестями" жесткой работы дизельного двигателя. Многие владельцы дизельных машин, устав наблюдать по утрам клубы дыма вокруг своей любимицы, слегка поворачивают ТНВД навстречу вращению и таким образом немного увеличивают опережение впрыска и снижают дымность двигателя. Чаще всего от этой операции двигателю становится жить только хуже, но нередки случаи, когда, повернув насос, владелец попадает в точку. Дело в том, что в процессе износа механизма привода ТНВД и самого насоса происходит постепенная разрегулировка момента впрыска топлива. И всегда эта разрегулировка идет в сторону запаздывания впрыска. Повернув ТНВД на более ранний впрыск, вы компенсируете существующий износ, и двигатель работает штатно. Но поворот ТНВД с целью оптимизации момента впрыска имеет столько же смысла, что и поворот трамблера для оптимизации угла опережения зажигания. А если в трамблере не работает вакуумный серводвигатель опережения зажигания или заклинил центробежный автомат? Поворотом трамблера вы улучшите работу двигателя, но неисправность останется и в каких-то режимах работы двигателя может проявиться не лучшим образом. То же можно сказать и о повороте ТНВД: если вы поворачиваете насос, потому что не работает как надо система опережения впрыска при определенных оборотах, а если на больших оборотах система опережения сработает, да еще належится поворот ТНВД, то в результате на этих оборотах у двигателя будет ранний впрыск. Вы этого можете не заметить из-за шума двигателя, и поршни вашего двигателя останутся "один на один" с детонацией. Выдержат ли они это и как долго выдержат — неизвестно.

У дизельных двигателей может быть еще и такой недостаток. Двигатель на холостом ходу работает ровно, нажимаешь на педаль газа — он продолжает ровно работать, и вдруг на каких-то оборотах появляется тряска. Из трубы вылетают клубы синего или сизого дыма, а потом добавили оборотов — все нормально, дыма и тряска нет. Возможна и тряска на холостых оборотах.

Причина этого до сих пор была одна: заедание механизма опережения впрыска. В ходе эксплуатации двигателя роликовое кольцо в ТНВД постоянно ерзает на одном и том же месте, регулируя опережение впрыска топлива, при этом появляется выработка на корпусе насоса, которая способствует подклиниванию. Второй вариант – выработка цилиндра поршня таймера-распределителя. Здесь нагрузки поменьше, но расположен весь механизм внизу, где постоянно скапливаются мусор и вода, которые и способствуют подклиниванию поршня. Мы рекомендуем ослабить крепление насоса ТНВД и немного его повернуть на более ранний впрыск, буквально на 2-3 градуса, и дефект исчезнет.

Следующая широко распространенная причина ремонта – черный выхлоп. Скорее всего, льют форсунки, и плохо перемешанное топливо не полностью сгорает. Лют – это когда после закрытия запорной иглы из распылителя еще льется топливо, полностью сбрасывая давление в форсунке. Каждый второй автомеханик скажет вам, что форсунки надо спрессовать, но прав он будет лишь отчасти. Спрессовать – это значит снять форсунку, установить ее на стенд и с помощью ручного насоса несколько десятков раз качнуть через нее топливо. Поскольку топливо прокачивается очень большими порциями, гораздо больше, чем при работе форсунки на двигателе, весь возможный мусор вымывается. Одновременно игла распылителя поднимается очень высоко (по сравнению со штатной работой) и с большой силой садится, прихлопывая посадочное место. Эта операция, так же как и полная разборка и чистка всей форсунки, помогает далеко не всегда. Сильно изношенному распылителю никакая чистка не поможет. Правда, иногда удается притереть плунжерную пару, вернее запорный пояс, с помощью притирочной пасты. Но времени на это уходит много, а стопроцентного положительного результата даже при очень аккуратной работе достигнуть не всегда удастся. К сожалению, и новые распылители в 50% случаев работают плохо. Исправная форсунка должна четко отсекаться. Это значит, что когда вы плавно, но интенсивно нажимаете на рычаг топливоподающего насоса, форсунка должна распылять облако солярки не непрерывно, а частыми порциями. При этом раздается звук, похожий на стрельбу из автомата с глушителем, только еще резче. Это один из главных показателей хорошей форсунки. Если отсечка есть, то форсунка

лить не будет, и облако у нее, как правило, симметричное.

Объем впрыскиваемого топлива зависит и от давления впрыска. У каждой форсунки любого двигателя эта величина определяется толщиной металлической регулировочной шайбы, расположенной над пружиной. Если ее сточить примерно на 0,08 мм, давление впрыска уменьшится на 10 кг. Давление впрыска новых форсунок примерно на 5-10 кг выше, чем бывших в эксплуатации, что связано со старением пружины. При замене распылителей на новые давление форсунок или не меняется, если оно было в норме, или повышается до нормального, если оно было занижено. Конечно, бывают исключения, что связано с отклонениями в технологическом процессе при изготовлении деталей форсунок. Некоторые значения давления впрыска японских дизельных двигателей приводятся в таблице.

| Давление впрыска дизельных двигателей |  |
|---------------------------------------|--|
| Двигатель                             | Давление впрыска новой форсунки /см <sup>2</sup> |
| 1C, 2C, 3C                            | 135 ~ 155  |
| 2L, 3L                                | 151 ~ 159  |
| 4D-55, 4D-56, 4D-65                   | 120 ~ 130  |
| 4F, R2                                | 130 ~ 140  |
| LD-20, LD-20II, LD-28, RD-28          | 135 ~ 143  |
| CD-17, CD-20                          | 130 ~ 138  |
| TD-27, TD-23, TD-42                   | 105 ~ 115  |

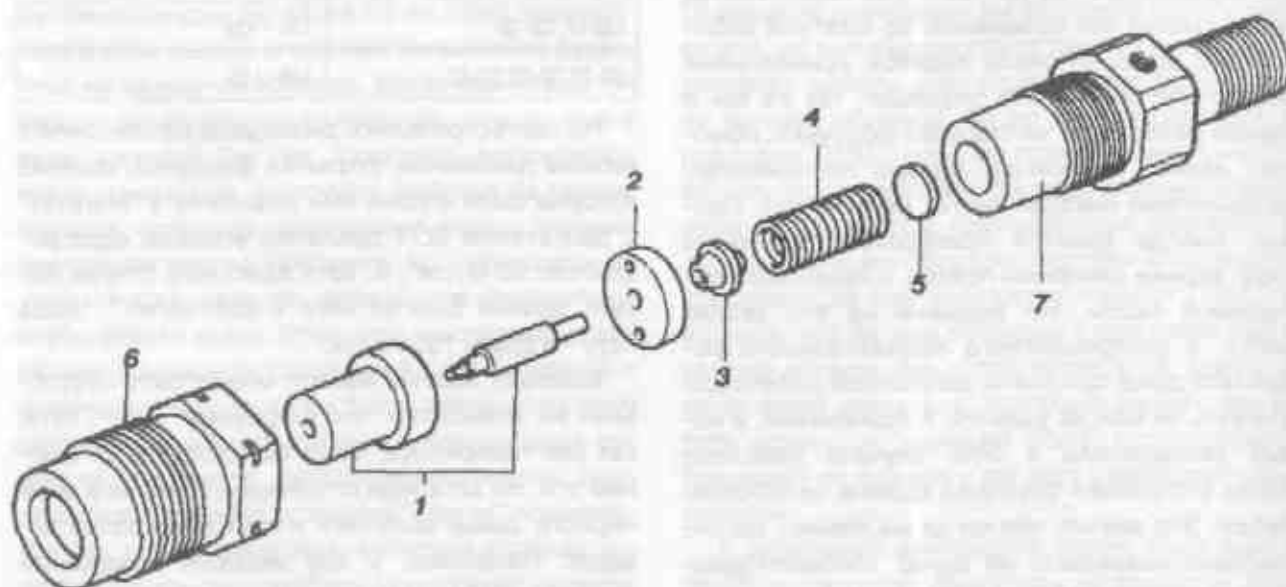
Но нам встречались дизельные автомобили с низким давлением открытия форсунки, хозяева которых были вполне ими довольны: у "Mark-11" с двигателем 2L-T давление впрыска едва достигало 90 кг/см<sup>2</sup>, и, хотя двигатель слегка дымил, хозяин был от него в восторге: "дашь газу – и сразу 160 км/час".

Конечно, черный выхлоп может быть обусловлен не только тем, что форсунки "льют", хотя, как уже говорилось, чаще всего случается именно это. Не до конца сгоревшее топливо в виде черного дыма вылетает и при недостатке воздуха. Например, у вас засорен воздушный фильтр (не такая уж редкая причина черного выхлопа) или плохо работает турбина. Да в конце концов, вы, может быть, подали в цилиндры столько топлива, что ему просто не хватает воздуха, чтобы сгореть. Например, нажали на газ, а двигатель еще не раскрутился и ему еще не

хватает воздуха. Воздух обладает некоторой инерцией, а ТНВД сразу подает топливо "на полную катушку", вот и появляется даже у новых дизелей при ускорении чернота в выхлопе. Другими словами, для того чтобы изменить обороты у дизелей, в первую очередь увеличивают или уменьшают подачу топлива, а воздуха сколько всосется, столько всосется. У бензиновых же двигателей, которые не дымят при ускорении, всасывается в первую очередь воздух, а потом, под этот воздух, карбюратором или инжектором подается топливо. При перегрузке дизельного двигателя, когда его обороты небольшие, топливо идет с максимальной подачей (вы ведь давите на газ), и эту подачу центробежный регулятор еще не ограничивает (обороты двигателя небольшие), также происходит переобогащение топливной смеси и, как следствие, черный выхлоп.

Способность дизельных двигателей дымить в некоторых режимах работы и необходимость защиты окружающей среды привели к появлению дизелей с дроссельными заслонками, датчиками их положения, различными системами возврата выхлопных газов (ERG) и, в конечном итоге, к появлению электронных ТНВД (дизели EFI, например, 2L-TE). С другой стороны, появление дыма в некоторых режимах работы у исправных двигателей (к дизелям EFI это не относится) позволяет определить, достаточна ли

пропускная способность топливной системы. Например, засорение топливного фильтра не дает возможности ТНВД подать большое количество топлива в первую очередь при перегрузке или ускорении, и черного дыма не будет. Но не будет и мощности у двигателя. Существует прямая зависимость: нет черного дыма при резком трогании с места – нет и мощности. И скорее всего, из-за того, что засорились фильтры, очищающие топливо. Следует, однако, заметить, что эффект засоренного топливного фильтра: отсутствие в некоторых режимах черного выхлопа; снижение мощности двигателя, причем при холодном топливе, утром, снижение мощности более значительно, чем при теплом топливе, днем, – вызывает также подсос воздуха в топливную систему. В любом месте до ТНВД через различные не плотности может происходить подсос воздуха. И заметной течи топлива не будет видно, так как там разрежение везде и все время. Работает двигатель – разрежение от питающего насоса, стоит – разрежение оттого, что топливный бак находится ниже любого элемента топливной системы и все в него стекает. Чаще всего подсос воздуха происходит через не плотности крепления фильтра тонкой очистки, через завальцовку ручного топливоподкачивающего насоса и, реже, через дырки от коррозии в металлическом топливопроводе. Место подсоса воздуха видно по тому,



### 52.2 Составные части форсунки

- 1 – плунжерная пара;
- 2 – ограничительная шайба;
- 3 – направляющая пружины;
- 4 – пружина;

- 5 – регулировочная шайба;
- 6 – нижняя часть корпуса;
- 7 – верхняя часть корпуса. Изменение толщины шайбы на

0,1 мм изменяет давление впрыска примерно на 8 кг.



что оно чуть-чуть "потевет", но не более. Когда воздух попадает в ТНВД в небольших количествах, ничего страшного не происходит, он тут же в виде пены выгоняется через "обратку". Когда же его чуть больше, часть пены попадает под плунжер, и происходит ограничение подачи топлива. При засорении сетчатого фильтра в болту, крепящем патрубок "обратки", даже небольшое количество пены способно нарушить работу ТНВД, т.к. она не успевает вся выйти в линию перелива ("обратку"). Определить, есть ли подсос воздуха, очень легко, достаточно в топливной магистрали заменить обычную резиновую трубку на прозрачную полихлорвиниловую и завести двигатель. Имеющийся подсос воздуха вы сразу увидите по пузырькам, движущимся вместе с топливом в прозрачной трубке.

Если в декабре вы получили автомобиль, доставленный с жаркого юга Японии, вас подстерегает следующая проблема. Залитое где-то там летнее топливо при наших морозах замерзает, и образовавшиеся кристаллы льда и кусочки парафина забивают все фильтры в топливной системе, после чего дизельное топливо в форсунки не подается. Зимой, когда подобные машины сгружают с парохода, спасти их могут ночевка в теплом гараже, заправка зимним топливом и добавка в бак какого-нибудь дегидрататора — очистителя топливной системы. Если повезет, то проблем больше не будет, а если нет — притаскивают на веревке с таможенного склада двух красавцев: "Nissan-Safari" с TD-42. Оба мертвые и аккумуляторы тоже. На дворе — минус 15. Заряжаем аккумуляторы, выкручиваем свечи накаливания, начинаем проворачивать двигатель — никакой реакции: из свечных отверстий нет солярового столба. Качаем ручным насосом — не качается. Не то чтобы тяжело проваливается, как это бывает, когда ТНВД полный, а вообще, кнопка "стоит колом". Выкручиваем болт на корпусе ТНВД, которым крепится подводящий патрубок, насос отлично качает. Вспоминаем, что у "Nissan" всегда на входе есть фильтрующая сеточка, достаем фиксирующую ее пружину и саму сеточку (болт был выкручен раньше) и видим, что вся она забита парафином и льдом. Продули, установили все на место, проверили, чтобы ручной насос прокачивал ТНВД (туго, но прокачивал), и стали проворачивать двигатель. Из свечных отверстий тут же стали вылетать струи солярового тумана — все нормально. Установили свечи на место и перед запуском еще раз прокачали немного топлива

через ТНВД. Следует заметить, что оба "Safari" ремонтировались параллельно, двумя механиками, которые к последней прокачке подошли одновременно. И тут выяснилось, что при создании давления ручным насосом из нижней пластмассовой пробки топливного фильтра у одной из машин течет через трещину топливо. Эта трещина, по-видимому, появилась при замерзании водяного отстоя в корпусе пробки фильтра, а пока длилась вся эта свята, прошло около часа, отстой растаял и фильтр потек. Обе машины легко завелись, первая лихо развернулась и уехала, а вторая кое-как (двигатель не держит обороты XX, норовит заглохнуть) выехала во двор на отстой, ждать, пока для нее привезут новую нижнюю пробку (а заодно и новый фильтр). После замены пробки TD-42 уверенно заработал.

Если вы будете зимой постоянно эксплуатировать свою машину с неполным топливным баком, может произойти следующее. Из-за перепадов температур на внутренних стенках топливного бака будет образовываться изморозь. Если она оттаяет, и несколько капелек воды попадет в топливо, ничего страшного не произойдет. Вода упадет на дно, и если ее там будет уже много (около литра), она частично поступит в топливопровод и задержится только в отстойнике топливного фильтра. Когда отстойник наполнится, в нем всплывет поплавок и включит на панели приборов лампочку контроля воды в фильтре, для того чтобы вы знали, что надо немедленно слить отстой, так как если вода попадет в ТНВД, то велика вероятность выхода его из строя (оборвёт плунжер, например). Если же изморозь упадет в бак в виде кристаллов льда, то эти кристаллы не опустятся на дно и легко могут попасть в топливопровод и через него — к топливному фильтру. Пропускная способность фильтра в результате уменьшится вплоть до полной его закупорки. Из всего вышесказанного следует вывод, что вода, особенно зимой, в виде льдинок, которые не тонут, является серьезным врагом топливной системы дизеля. Бороться с ней надо регулярным сливом отстоя из фильтра и периодическим добавлением в топливо дегидрататоров, т.е. добавок, удаляющих воду.

### Низкая мощность

Низкая мощность — это еще одна "головная боль" владельцев японских дизельных машин.

Снижение мощности любым водителем определяется термином "не едет". Но это может быть следствием разных причин: от спущенных колес до неисправностей в коробке-автомате, когда, например, коробка не включает первую скорость, а трогается со второй, что тоже воспринимается как "машина не едет". Когда в нашу фирму, которая занимается в основном ремонтом автоматических коробок передач, приезжает машина, хозяин которой жалуется на работу коробки-автомата, первое, что мы делаем, это проводим "стояночный тест". На прогретой машине левой ногой зажимается тормоз, а правой до упора утапливается педаль газа (при включенном положении "D" или "R"). После этого считываются показания тахометра. Показания тахометра менее 1800 об/мин указывают на недостаточную мощность двигателя или на дефект в гидромукфе. Но последнее встречается очень редко на автомобилях "Toyota" с дизельными двигателями и двигателями 3S и 4S. Обычно в этих случаях автомобиль плохо трогается и не едет в гору, а при достижении большой скорости (около 100 км/час) все хорошо, т.е. двигатель достаточно мощный и легко при нажатии на газ разгоняется дальше.

Самостоятельно определить, из-за чего машина не едет, из-за двигателя (низкая мощность) или из-за автомата (срезало шлицы направляющего аппарата в гидромукфе), очень сложно. В нашей фирме часто возникают споры между бригадами "автоматчиков" и мотористами, кому чинить автомобиль. Если обороты двигателя будут от 1800 до 2200 об/мин, то все нормально. Если больше, то коробка-автомат, скорее всего, уже нуждается в ремонте, хотя и тут не все однозначно.

Этот тест приводит к большому нагреву масла в гидромукфе, поэтому проводить его надо быстро, не более пяти секунд, потом дать двигателю поработать 1-2 минуты и проводить тест дальше или заглушить двигатель. В мастерских по ремонту автоматов с помощью "стояночного теста" проверяется довольно много параметров, и его могут проводить 2-3 раза подряд.

У автомобилей с механической коробкой передач "стояночный тест" не сделаешь, и определить, достаточна ли мощность, можно только сравнив его на шоссе с другим автомобилем того же класса и того же литража. Например, "Toyota Town Ace" с двигателем 2С-Т на подъеме не должна заметно отставать от "Nissan Largo LD20-II". Если же один из автомобилей

заметно "тупее" другого, то следует на ровном асфальте руками чуть-чуть катнуть один, а потом другой. Если у машин разный накат, например, из-за разного типа резины или давления в колесах, то вы это сразу почувствуете. Засидно проверьте, одинаково ли греются колеса у этих машин, может, в ступицах какая-то проблема, или тормоза подклинивают. Если все проверки указывают на то, что плохая динамика автомобиля вызвана снижением мощности двигателя, то следует заняться его диагностикой.

Очень часто в ремонт приходят машины, владельцы которых жалуются на низкую мощность двигателей, а причина этого до удивления проста. Попросишь владельца сесть за руль и, не заводя двигатель, полностью надавить на педаль газа и держать ее в этом положении. После этого рукой берешь рычаг топливного насоса и поворачиваешь его еще больше. И выясняется, что педаль газа полностью нажата, тросик газа полностью натянут, а рукой можно еще добавить газа, то есть получается, что тросик газа отрегулирован неправильно. И весь ремонт заключается в регулировке тросика.

Главная причина снижения мощности у дизельных двигателей — это ограничение поступления топлива. Тут и подсос воздуха, и замерзшая топливная трубка, но чаще всего бывает забит какой-нибудь топливный фильтр. Максимальное количество топливных фильтров у дизельного двигателя, которое нам встречалось, — шесть. Большинство водителей об этом, скорее всего, не подозревают. В хорошем ли состоянии находятся все фильтры, легко определить, сделав автомобилю "стояночный тест", но только у "автоматов". Как уже говорилось, с механической коробкой передач этот тест не сделаешь. Но любая дизельная машина, если ей полностью надавить на педаль газа, где-нибудь на подъеме должна немного дымить черным дымом, так же как и при резком трогании с места. Есть черный дым — топлива хватает, и фильтры все, по крайней мере, работоспособны. При проведении "стояночного теста", если с фильтрами все в порядке, из выхлопной трубы также должен вылетать черный дым. Конечно, при этой проверке надо быть уверенным, что форсунки у вас не "льют" (их надо опрессовать) и момент впрыска правильный (не поздний впрыск). Где же искать топливные фильтры?

1 — приемная сетка в топливном баке (не у всех машин)

2 – собственно фильтр очистки топлива, обычно с подкачивающим насосом (у всех машин)

3 – фильтрик на входе в ТНВД (не у всех)

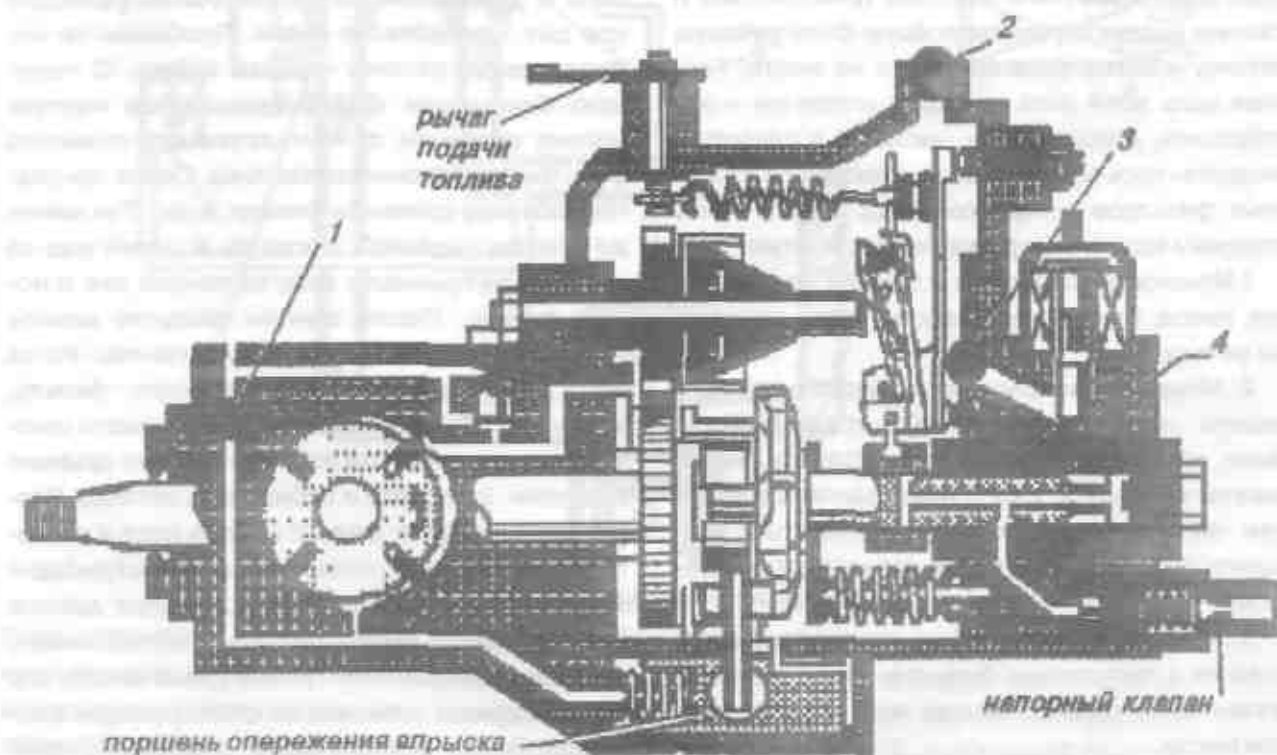
4 – фильтрик на входе в чугунную часть ТНВД (не у всех)

5 – фильтрик под клапаном отсечки (не у всех)

6 – фильтрик в болте крепления "обратки" к ТНВД (у всех). Если у вас проблемы с поступлением топлива, следует, во-первых, заменить фильтр 2 и продуть приемную сетку в топливном баке. Если топливная трубка просто вварена в бак, а не в лючок, то, скорее всего, приемной сетки там нет. Во-вторых, выкрутить болт с надписью "OUT" и продуть фильтр в нем. И в-третьих, если нет большого желания снимать ТНВД, разбирать и чистить его, надо сделать следующее.

Открутите клапан отсечки, открутите болт линии перелива, открутите болт крепления подводящей топливной трубки. Все это можно сделать, не снимая насос, прямо на двигателе, демонтировав только какие-нибудь трубки, шланги и жгуты. Прежде чем откручивать клапан отсечки (мы его называем "глушилкой"), снимите с него резиновый колпачок и, отвинтив гайку, снимите управляющий провод. Вынимать

глушилку надо осторожно, так как из нее могут вывалиться пружинка и сердечник с запорной резинкой на конце. Не должно потеряться и уплотняющее резиновое кольцо (торик). Если все это останется на месте, то, вынув сам соленоид глушилки, вы пинцетом сможете вынуть и все остальное. Соленоидные клапаны отсечки топлива (глушилка) на всех ТНВД, независимо от того, на двигателе какой модели и фирмы они установлены, имеют одинаковую конструкцию и одинаковые размеры (по крайней мере, так было до сих пор). У сравнительно новых ТНВД под глушилкой, на дне, установлена многослойная фильтрующая сеточка, но ее лучше пока не трогать. Вам следует сжатым воздухом дунуть в боковое отверстие, через которое к клапану отсечки поступает топливо. Топливо через многослойную сеточку (если она есть) поступает затем через центральное отверстие на дне "дырки" (откуда и был вывернут клапан отсечки) далее в плунжерную пару. Когда вы дунете в боковое отверстие, воздух должен куда-то выйти, и, чтобы поток этого воздуха был мощным, следует обеспечить ему свободный выход. Для этого мы и выкручиваем болт, крепящий подводящий топливный патрубок, и болт, крепящий патрубок линии перелива. Как уже



52.3. Схема ТНВД

1 – фильтр на входе в ТНВД;  
2 – фильтр в болту "обратки";

3 – фильтр на входе в чугунную часть;  
4 – фильтр под "глушилкой";

5 – кольцо протечки;  
6 – питающий насос;  
7 – поршень таймера



отменялось, на головке последнего есть надпись "OUT", и в его корпусе имеется сетчатый фильтр. Перед установкой на место этот фильтр, не вынимая его из болта, следует еще раз промыть аэрозольным очистителем для карбюраторов, а потом продуть сжатым воздухом. Когда оба болта будут удалены, вы сделаете 10-15 мощных качков ручным насосом (если у вас нет компрессора и для продувки вы будете пользоваться ручным насосом) в боковое отверстие. Скорее всего, вы одновременно будете дуть в боковое и центральное отверстия, т.к. изготавливать специальный переходник для того, чтобы дуть только в боковое отверстие, довольно сложно. Но при этом ничего страшного не случится, поскольку центральное отверстие ведет под плунжерное пространство, а там все рассчитано на такое давление, что ничего не продуете. Но вместе с воздухом вы можете занести туда мусор, поэтому и не следует до продувки убирать многослойную сеточку. При продувке вы увидите, что сжатый воздух с дизельным топливом вылетает через отверстие для "обратки", поэтому после 6-8 качков прикройте пальцем отверстие для линии перелива и остальными качками выдавливайте топливо-воздушную смесь через входное отверстие. Теперь можно вынуть и очистить (очистителем и сжатым воздухом) многослойную фильтрующую сеточку и затем установить все на место. Главная цель всей этой нехитрой операции – это отбросить, а может быть, частично и удалить с воздухом весь мусор от всех имеющихся топливных фильтров в корпусе ТНВД. После такой продувки возможны три варианта событий:

1. Мощность возрастает и больше не снижается, вывод: была грязь в насосе, и вам повезло, вы ее выдули.

2. Мощность возрастает, но через несколько недель опять падает, значит, грязь в ТНВД была, но вам не повезло, она осталась, вы не смогли ее выдуть, насос надо снимать и все в нем чистить. Можно, конечно, попытаться повторить продувку, в надежде, что на этот раз повезет.

3. Мощность двигателя не возросла. Вывод: дело не в засоренных фильтрах ТНВД, причину ограничения подачи топлива надо искать в другом месте.

Но все-таки наиболее часто выходит из строя, т.е. засоряется, топливный фильтр тонкой очистки топлива. Замена его на новый, "фирменный" не обязательно решит все про-

блемы. Пример. Приходит для ремонта короби-автомата (диагноз поставил сам владелец) автомобиль "Nissan Safari" с TD-42 – дескать, не едет. Наш шеф садится за руль, на месте, в течение трех секунд проводит "стояночный тест" и сразу определяет машину в бригаду мотористов: на тахометре было 1600 об/мин. Предложили владельцу заменить фильтр, утверждает, что только вчера менял. Менял, так менял. Подходим к машине, а у нее холостой ход около 700 об/мин. Стали подкачивать ей ручным насосом топливо, обороты холостого хода поднялись примерно на сотню. Продолжая подкачивать топливо, проводим "стояночный тест", результат – 1800 об/мин. Очевидна нехватка топлива. Поскольку машина дорогая, а возвраты нам не нужны, сняли и разобрали ей ТНВД, для того чтобы все там почистить. Мы знали, что на входе у TD-42 установлен сетчатый фильтрик, и, судя по всему, он забился. Но этот же дефект может быть и при заклинившей одной или двух лопастях подкачивающего насоса в ТНВД, и при забитой сеточке на входе глушилки, поэтому для надежности перебрали и почистили весь насос. Все сделали, никаких особых дефектов в ТНВД не нашли. Единственный серьезный дефект – это забитая сеточка на входе. Автомобиль с довольным хозяином уехал. Проходит три дня – появляется снова. Проблемы те же. Вытаскиваем сеточку – снова забита. С помощью бинокля определили состав мусора: мелкие ворсинки от фильтрующего элемента фильтра тонкой очистки топлива. Снова предлагаем хозяину поменять фильтр. А он: "Так менял же совсем недавно". Когда он в пятый раз за две недели приехал к нам, то привез уже и новый фильтр. После замены фильтра визиты этого автомобиля к нам прекратились. Из-за чего все произошло? Скорее всего, фильтр, установленный в первый раз, был низкого качества, и с его элемента потоком топлива срывало ворсинки, которыми и забивалась сеточка. Вторая версия: в этот фильтр попала вода и какое-то ее количество осталось на фильтрующем элементе. Вообще-то вода в фильтре должна была скатиться вниз и оказаться в отстойнике, но, будучи связанной с грязью (ржавчиной), она в виде кашицы осталась на фильтрующем элементе. Затем мороз, вода замерзает, рвет фильтрующий элемент, ворсинки с него потом и забивают сеточку.

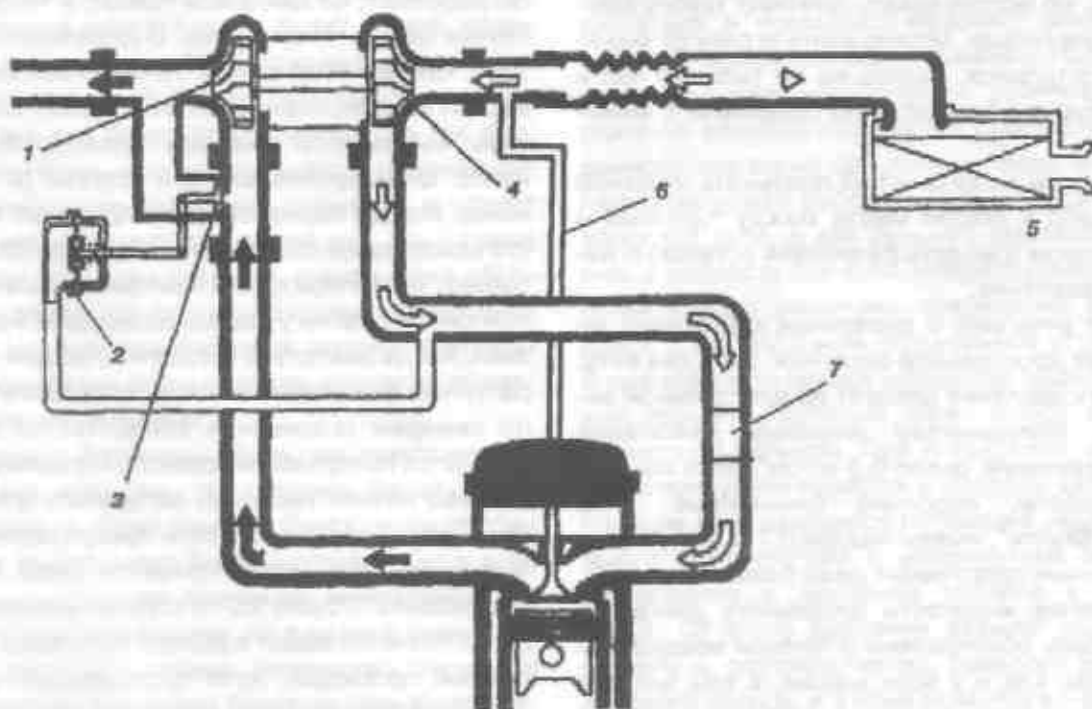
Вообще следует заметить, что после установки новенького топливного фильтра бывает до-

статочно один раз "удачно" заправиться, чтобы на следующий день его снова менять. Поэтому фраза "Фильтр хороший, я его менял всего неделю назад" вызывает у нас грустную улыбку.

Проверить состояние приемной сетки и фильтра тонкой очистки топлива можно очень быстро, если у вас подкачивающий насос (в виде кнопки) расположен над корпусом фильтра. Во-первых, слить отстой. Если там есть вода, то, как показывает практика, фильтр уже наполовину негодный. Во-вторых, надо на работающем двигателе несколько раз надавить на кнопку, подкачивая таким образом топливо. При этом увеличение оборотов ХХ двигателя укажет на недостаточность поступления топлива. При нажатии и отпуске кнопки насоса обратите внимание на скорость, с которой кнопка под воздействием своей пружины возвращается на место. После этого раскрутите двигатель до 4000 об/мин и еще подкачайте топливо. При завороте кнопка будет возвращаться медленнее или ее вообще втянет, и она не вернется на место.

Есть еще одна причина недостаточной мощности. Например, "Toyota Cruiser" ездит себе по Японии и потихоньку изнашивается. Вот и форсунки у нее изнашиваются и стали плохо распылять топливо. Машина стала немного дымить. Ее можно отремонтировать, но лучше продать. А кто ее купит, если она дымит? Проще всего сорвать пломбу на винте грубой регулировки подачи топлива и "задавить" его. После этого достаточно восстановить обороты холостого хода, и машина совершенно не дымит черным дымом. Но и не едет. Когда такой автомобиль приходит в ремонт, ему возвращают регулировку, и он начинает дымить. Значит, надо отремонтировать форсунки (или заменить в них распылители), повернуть ТНВД на 1-2° на ранний впрыск, чтобы скомпенсировать еще и износ в механизмах насоса, вытяжку ремня газораспределения, износ шестерен и т.п., и машина поедет как надо.

Заклинивание из-за ржавчины поршня таймера распределителя в ТНВД (он располагается в нижней части, где обычно скапливается



52.4 Схема работы турбокомпрессора

Если давление, созданное компрессором во впускном коллекторе, выше нормы, то серводвигатель независимо от каких бы то ни было блоков может открыть клапан и перепустить часть выхлопных газов мимо турбины. Масло, часто

наблюдаемое на соединениях воздухопровода и впускного коллектора, обычно попадает в воздухопроводы не из турбины, а из двигателя через вентиляцию картера (обычно при плохой поршневой группе).

1 – колесо газовой турбины;

2 – серводвигатель;

3 – перепускной клапан;

4 – колесо компрессора;

5 – воздушный фильтр;

6 – трубка вентиляции картера;

7 – место установки интеркулера (охладителя)

вода) также может быть причиной снижения мощности двигателя, особенно заметной на больших оборотах. Снижение мощности на маленьких оборотах вызывает и засорение фильтра в болте "OUT". Это связано с изменением давления в корпусе ТНВД, что также влияет на опережение впрыска.

Если есть подозрение, что снижение мощности двигателя обусловлено плохой турбиной, то следует произвести ее проверку. Для этого нужно снять резиновую трубку с компенсатора на ТНВД и надеть на нее манометр с пределом измерения до  $1 \text{ кг/см}^2$ . Теперь запустите двигатель и раскрутите его до 4500 об/мин. При полностью исправной турбине манометр покажет не менее  $0,5 \text{ кг/см}^2$  (цифра 4500 взята из инструкции по ремонту автомобиля "Toyota Land Cruiser", но неоднократно проверялась на других машинах). Водителями снижение наддува до  $0,3 \text{ кг/см}^2$  обычно не замечается, хотя объективно двигатель стал слабее. Подсоединять манометр можно и любым другим способом, главное – измерить давление во впускном коллекторе, но использовать штатную трубку компенсатора проще. Можно взять иголку от медицинского шприца, надеть на ее тыльную часть резиновую трубку, которую соединить с манометром.

Теперь вы можете иглой протыкать впускной воздуховод в любом месте между турбиной и коллектором (где есть резиновая вставка) и измерять давление.

Выше речь шла о дизельных двигателях, не имеющих дроссельной заслонки. Если она есть, измерять давление следует до дроссельной заслонки. Большинство японских двигателей имеют давление около  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , хотя некоторые модели, особенно бензиновые, типа "Nissan Skyline", имеют наддув  $0,7 \text{ кг/см}^2$ , а подготовленные спортивные даже больше  $1 \text{ кг/см}^2$ .

Снижение мощности дизельного двигателя может быть обусловлено и плохим воздушным фильтром. Как и у всех машин, в том числе и бензиновых, ограничение поступления воздуха тут же вызывает ограничение мощности двигателя, который при этом еще и дымит. Вспоминается случай, связанный с недостатком воздуха у двигателя 2L-T. Машина попала к нам в ремонт после того, как ей сменили прокладку головки блока цилиндров, и после окончания ремонта она потеряла мощность. Оказалось, что ей просто перепутали вакуумные трубки. В этом двигателе после 88-го года стали устанавли-

вать дроссельную заслонку, которая управляется вакуумным серводвигателем по команде блока управления. Все это сделали из соображений экологической безопасности, но из-за неправильного подсоединения трубок дроссельная заслонка при нажатии на педаль газа не открывалась. Так уж получилось, что разбираться с трубками у нас не было времени, поэтому мы просто принудительно открыли дроссельную заслонку, и мощность у двигателя появилась.

## Тряска дизельного двигателя

Если двигатель трясется (это касается всех двигателей внутреннего сгорания вообще), значит, какие-то цилиндры не работают или плохо работают. Когда цилиндр не работает, т.е. двигатель "троит", то причины этого легко определяются, так как их всего две: нет сжатия или нет топлива. И определить, какая из причин вызвала дефект, несложно. Гораздо сложнее определить причину, если все цилиндры вроде бы работают, но двигатель трясется, и что в таком случае делать – непонятно. В дизельном двигателе, как уже отмечалось, топливо воспламеняется от сжатия, вернее, от повышения температуры, вызванного сжатием. Поэтому большой износ цилиндро-поршневой группы (а любой износ всегда неравномерен) приводит к тому, что компрессия по цилиндрам разная. Следовательно, и температура в камере сгорания в конце тактов сжатия у разных цилиндров будет разная. Когда двигатель нагреется, общий температурный фон поднимется, и, хотя температура по камерам сгорания в конце тактов сжатия останется по-прежнему разной, впрыскиваемое топливо начнет уверенно загораться в каждом цилиндре. Тряска двигателя прекратится. В качестве примера можно привести такой случай. Автомобиль "Toyota 2C" с хорошо работающим двигателем попадает в ремонт по поводу прогоревшей прокладки. Хотя прогоревшая прокладка – это, как правило, результат отклонений в эксплуатации двигателя. После замены прокладки и заводки двигателя обнаружилась его тряска. Двигатель трясся до тех пор, пока на автомобиле не проехали несколько километров, после чего тряска прекратилась. Автомобиль заглушили, двигатель остыл, и после заводки картина опять повторилась. Причина такого поведения двигателя заключалась в том, что ему во время ремонта установили новую прокладку го-



ловки блока, которая была на несколько "десяток" толще штатной. В результате компрессия во всех цилиндрах снизилась, и температура, достигаемая в конце тактов сжатия в некоторых цилиндрах, оказалась недостаточной для уверенного возгорания топлива. После небольшого пробега общая температура двигателя поднялась, и топливо стало уверенно воспыхивать даже в тех цилиндрах, в которых в результате износа компрессия была занижена.

Вторая причина тряски холодного двигателя заключается в неисправных свечах накаливании. Свечи, как известно, служат для двух целей. Первая – поднять температуру в камере сгорания для легкого запуска двигателя и поддерживать ее 3-5 минут до тех пор, пока двигатель не прогреется. Вторая – улучшить распыление топлива. Струя топлива из форсунки ударяется в стержень свечи и хорошо перемешивается с воздухом, что способствует хорошему сгоранию. Если свечи накаливании будут нагреваться по-разному, то и температура в камерах сгорания будет разная, и двигатель будет трястись. То же самое произойдет, если свечи после запуска двигателя не будут слегка подогреты, т.е. на них не будет подаваться заниженное напряжение (5-7 вольт) второй ступени накала. Все это будет продолжаться до тех пор, пока двигатель сам не прогреется. Напряжение со свечей тогда полностью снимется, и станет не важно, работает свеча или нет. Но у свечи остается еще одна функция, и если у нее обгорел нагреваемый кончик, то струе из форсунки не обо что будет разбиваться, топливо в данном цилиндре будет сгорать плохо, что также приведет к тряске двигателя.

Теперь о форсунках. Если они имеют низкое давление впрыска, то топливо будет плохо распыляться. Если топливо будет плохо распыляться, то оно плохо будет и сгорать. Даже если давление впрыска форсунок нормальное, но "пылят" они по-разному, то в разные цилиндры будет поступать разное количество топлива и распыляться оно также будет не одинаково, т.е. процесс этот в каждом цилиндре будет отличаться, что и приведет к тряске двигателя. Но поднимать давление впрыска форсунок тоже нежелательно: снизится объем подаваемого топлива. На слух это можно определить по жесткой, с детонационными стуками, работе дизеля, а так работать ему вредно. Чтобы избежать этого, надо, во-первых, чтобы давление впрыска не превышало величину, определен-

ную для этого двигателя, во-вторых, чтобы ТНВД был правильно отрегулирован для данного давления впрыска. Вы, наверное, не раз слышали истории о том, что кто-то заменил распылители, спрессовал форсунки, сделал давление впрыска штатным, и двигатель стал работать жестко, со стуком. А все потому, что или ТНВД изношен, и его "здоровья" не хватает для того, чтобы, продавив форсунки, подать требуемое количество топлива, или он неправильно отрегулирован для данного давления впрыска.

Поговорим об опережении впрыска. Всем ясно, что чем дольше будет находиться топливо в горячей камере сгорания, тем больше у него шансов хорошо прогреться и полностью сгореть, даже если оно плохо распылено. Но слишком ранний впрыск приводит к износу двигателя, к его жесткой работе, хотя и несколько повышает мощность двигателя и снижает дымность. Однако конструкторы дизельных двигателей из экологических соображений идут на это, и в результате на многих ТНВД есть прогревное устройство, которое поддерживает повышенные обороты холостого хода при холодном двигателе и несколько изменяет опережение впрыска, делая его более ранним. После прогрева двигателя его обороты снижаются, опережение впрыска становится стандартным для данного двигателя при данных оборотах, и двигатель начинает работать "мягче". При наборе оборотов дизеля для лучшего смесеобразования, а попросту для того, чтобы топливо успело сгореть, надо увеличить опережение впрыска. Для этого в ТНВД есть специальное устройство. В нижней части насоса находится подпружиненный поршень, который через штифт связан с роликовым кольцом. При повышении оборотов двигателя увеличиваются и обороты вала ТНВД. На этом валу находится питающий насос, который в соответствии с увеличением оборотов увеличивает и давление топлива в корпусе ТНВД. От этого давления зависит положение поршня и, соответственно, разворот всего роликового кольца, а в конечном итоге – опережение впрыска. При несоответствии давления топлива в корпусе ТНВД оборотам двигателя возникает и несоответствие опережения впрыска. В общем, неправильное опережение впрыска может быть следствием износа в приводе ТНВД (ремень, например, вытянулся), износа в самом ТНВД (роликовое кольцо постоянно ерзает на одном и том же месте, что приводит к выработке и подклиниванию), оно может быть вызвано

забитым топливным фильтром в "обратке", неисправным редукционным клапаном и т.п. Опережение впрыска может быть нештатным только в одном диапазоне оборотов двигателя или во всех диапазонах, в зависимости от того, какая неисправность вызвала отклонения в опережении впрыска. Из опыта следует, что к заметной тряске и даже перебоям в работе двигателя приводит только запаздывание впрыска. Приходит в ремонт "Nissan Safari" с TD-42, "только что с парохода". Двигатель на холостом ходу работает великолепно ("стоит, как вкопанный"), начинаешь увеличивать обороты – сначала все отлично, и вдруг после 2000 об/мин двигатель как подменили. Он весь дергается, трясется, даже смотреть на это страшно. Одновременно отключается не один, а случайным образом то ли два, то ли три цилиндра. При таком режиме работы из выхлопной трубы летит, конечно же, несгоревшая солярка, т.е. двигатель дымит сильным дымом. Но после 2500 об/мин снова все отлично, ни одного вздрагивания. Поскольку хозяина поджимало время, мы не стали снимать ТНВД и разбираться с его механизмами, а, вернув "глушилку", болт "обратки" и болт подачи топлива, просто продули насос сжатым воздухом (на всякий случай), после чего, ослабив крепления, повернули его на более ранний впрыск. Все ТНВД на всех двигателях крепятся так, что, ослабив крепящие болты и гайки, их можно повернуть в ту или иную сторону и тем самым изменить момент впрыска. Эта регулировка аналогична той, которая предусмотрена у бензиновых двигателей, когда им туда-сюда вращают трамблер, изменяя угол опережения

зажигания. Поворачивая туда-сюда корпус ТНВД, можно изменить угол опережения впрыска топлива. Но трамблер можно поворачивать руками, а ТНВД – только монтажкой, пересиливая жесткость металлических трубок высокого давления к форсункам. После проведенной регулировки двигатель сразу стал нормально работать во всем диапазоне оборотов. Можно было бы и вернуть машину, но, чтобы облегчить жизнь двигателю, мы снова отдали крепление ТНВД и немного повернули его назад. После этого он в холодном состоянии при числе оборотов около 2000 об/мин чуть-чуть вздрагивал, но после небольшого прогрева это полностью проходило. Следует заметить, что все ТНВД крепятся в своей передней части к лобовине двигателя двумя или тремя гайками на 12, а задняя часть – одним или двумя болтами, обычно на 14, к кронштейну блока. В рассмотренном примере тряска двигателя была в диапазоне 2000-2500 об/мин. Но из-за несоответствия опережения впрыска оборотам двигатель может трясти и в других диапазонах, вплоть до холостого хода; все зависит от причины несоответствия. У нас была машина, двигатель которой ("Nissan" CD-20) "троил" при 1000-1100 об/мин. После поворота насоса этот дефект стал наблюдаться при 1300 об/мин. Еще немного повернули, дефект переместился на 1400 об/мин. Сделали впрыск еще более ранним, тряска прекратилась, но в режиме холостого хода двигатель стал работать очень жестко, с лязгом. Исчез же этот дефект только после того, как насос разобрали, почистили, собрали и заново все отрегулировали.

## Глава 53

## Основные неисправности дизелей легковых автомобилей

Приобретая дизельный автомобиль, многие обращают внимание только на низкий расход недорогого топлива, забывая об объективно больших затратах на эксплуатацию и ремонт, хотя к этому надо быть готовым.

Возможные неисправности двигателей можно разбить на следующие группы по причинам возникновения: конструктивно-производственные недостатки или особенности двигателя; неквалифицированное обслуживание и неграмотная эксплуатация; низкое качество дизельного топлива; "естественный" износ двигателя и топливоподающей аппаратуры; низкое качество ремонта и запасных частей.

Рассмотрим наиболее распространенные модели дизельных двигателей именно с точки зрения перечисленных проблем.

### Конструктивно-производственные факторы

Сразу оговоримся, что все дизельные двигатели достаточно надежны, а недостатки, связанные с их конструкцией или технологией производства, проявляются, как правило, в тяжелых условиях эксплуатации и при пробегах, превышающих назначенный заводом ресурс или близких к нему. И никак иначе, в противном случае избалованные хорошей техникой и сервисом зарубежные потребители разорили бы заводы-изготовители судебными исками. А вот попадая в Россию, дизельные иномарки как раз и сталкиваются с тяжелыми условиями эксплуатации и, имея, как правило, очень приличный пробег, охотно проявляют все конструктивные недоработки.

Двигатели фирмы VW, к примеру, имеют головку блока цилиндров, в которой часто обнаруживается целый ряд дефектов. Так, в ней нередко образуются трещины. Завод-изготовитель даже допускает эксплуатацию с межседельными трещинами шириной до 0,5 мм.

Помимо этого, нередки случаи выпадения форкамер, приводящие к повреждению двигателя. А это уже требует серьезного ремонта. Ко всему прочему, приливы под крепление форкамер откровенно слабые, и при неаккуратном снятии или установке форсунок сразу ломаются.

Конструктивное исполнение редукционного клапана масляного насоса двигателей VW неудачно, и нередки случаи его заклинивания с последующим "раздуванием" и разрушением масляного фильтра и полной потерей смазки при холодном пуске, особенно в условиях низких температур. Сказанное, правда, не относится к насосам шестилитровых двигателей D24, у которых применяются шестерни с внутренним зацеплением, и другая конструкция редукционного клапана.

На двигателях объемом 1,6 и 1,9 л неудачно выполнена посадка шкива зубчатого ремня на переднем носке коленвала. При малейшем нарушении посадочной плоскости торца шкива начинается его бивение, а к нему еще крепятся довольно тяжелые шкивы навесных агрегатов. Это всегда оканчивается ослаблением посадки и обрывом ремня.

Справедливости ради следует заметить, что повреждение торца возникает при неаккурат-



**53.0 Трещины в головке – довольно распространенный дефект дизелей VW**



**53.1 Ослабление посадки вихревой камеры обычно требует замены головки**



ном проведении ремонтных работ или нарушении требований по затяжке центрального болта, ставить который необходимо на клей-герметик Loctite.

Двигатели Mercedes подобных конструктивных недостатков не имеют, подтверждая своей надежностью и ресурсом высокую репутацию фирмы. Однако можно считать явно неудачным решением использование роторно-распределительных насосов Lucas на двигателях объемом 2,2 и 2,9 л (модели OM 604, OM 602.982) на автомобилях С и Е классов. Отказы этих насосов нередки, но не столь критичны, и, как правило, даже позволяют доехать до сервисной службы. Рядные насосы Bosch при износе плунжерных пар и кулачкового вала дают увеличение неравномерности подачи и характерный "тракторный" звук на холостых оборотах.

Двигатели автомобилей Opel откровенно слабых мест не имеют, однако модели объемом 1,6 и 1,7 л очень чувствительны к снижению давления масла и уменьшению его подачи к подшипникам распревала и рокерам. Именно поэтому при больших пробегах для двигателей Opel характерны износы кулачков распревала и рокеров. Ломающиеся рокеры этих двигателей практически никогда не защищают от повреждений клапаны и направляющие втулки, и в случае обрыва ремня всегда приходится менять 2-3 клапана и столько же направляющих.

В двигателях объемом 2,3 л не очень надежен цепной привод механизма газораспределения, а вертикально расположенный ТНВД чувствителен к негерметичности топливопроводов.

Слабым местом двигателей BMW (2,4 и 2,5 л) является топливный насос высокого давления с электронным управлением и электрооборудование системы управления двигателем. Самый распространенный дефект этих ТНВД – быстрый износ плунжерной пары, проявляющийся в затрудненном горячем запуске, хотя это, видимо, чисто российская проблема, связанная с низким качеством дизтоплива. Очень часто встречаются обрывы электропроводки и нарушение контактов. А износ токосъемных дорожек управляющего электропривода ТНВД приводит к колебаниям оборотов холостого хода.

В то же время сам силовой агрегат надежен, обладает хорошей ремонтопригодностью, но предъявляет высокие требования к качеству моторного масла.

Дизели Ford объемом 2,5 л, устанавливаемые на микроавтобусы, зарекомендовали себя

как надежные и экономичные силовые агрегаты. Однако система их предпускового подогрева с помощью электрофакельного устройства очень капризна и ненадежна. То же самое относится и к системе рециркуляции отработавших газов.

Двигатели Ford объемом 1,8 л тоже в целом очень неплохи, но главным их недостатком является практически неизбежное разрушение одной или нескольких крышек распревалов при обрыве ремня ГРМ, после чего требуется замена головки блока.

Современные дизели французского производства требуют очень квалифицированного обслуживания и ремонта. Главный их недостаток трудно отнести к конструктивным – это высокая цена запасных частей, особенно для дизелей Renault.

Итальянские дизели Fiat просты по конструкции, имеют неплохой ресурс, но чувствительны к регулировкам топливной аппаратуры, практически всегда отве-



**53.2 Прогар стенки головки из-за неисправности топливно-впрыскивающей аппаратуры**

чая на их нарушение повышенным износом и вибрацией. То же относится к дизелям Alfa Romeo, которые, правда, отличаются более сложной конструкцией. Особенно это характерно для двигателей объемом 2,5 л, имеющих так называемый "туннельный" хартер.

У японских дизельных моторов высокий ресурс, они грамотно спроектированы, хотя иногда показывают более низкие запасы прочности кривошипно-шатунного механизма по сравнению с европейцами. Являясь достаточными для обычной эксплуатации, в случае аварийных повреждений их запасы прочности становятся критическими. Например, после разрушения шатунного подшипника валы перед перешлифовкой обязательно должны проверяться на отсутствие трещин, особенно это касается двигателей Isuzu. Другим недостатком, по нашему мнению, являются длинные металлические трубки "обраток", которые, хотя и упрощают конструкцию форсунок, но часто ломаются или заминаются при техническом обслуживании. В последнем варианте резко снижается проходное сечение и возникают проблемы с топливоподачей.

Двигатели Mitsubishi объемом 1,8, 2,3 и 2,5 л имеют балансирные валы, вращающиеся с удвоенной частотой для снижения сил инерции второго порядка. А это требует очень квалифицированного ремонта и серьезного станочного оборудования.

Корейские дизели ведут свое происхождение от японских, поэтому к ним в полной мере относятся все вышесказанное.

Американские дизели можно охарактеризовать очень коротко: механика этих восьмицилиндровых моторов надежна, топливная аппаратура, как правило, фирмы Stanadune выполнена на хорошем уровне. Однако на современных двигателях стали устанавливать электронное управление топливоподачей, надежность которого не слишком высока. Резюме таково – если вы решили приобрести американский дизельный джип или минивэн – готовьтесь к проблемам с ремонтом, непредвиденным расходам и ожиданию запасных частей.

### Неквалифицированное обслуживание и неграмотная эксплуатация

Первая и самая главная причина всех бед – невыполнение регламента эксплуатации. Масло рекомендуется менять через 7500 км вне зависимости от того, какая периодичность указана в инструкции. Это обусловлено повышенным содержанием серы в российском дизтопливе, что приводит к быстрому окислению масла. Качество применяемых масел должно соответствовать требованиям инструкции. Никаких промывок системы смазки при выполнении этих условий не требуется.

Зубчатый ремень привода ГРМ и ТНВД надо менять не реже чем через 60 тыс. км при условии отсутствия на нем масла. Если масло все же попало на ремень, течь надо немедленно устранить. Необходимо также внимательно следить за топливной системой, например, периодически сливать отстой из топливного фильтра,

отворачивая сливную гайку. Топливный бак рекомендуется промывать два раза в год, весной и осенью, полностью его снимая. В актуальности такой



**53.3** Дефект распылителя привел к прогару поршня

процедуры каждый может убедиться самостоятельно, увидев, сколько грязи выльется из бака.

Другая причина, приводящая к повреждениям дизеля, – это попытка запустить его во что бы то ни стало в случаях, когда он запуститься не может. Так, если в баке летняя солярка, а на улице – 10°C, попытка пуска бессмысленна: при –5°C уже выпадают парафины и топливо теряет текучесть. Детали топливной аппаратуры, как известно, смазываются топливом, и его отсутствие приводит к сухому трению и их повреждению.

Так что единственный путь в этом случае – искать теплый гараж и отогревать топливную систему. А пускать дизель с буксира вообще не рекомендуется, особенно если ГРМ приводится ремнем. Исправный дизель заводится без дополнительных средств подогрева до –20°C. Если этого не происходит, проще найти и устранить неисправность, чем доводить мотор до капитального ремонта.

Не стоит также разбавлять солярку бензином без крайней на то необходимости – износы топливной аппаратуры из-за ухудшения смазки и самого двигателя из-за нарушения процесса сгорания резко возрастают.

Эксплуатируя дизельный автомобиль, важно помнить, что его двигатель не любит высоких оборотов. Длительные поездки на максимальной скорости – еще один способ приблизить капремонт. И в заключение стоит сказать о том, что прогревать дизельный двигатель крайне необходимо. Конечно, не до рабочей температуры, но хотя бы 3–5 минут.

### Качество дизельного топлива

По статистике примерно 50% неисправностей и поломок топливной аппаратуры вызываются качеством топлива. Причем не высоким содержанием серы и отклонением по цетановому числу. Это еще можно было бы пережить, так как негативные последствия растянуты во времени. А вот элементарное наличие воды и механических примесей в топливе губительны. Причем заправка импортным топливом, которое в 3 раза дороже, не спасает, но зато сводит на нет все экономические преимущества дизеля. Солярка там может быть и финская, но емкости для нее все равно не моются. И эффективного спасения от этой чисто российской беды пока не найдено.

Некоторые, правда, советуют отстаивать солярку в бочке. Это, конечно, довольно эффективно, но у многих ли есть такая возможность? Хочется отметить, что только рядные насосы двигателей Mercedes в состоянии без видимых последствий переваривать ту дрянь, которой нас заправляют.

### "Естественный" износ

Износ двигателя и деталей топливной аппаратуры после большого пробега в ряду неисправностей занимает далеко не последнее место. Основная проблема связана обычно со снижением компрессии из-за износа поршневой группы. В этом случае двигатель плохо запускается в холодную погоду даже при полностью исправных свечах накаливания и зимнем топливе. При этом он легко заводится с буксира и, будучи прогретым, не доставляет проблем с запуском. Для справки отметим, что нижняя граница компрессии у большинства двигателей составляет 20 – 26 бар.

Другими важными признаками износа двигателя являются повышенные расход масла и давление картерных газов (более 10 мм вод.ст). Регулировками тут уже не помочь и альтернативы капремонту в этом случае нет.

Износ распылителей форсунок приводит к появлению черного дыма на выхлопе и увеличению расхода топлива. Иногда распылитель "закусывает" и издает характерный стук, сопровождающийся появлением едкого белого дыма. При нормальной эксплуатации ресурс распылителей обычно составляет 60 – 80 тыс. км.

Длительная эксплуатация двигателя с неисправными распылителями форсунок обычно приводит к прогару форкамер и далее поршней. Часто встречаются и износы плунжерных пар ТНВД, обычно сопровождающиеся затруднением запуска горячего двигателя.

### Последствия некачественного ремонта

Ремонт дизеля требует хорошего знания особенностей конструкции ремонтируемого мотора и добросовестного выполнения инструкции по ремонту, а также качественных запчастей. Попытки отремонтировать подешевле у "гаражных" мастеров с использованием запчастей неизвестного происхождения чаще всего приводят к потерянному деньгам, а то и к загубленному двигателю.

### Рассмотрим некоторые типовые ошибки при ремонте дизелей.

При обрыве ремня ГРМ бессмысленно пытаться установить новый без снятия и ремонта головки блока цилиндра, т.к. клапаны "встречаются" с поршнями на любом дизеле. При этом хотя бы 2 – 3 клапана потребуют замены. Исключения немногочисленны; только у двигателей Renault 2,1 и Ford 2,5 л при ударе поршней по клапанам ломающиеся рокеры и деформированные штанги привода клапанов достаточно надежно предохраняют клапаны от повреждений.

В случае ослабления посадки вихревых камер в головках блока двигателей VW, Peugeot, BMW пытаться закернить их бессмысленно – они все равно выпадают. Надо менять головку блока.

Установка головки на блок двигателей VW без центрирующих втулок недопустима – перекос головки с последующим прогаром прокладки почти неизбежен.

Попытка отделаться заменой поршневых колец при износе цилиндров свыше 0,1 мм бессмысленна – новые кольца пройдут не более 10 тыс. км, а обычно еще меньше. Столь же бесполезна установка новых номинальных поршней без расточки блока цилиндров. Единственно верное решение – расточить блок под ремонтный размер. Замена колец обычно требуется только в случае сильного перегрева двигателя и потери ими упругости.

В случае разрушения шатунного вкладыша или его проворачивания (это сопровождается перегревом нижней головки шатуна) шатун требует обязательного ремонта или замены, иначе двигатель опять "застучит" на первой же тысяче километров.

Ремонт топливной аппаратуры "на коленке" невозможен. Для сколько-нибудь успешного ремонта ТНВД нужны стенды, спецприспособления, технологические карты и механики, знающие особенности ремонта насосов данной модели. При невыполнении этих условий насос будет скорее всего загублен безвозвратно.

Правильно отремонтированный и собранный двигатель заводится без особых проблем стартером. Если мотор не заводится, необходимо искать причину, а не таскать автомобиль на веревке многие километры. Буксир – вернейший способ угробить только что собранный двигатель.

"АБС" Г.Цвелев, "Моторсервис"



## Глава 54

## Основные неисправности дизелей внедорожников

Для того чтобы автомобиль с дизельным двигателем в полной мере мог проявить свои лучшие качества, а не отбил у его владельца навсегда интерес к дизелю, надо хорошо представлять себе особенности его эксплуатации и ремонта, знать причины наиболее часто встречающихся неисправностей и способы их устранения. Для владельца дизельного джипа какие знания наверняка не окажутся лишними, ведь возможность сколько ни будь квалифицированного ремонта дизеля у нас становится равной нулю на расстоянии более 50 км от больших городов, и приходится полагаться на собственные силы. Можно с большой долей вероятности сказать, что наибольшее число неисправностей дизельных моторов объемом 2,5 л и выше (а на джипах в подавляющем большинстве установлены именно такие) связано с нарушением правил эксплуатации и неквалифицированным ремонтом. К неправильной эксплуатации следует отнести и применение некачественного дизтоплива, которое заливают на всех без исключения российских заправках, и владелец здесь бессильен что-либо предпринять.

### Основные правила эксплуатации дизельных моторов и последствия их нарушения

#### 1. Своевременно производить замену масла и применять масло соответствующего качества и вязкости.

Во всех дизельных моторах без исключения замену масла и фильтра рекомендуется производить не реже чем через 7 500 км, даже если инструкцией предусмотрены большие межсервисные интервалы. Эта рекомендация обусловлена высоким содержанием серы в российском дизтопливе, что приводит к его быстрому окислению и старению.

Масло для современных моторов следует применять классом качества не ниже CD по API или B2 по ACEA.

Индекс вязкости, рекомендуемый для конкретного мотора, обычно указывается в инструкции. Наиболее универсальными являются всесезонные масла с индексами вязкости 5W40 и 10W40 синтетические и полусинтетические.

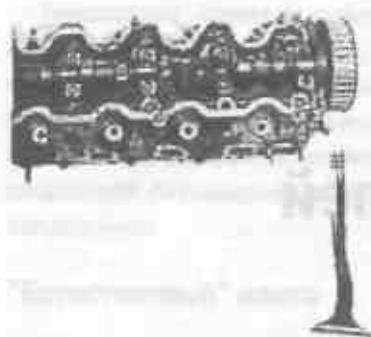
Все современные масла имеют допуск к применению как в бензиновых, так и в дизельных двигателях (например, SH/CE), и совершенно не обязательно покупать масло со словом "diesel" в названии. Синтетические или полусинтетические масла обладают более стабильными характеристиками в течение всего срока службы и обеспечивают за счет этого снижение износа двигателя. Однако лишено оснований часто встречающееся мнение о необходимости применения в современных турбодизелях только синтетических масел, минеральные также можно применять без ограничений, если их класс качества соответствует требованиям инструкции.

Что касается вопроса о том, масло какой фирмы-производителя выбрать, то разница здесь незначительная, если, конечно, не нарваться на подделку.

Просто надо один раз выбрать сорт масла и не практиковать частой смены его на другой: при взаимодействии разных масел могут образовываться плохо растворимые отложения, ведь в моторе всегда есть небольшой несгораемый остаток. Быстрое почернение моторного масла (иногда через 1000 км после замены) не должно вызывать опасений, это обычное явление и вызвано работой моющих и диспергирующих присадок.

#### 2. Своевременно заменять ремень ГРМ.

Зубчатый ремень ГРМ и ТНВД следует менять не реже чем через 60 тыс. км. По инструк-



#### 54.0 Последствия разрыва ремня ГРМ.

- поломка распредвала.
- деформация клапанов

Обрыв ремня приводит к тяжелым последствиям: клапана всегда встречаются с поршнями, ломают коромысла и распредвалы, часто полностью выводя из строя головку блока.

Стоимость ремонта в этом случае может составить несколько тысяч долларов.

При замене ремня ГРМ следует менять и натяжной ролик, так как его разрушение приводит к тем же последствиям. Обрыв ремня ТНВД не приводит ни к каким серьезным последствиям, однако, если это произошло в дороге, хорошего тоже мало – выставить впрыск без спецприспособлений очень трудно.

#### 3. Следить за чистотой топливной системы.

Для этого надо периодически сливать отстой из топливного фильтра, отворачивая сливную пробку, расположенную в нижней части фильтра. Сам топливный фильтр надо менять каждые 8-10 тыс. км. Делать это реже нежелательно, так как забитый фильтр создает повышенное гидравлическое сопротивление и нарушает нормальную работу топливной аппаратуры. Топливный бак рекомендуется промывать два раза в год, весной и осенью, полностью снимая его с автомобиля.

В актуальности такой процедуры каждый может убедиться самостоятельно, увидев, сколько грязи и воды выльется из бака.

Несоблюдение этих несложных правил часто приводит к необходимости серьезного ремонта топливного насоса и форсунок, а при неудачном стечении обстоятельств – и к повреждению самого двигателя.

#### 4. Не пытаться заводить двигатель с буксира.

Во многих случаях такая попытка приводит к серьезным повреждениям вполне исправного

двигателя. Так, к примеру, если в баке летняя солянка, а на улице – 10°C, попытка пуска бессмысленна: при -5°C уже кристаллизуются парафины и топливо теряет текучесть. Детали топливной аппаратуры, как известно, смазываются топливом, и его отсутствие приводит к сухому трению и их повреждению.

Единственное правильное решение в этом случае – искать теплый гараж и отогревать топливную систему.

Часто при пуске с буксира возникают повреждения привода ГРМ, особенно на тех двигателях, где он приводится зубчатым ремнем.

Исправный дизель должен свободно заводиться без дополнительных средств подогрева до -20°C. Если этого не происходит, проще найти и устранить неисправность, чем доводить двигатель до капитального ремонта.

#### 5. Прогревать двигатель и не допускать длительной езды на высоких оборотах.

Прогрев дизеля необходим, хотя очень часто можно встретить противоположное мнение, в том числе и в некоторых инструкциях. Холодный дизельный двигатель действительно позволяет двигаться сразу без рывков и провалов, но тепловые зазоры в непрогретых деталях повышены, а смазывающие свойства холодного и густого масла, наоборот, недостаточно высоки, что приводит к существенному возрастанию износа деталей на этом режиме. Поэтому небольшой прогрев в течение 3-5 минут до начала движения дизелю совершенно необходим. Длительная эксплуатация на высоких оборотах, более 3 500 – 4 000 об/мин, когда нагрузки на кривошипно-шатунный механизм и цилиндро-поршневую группу особенно высоки, приводит к резкому возрастанию их износа и снижению ресурса двигателя. Оптимальным для длительного использования следует считать диапазон 1600 – 3 200 оборотов в минуту.



#### 54.1 Этот сломанный плунжер – следствие попытки пуска с буксира при -20°

### 6. Не форсировать глубокие лужи на большой скорости.

Хорошие ездовые качества дизельного джипа на бездорожье часто провоцируют его водителя лихо рассекать полужам и бродам, поднимая, подобно катеру, буруны брызг и волн. Если бы вы знали, как много моторов попало в капитальный ремонт из-за гидроудара!

Как известно, дизель не имеет дросселирования на впуске и его всасывающие свойства высоки, а объем камеры сгорания очень мал.



54.2 Погнутый шатун – жертва гидроудара

Даже небольшое количество воды, попавшей в коллектор и затем в надпоршневое пространство, вызывает явление, называемое гидроударом – поскольку жидкость несжимаема и деться ей на такте сжатия некуда, происходит повреждение (изгиб) шатуна. Воздушный фильтр при этом отлично пропускает воду.

Поэтому глубокие лужи рекомендуется форсировать, что называется, "шагом".

### 7. Применять только качественные запчасти и не ремонтировать двигатель в незнакомых местах.

Попытки сэкономить на запчастях или стоимости ремонта дизеля чаще всего заканчиваются совсем не тем результатом, который хотелось бы получить. Из-за больших тепловых и динамических нагрузок требования к качеству запасных частей и комплектующих очень высоки, а рынок запчастей наводнен второсортным товаром, а зачастую и откровенным браком.



54.3 Прогар поршня из-за дефекта распылителя форсунки.

Так, к примеру, свеча накаливания, купленная за \$5, что в 2-3 раза дешевле ее нормальной цены, работает в лучшем случае две недели, а распылители за \$10

приходится браковать прямо на стенде. Были случаи вытяжки новой цепи за неделю работы, и это на Mercedes'e 300D, где заводские цепи свободно "отхаивают" по 200 тыс. км.

Та же рекомендация касается и ремонта: можно найти сервис или мастера, у которого цена одной и той же работы в 2-3 раза ниже, чем в специализированном техцентре, но очень часто такой ремонт ведет к потере времени, денег и даже повреждениям мотора.

Ремонт дизеля требует хорошего знания особенностей конструкции ремонтируемого мотора и строгого выполнения инструкции по ремонту.

## Основные неисправности дизельных двигателей и способы их устранения

### 1. Затрудненный запуск двигателя.

Чаще всего возникают трудности запуска холодного двигателя в зимнее время. Если топливо и масло соответствуют сезону, а стартер обеспечивает достаточные пусковые обороты и при этом прогретый мотор заводится и работает без замечаний, то причиной плохого запуска является либо низкая компрессия, либо неисправная система предпускового подогрева. Нижняя граница компрессии у большинства двигателей составляет 20-26 бар. Если компрессия находится на нижней границе, указанной для конкретного мотора, или ее разброс по цилиндрам превышает 3-5 бар, то такой мотор требует ремонта. В 90% случаев ремонт путем замены колец неэффективен и требуется расточка блока с установкой ремонтных поршней.

Об износе поршневой группы однозначно можно судить и без измерения компрессии, когда из открытой крышки масляной горловины или отсоединенного шланга вентиляции картера интенсивно вырываются картерные газы. Кстати, это наиболее простая проверка, которую можно самостоятельно осуществить при покупке машины. Если данное явление обнаружено, то от покупки следует отказаться или сразу снижать цену на стоимость капитального ремонта.

Проверить систему предпускового подогрева можно обычным тестером. Для этого следует подключить вольтметр к общей шине, по которой подводится напряжение на свечи, и включить зажигание. Если напряжение накала 12В (на части японских автомобилей 6 В или 24 В)



приходит на свечи и снимается через 20-30 секунд после погасания контрольной лампы в кабине, то реле управления свечами исправно. Если напряжение не приходит вообще, то надо проверить предохранитель. Далее следует отсоединить от свечей общую шину и проверить их сопротивление омметром. У исправных 12-вольтовых свечей сопротивление в холодном состоянии составляет обычно 0,6-0,8 Ом. Если оно равно нулю – в свече короткое замыкание, если бесконечности – обрыв.

Такую свечу следует заменить.

Неисправности ТНВД или форсунок на холодный запуск влияют в гораздо меньшей степени, однако в совокупности со сниженной компрессией недостаточная величина опережения впрыска и плохо распыляющая топливо форсунка могут сделать запуск невозможным.

Иногда плохой пуск исправного двигателя после длительной стоянки бывает вызван подсосом воздуха в топливной системе. За время стоянки топливо "уходит" из ТНВД, и без прокачки системы двигатель не заводится.

Затрудненный запуск горячего двигателя при легком холодном пуске всегда вызывается неисправностью ТНВД, связанной с износом плунжерной пары (гидравлической головки). Когда топливо нагревается, снижается его вязкость и возрастают гидравлические потери в зазорах.

Плунжер в этом случае не в состоянии развить давление, достаточное для открытия форсунок на пусковых оборотах, и топливо не поступает в камеру сгорания. Без замены плунжера в этом случае не обойтись.

## 2. Повышенная дымность двигателя.

Повышенная дымность помимо того, что неприятна сама по себе, еще и является признаком какой-либо неисправности и поэтому всегда требует своевременного отыскания причины и ее устранения.

Бело-сизый дым с едким запахом несгоревшей солянки вызывается тем, что топливо не сгорает в цилиндре, а испаряется на горячих деталях выпускного тракта. Обычно это вызывается неисправностями топливоподающей аппаратуры, поздним углом опережения впрыска либо отказом в работе одного из цилиндров. Эксплуатация двигателя в этом случае недопустима, так как это может привести к дальнейшим, более серьезным повреждениям мотора.

Если при холодном пуске мотор выделяет большое количество сизого дыма и работает неустойчиво, а по мере

прогрева это исчезает, то это говорит о сниженной компрессии в одном из цилиндров или неисправности одной-двух свечей накала. Из-за этого при пуске один из цилиндров не работает и топливо в нем испаряется не сгорая, а затем по мере прогрева двигателя начинается устойчивое самовоспламенение, цилиндр включается в работу и дым исчезает.

С этим явлением можно какое-то время эксплуатировать машину, не опасаясь повреждений, но все равно следует помнить о том, что неравномерная работа холодного двигателя существенно ускоряет износ.

Черный дым при резкой даче газа и при движении под нагрузкой вызывается обычно неисправностями форсунок или ранним углом опережения впрыска. Ранний угол впрыска обычно вызывает значительную задержку самовоспламенения с последующим резким ростом давления в цилиндре из-за самовоспламенения большей части топливного заряда сразу, что провоцирует жесткую работу двигателя и образование большого количества сажи.

Иногда черный дым вызывается неисправностями турбокомпрессора, который не развивает достаточного давления наддува или пропускает во впускной тракт значительное количество масла из-за износа лабиринтных уплотнений вала турбины.

Эксплуатация автомобиля с повышенным дымлением не приводит к повреждению двигателя или его деталей, однако длительная езда с неисправными распылителями форсунок или ранним углом впрыска приводит к прогару форкамер, обгоранию поршней и разрушению перемычек, что требует в дальнейшем серьезного ремонта.

В то же время незначительный выброс черного дыма при резком нажатии на педаль газа не более чем на 1 секунду считается допустимым и не требует вмешательства в топливную систему.

## 3. Неустойчивая работа двигателя, падение мощности и тяги.

Если двигатель исправен, легко запускается и не расходует масло, то эти явления обычно объясняются нарушениями в работе ТНВД или других элементов топливной системы.

Так неустойчивый холостой ход и провалы тяги, сопровождающиеся появлением сизого дыма, связаны с неисправностью подкачивающего насоса внутри ТНВД. Это обычно требует ремонта топливного насоса с полной разборкой, что невозможно сделать без соответствующего стенда. Иногда к тому же эффекту приводит более простая причина – подсос воздуха. Чтобы исключить ее, надо отсоединить всасывающий шланг от топливного фильтра и "покормить" мотор от отдельной емкости с чистой соляркой. Если мотор заработал нормально, следует искать место подсоса воздуха, если нет – ремонтировать ТНВД.

У японских внедорожников распространенное место подсоса воздуха – мембрана насоса ручной подкачки на корпусе фильтра. Иногда у этих моторов причиной неустойчивой работы бывает забитая или замятая металлическая возвратная магистраль, называемая "обраткой". Следует помнить и о том, что шайбы под "обраткой" одноразовые и повторное их использование может, помимо течи, привести к нарушению слива из форсунок в "обратку".

#### 4. Повышенная шумность двигателя.

Для многих водителей дизельных машин, ранее эксплуатировавших только бензиновые, звук работы их вполне исправного двигателя кажется им чрезмерным или угрожающим.

Владельцу следует знать, что беспокойство должны вызывать шумы, выделяющиеся из общего равномерного стука работающего двигателя, по тональности или не совпадающие с частотой работы двигателя, или появляющиеся и исчезающие в определенном диапазоне оборотов. Сразу должно насторожить появление посторонних звуков, сопровождающееся потерей мощности двигателя и появлением белого дыма. Это угрожающие симптомы. В любом случае, если появляются какие-либо опасения, лучше перестраховаться и, прекратив эксплуатацию двигателя, приступить к определению причины стука.

Своевременное определение неисправности чаще всего позволяет избежать серьезного ремонта.

**"4x4" Г.Цвелев, "Моторсервис"**

## Глава 55

## Полезные советы для владельцев дизельного автомобиля

### Почему дизель шумит?

Хорошо знакомый рокот дизеля поражается возгоранием топлива и последующим резким спадом высокого давления в камере сгорания. Наиболее четко специфический рокот дизеля слышен после пуска во время прогрева двигателя на холостых оборотах.

У дизеля отсутствует система зажигания, но имеется система предпускового прогрева камер сгорания цилиндров с помощью пусковых свечей. Кроме того, времени продолжительного проворачивания двигателя стартером и томительного ожидания, когда погаснет контрольная лампа окончания предпускового прогрева, давно прошли. Уже немало производителей выпускают быстрозапускающиеся дизели, для запуска которых зимой требуется не больше пары секунд. Некоторые автомобили даже имеют "пусковую ручку", которой можно напрямую управлять топливным насосом высокого давления, чтобы изменять момент впрыска, ускорять прогрев и уменьшать выброс дыма при пуске.

### Уход за дизелем

Поскольку дизель загрязняет масло в смазочной системе быстрее, чем бензиновый двигатель, большинство производителей автомобилей предусматривают более частую смену масла и фильтра.

Специальные масла дизелей широко доступны сегодня и, судя по отзывам, довольно эффективны. Однако любое высококачественное моторное масло для карбюраторных двигателей также подойдет и для дизеля, если только его менять через определенные интервалы. Прочтите этикетку на банке, в которой изготовитель обычно дает указания в отношении дизелей. Если на этой этикетке ничего не найдете, то посмотрите этикетку на контейнере, в котором были упакованы банки.

У двигателей с верхним распредвалом следует заменять зубчатый ремень через указан-

ные интервалы. В противном случае не исключено соударение поршня с клапанами, когда ремень внезапно порвется. Устранение последствий последнего потребует от вас немалых финансовых затрат. На практике уже имелись случаи обрыва ремней с пробегом до 48 тыс. км, но происходило это в результате попадания на них масла или воды из-за разгерметизации соответственно систем смазки и охлаждения. Однако, если вы задумаете ездить, не меняя ремня, после пробега 58 тыс. км, то ваше нежелание потратить время на своевременную замену ремня может обернуться для вас в дальнейшем значительно большими затратами времени и денег.

Для замены топливного фильтра покупайте наилучший из доступных вам. Некоторые фильтры могут выглядеть внешне хорошо, но "плохо исполнять свои прямые обязанности". Не забудьте также сменить уплотнительное кольцо на корпусе фильтра. Еще отметим, что на дизеле одинаково трудно предотвратить как утечку топлива, так и подсос воздуха в топливную систему, которые сильно нарушают работу двигателя.

Если воздух попадает в топливопроводы, то может потребоваться удаление его оттуда через специальный клапан с помощью небольшого ручного насоса, обычно монтируемого для этих целей на топливном насосе высокого давления. Многие современные дизели имеют системы питания, самосудалющие воздухом. Нужно лишь крутануть двигатель стартером, и воздух удалится.

Трудно избежать того, чтобы в топливном фильтре не конденсировалась влага, поэтому для некоторых дизелей на панели приборов предусматривается сигнальная лампа, извещающая о наличии воды в топливной системе.

Обычно при замене масла требуется только проверить состояние фильтра. Однако в случае эксплуатации автомобиля в тяжелых условиях, таких как повышенная влажность и большие пе-



репады между дневной и ночной температурами, проверять состояние фильтров следует чаще.

Все дизели на холоде дымят, но это не должно быть чрезмерным. Одной из наиболее распространенных причин этого является сбой в моменте подачи топлива насосом высокого давления, который легко устраняется путем повторной регулировки момента впрыска по меткам на коленчатом вале и насосе. Данная работа очень напоминает регулировку начального угла опережения зажигания на бензиновом двигателе. Операция может быть сделана на неработающем двигателе, однако лучше приобрести для этих целей специальную лампу для установки момента впрыска на дизели, которая крепится зажимом на топливоподводящей трубке форсунки и вспыхивает под действием толчков топлива, проходящего по трубке.

Другой причиной является подтекание топлива через форсунки с неплотно закрываемым топливоподающим каналом, что может приводить к переполнению цилиндра топливом и, как следствие, к чрезмерному дымлению при пуске. Кроме общей очистки форсунок и замены изношенных при пробеге около 110 тыс. км, мало что можно сделать еще в домашних условиях, чтобы проверить их работу. Разве что снять их и отдать проверить на каком-либо контрольном оборудовании.

Новые форсунки не дешевы, но вы сможете сэкономить немалую сумму, обратившись на станцию, занимающуюся ремонтом дизелей, и прокалибровать форсунки по вполне приемлемой цене. Цена на услугу зависит от расположения станции и наличия вокруг нее магазинов запчастей.

Однако вы в состоянии продлить срок службы форсунок, поддерживая в чистоте всасываемый дизелем воздух и топливные фильтры, и тем самым противодействовать загрязнению форсунок. Для этих целей следует периодически заливать в топливный бак в небольшом количестве специальные очистители.

Если следить за топливным насосом высокого давления, то он будет долго и исправно функционировать. Однако хотим предупредить, что его замена — довольно дорогая затея.

Плохой пуск и низкая приемистость дизеля могут быть обусловлены многими вещами: недоброкачественными пусковыми свечами, засорением каналов топливных магистралей, приводящим к падению давления подачи топлива, неисправностью топливопроводов и даже неправильной установкой форсунок. Определить

плохо работающие пусковые свечи легко по тому, как долго не гаснет контрольная лампочка предпускового прогрева.

Приводимая таблица возможных дефектов на дизеле составлена фирмой Bosch, и мы надеемся, что она поможет вам вернуть ваш двигатель в исправное состояние.

Поговорите с владельцами дизельных машин, и вы увидите, что никто из них и думать не хочет о том, чтобы снова сесть за руль бензинового автомобиля. Возможно, наступил и ваш черед, если дизель вполне отвечает вашим запросам.

### Таблица неисправностей и методов их устранения на дизеле с топливной аппаратурой фирмы Bosch

| Неисправность  | Коды возможных причин                |
|--|--------------------------------------|
| Затрудненный пуск  | 1-9, 12, 13, 20, 22                  |
| Неустойчивый холостой ход  | 1, 2, 14, 18, 21, 22                 |
| Неравномерный холостой ход прогретого двигателя                        | 2, 10, 13, 17, 20, 22                |
| Перебои в работе двигателя под нагрузкой                               | 1, 2, 4, 5-10, 16, 22                |
| Падение мощности двигателя   | 1, 4-7, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19-22 |
| Повышенный расход топлива  | 7, 9, 10, 11, 13, 14, 19, 21, 22     |
| Двигатель не останавливается   | 3, 21, 22                            |
| Низкая приемистость, выхлоп с черным дымом, падение мощности двигателя | 2, 5, 9, 10, 11, 13, 19-22           |
| Сизый выхлоп при максимальной нагрузке (белый или голубой)             | 1, 2, 4, 5, 8, 9, 13, 19, 22         |
| Ненормально низкие минимальные и максимальные обороты холостого хода   | 14, 15, 18, 21                       |
| Двигатель не разгоняется   | 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 19, 20, 21     |
| Топливный насос высокого давления перегревается                        | 16                                   |

| Возможная неисправность  | Методы устранения   |
|--|---|
| 1. Пустой топливный бак или засорен вентиляционный клапан бака | Заправить бак, промыть топливопроводы, очистить вентиляционный клапан |
| 2. Наличие воздуха в топливной системе                         | Прокчать топливную систему, устранить подсос воздуха                  |

|   |   |
|---|---|
| 3. Неисправен электромагнитный клапан дизеля или регулятор пусковой подачи топлива                          | Отремонтировать или заменить                                    |
| 4. Засорен топливный фильтр   | Заменить топливный фильтр                                       |
| 5. Засорены топливopоводы низкого давления  | Восстановить проходные сечения топливopоводов                   |
| 6. Засорены топливopоводы низкого давления  | Промыть или заменить топливopоводы                              |
| 7. Неплотные соединения, топливopоводы подтекают или сломаны  | Подтянуть соединения, устранить течь                            |
| 8. Отложения парафина в топливном фильтре   | Заменить фильтр, использовать сезонное топливо                  |
| 9. Неправильное опережение впрыска топлива  | Отрегулировать начальный угол опережения впрыска топлива        |
| 10. Неисправны сопла форсунок   | Отремонтировать или заменить                                    |
| 11. Засорен воздушный фильтр  | Заменить фильтрующий элемент                                    |
| 12. Неисправна система предпускового подогрева  | Заменить неисправные пусковые свечи                             |
| 13. Распределение впрыска по цилиндрам не соответствует порядку их работы                                   | Переставить топливopоводы высокого давления в требуемом порядке |
| 14. Ненормальные обороты холостого хода   | Отрегулировать винтом обороты холостого хода                    |
| 15. Ненормальные максимальные обороты холостого хода  | Отрегулировать винтом максимальные обороты двигателя            |
| 16. Засорен или неисправен перепускной клапан   | Очистить калиброванный канал или заменить клапан                |
| 17. Негерметичен нагнетательный клапан (на четырехцилиндровом дизеле) или два клапана (на шестицилиндровом) | Заменить клапан(ы)  |
| 18. Усилие буферной пружины регулятора частоты вращения дизеля не отрегулировано                            | Отрегулировать усилие буферной пружины                          |
| 19. Неисправна муфта опережения подачи топлива  | Отремонтировать или заменить муфту                              |
| 20. Низкая компрессия   | Восстановить компрессию   |
| 21. Неисправен или не отрегулирован регулятор частоты вращения двигателя                                    | Отрегулировать или заменить регулятор                           |
| 22. Топливный насос высокого давления неисправен или не поддается регулировке                               | Снять насос и отдать в ремонт                                   |

### Покупка подержанного двигателя

Будьте внимательны при покупке подержанного дизеля. Дизели работают долго, но это не означает, что вы не должны осмотреть все традиционно изнашиваемые места. На некоторых двигателях очень легко замаскировать как продолжительность эксплуатации, так и износ. При оценке состояния такого двигателя есть опасность "лопнуть", если вы плохо разбираетесь в дизелях.

Как и у бензиновых двигателей, выхлоп дизеля должен быть бездымным. Кроме того, не должен выходить дым из открытой горловины масляной трубки на прогретом двигателе. Поскольку дизелю свойственна большая шумность, чем бензиновому двигателю, вы должны отличать рабочий шум от стука изношенных поршней, шатунов, распредвала и т.д. Если у вас сомнения в отношении состояния двигателя, то обратитесь за помощью к профессионалам.

Турбодизели очень популярны, поскольку турбонаддув хорошо вписывается в характеристики дизеля. Турбокомпрессоры работают с малым давлением наддува и на малых оборотах двигателя, что обеспечивает им более долгий, чем у бензиновых двигателей срок службы. Турбодизели превосходно подходят для тягачей и многотонных грузовых машин.

Однако дизельным автоматическим устройствам трудно соответствовать запросам автоматической коробки передач из-за пологой характеристики крутящего момента. Лишь немногие изготовители обеспокоены этой проблемой. В их числе Citroen, Mercedes, Peugeot и недавно присоединившийся к ним Opel, но и то они применяют автоматические коробки передач только на машинах среднего класса.

Благодаря все нарастающей популярности, на дизели больше не смотрят как на бедного родственника, и по уровню своей отделки они полностью соответствуют своим бензиновым собратьям.

При покупке обращайте внимание на остаточную стоимость дизеля. В свое время дизельные машины дали толчок росту объема продаж автомобилей в Германии, но пик объема продаж был достигнут еще четыре года назад и до настоящего времени идет постепенный спад, так что убедитесь, что вы не переплачиваете за честь стать владельцем дизельного авто.

Проверьте пробег. Дизельные машины покупаются за их потенциально высокую надежность и возможно большой пробег. Особенно, когда они покупаются новыми. Но это вовсе не

означает, что вы не должны обращать внимание на счетчик пробега. Действительно, многие торговцы не любят иметь дело с автомобилями, пробег которых перевалил за 80 тыс. км и, соответственно, корректируют цену на них. Или, не мудрствуя лукаво, просто сбрасывают пробег на счетчике. Пробег в 160 тыс. км вполне естественен для хорошо обслуживавшегося дизеля, но подумайте дважды, если счетчик показывает 320 тыс. км или, особенно, если это подержанное такси с таким пробегом.

За исключением двигателя, большинство дизельных машин по своему устройству идентичны своим бензиновым собратьям, то же относится и к подавкам, тормозам, но учитывайте цены на запчасти. Например, выхлопные системы служат долго, но отличаются от аналогичных бензиновых двигателей. И если вы привыкли покупать запчасти у разборщиков аварийных автомобилей, то имейте в виду, что детали бензиновых двигателей могут быть внешне похожими и подходить по размерам, однако блок цилиндров дизеля отличается от аналогичного блока бензинового двигателя и в большинстве случаев не может быть выбран в качестве замены. Также различаются передаточные числа коробок передач и сцепления.

### Будь здоров дизель

Мотор чихнул раз, другой и затих. Каждый, кто попадал в такую ситуацию, наверняка знает, какой рой вопросов проносится в голове во время неудачных попыток вновь запустить "сердце" "железного коня". Владельцы машин с дизельными двигателями ничем не отличаются от всех прочих, однако причины неприятностей с дизельными двигателями и способы их устранения во многом специфичны для этого типа моторов. Чтобы не усложнять себе жизнь, лучше послушать советы профессионалов, имеющих солидную практику в этой области.

К ним обратились и на этот раз, почерпнув массу полезной информации и довольно-таки простых в реализации практических советов.

Самым большим сюрпризом оказывается то, что еще вчера не доставлявший хлопот двигатель вдруг напрочь отказывается "оживать" именно в тот момент, когда вы утром спешите на работу. Если такое приключилось впервые, да еще сопровождается белым выхлопом, то почти с полной уверенностью можно сказать, что виноваты свечи накаливания. Кстати, индикатор на панели приборов вполне может и ошибаться, утверждая, что со свечами все о'кей. Для проверки один конец провода подводится к

"плюсу" аккумулятора, а второй подает напряжение напрямую на свечи. Если при этом проскакивает хорошая искра (ее нетрудно отличить от яркой вспышки короткого замыкания), провод начинает греться, и после этого мотор заводится, то свечи здесь ни при чем. Неполадку следует искать в электрических цепях, подающих на них напряжение. Таким образом можно проверить также клапан подачи топлива.

И, наконец, вините только себя, если пытались до этого завести машину с ходу. Ремень газораспределительного механизма при этом запросто мог проскочить через несколько зубьев. Запустить мотор не удастся и, возможно, надо готовиться к сложному и дорогому ремонту двигателя.

Как показывает опыт, очень распространенной является и другая ситуация – двигатель работает на холостом ходу, а при попытке добавить оборотов сразу глохнет или останавливается, чуть проработав. Скорее всего, в топливную систему попал воздух. Стоит опять-таки обратить внимание на выхлоп. В этом случае он, как правило, белый с характерным запахом солянки. Разрежение в потоке топлива может возникнуть из-за засора, скажем, топливозаборника или топливного фильтра. Чаще всего забивается именно топливный фильтр, причем такие неприятности возникают большей частью в зимнее время.

Специалисты фирмы "Технодизель" советуют всем придерживаться правила, не имеющего исключений: никогда не ремонтировать топливные фильтры. Разнообразные "промывания", "продувания", и прочие, якобы восстанавливающие процедуры, в лучшем случае просто не дадут эффекта, а в худшем – еще усугубят положение. Топливо, проходя через такой "восстановленный" фильтр, не только не получает положенной очистки, но еще и смывает из фильтра всю накопившуюся в нем прежде грязь. Это довольно быстро может вывести из строя прецизионный механизм ТНВД.

Еще одна псевдопомощь мотору, которую любят оказывать "знающие" механики, – установка нескольких топливных фильтров. С точки зрения достижения небывалой чистоты поступающей в двигатель солянки смысла в этой многоступенчатой фильтрации нет. Фирмы-изготовители дизельных автомобилей проводят точные расчеты производительности фильтров, которые подтверждаются целыми сериями испытаний, поэтому им стоит доверять. Дополнительные фильтры не просто бесполезны, а вредны. Они создают излишнее сопротивление,



в силу чего ТНВД работает с перегрузкой и быстрее выходит из строя. Увеличившееся сопротивление в трубопроводе может также стать причиной подсосывания воздуха.

Не стоит идти на поводу и еще одного достаточно распространенного заблуждения о том, что дополнительные фильтры способствуют отделению воды из топлива. На самом деле фильтры воду не задерживают, для этого существуют специальные отстойники-сепараторы. О наличии такого сепаратора свидетельствует небольшая пробка снизу под фильтром. Сливать накопившуюся влагу следует примерно через каждые 3000 км пробега. Сливать жидкость нужно до тех пор, пока не потечет практически чистая солярка.

Наличие воды в топливе также вызывает белые облака выхлопных газов. Некоторые современные дизельные автомобили имеют индикатор на панели приборов, который сообщает о том, что в топливе имеется вода. Если индикатор загорелся, лучше, не откладывая на потом, остановиться, заглушить мотор и слить жидкость из сепаратора. При необходимости можно повторить процедуру. Если и после этого индикатор не хочет гаснуть, то, вероятно, проблема в электрических цепях системы индикации наличия воды в топливе. Пытаться что-то подправить в низ на скорую руку не стоит, лучше обратиться в автосервис.

Случается и такое, что мерно гудевший двигатель вдруг ни с того ни с сего замолкает. Самый тривиальный совет, который, как это ни странно, помогает во многих "тяжелых" случаях — убедитесь, что в баке еще есть солярка. Если дело хуже, и действительно что-то произошло, стоит припомнить, не было ли какого-нибудь резкого звука перед тем, как двигатель замолк. Таким звуком сопровождается обрыв ремня газораспределительного механизма. Если так, то лучше не пытаться прокручивать мотор — последствия могут быть разрушительными.

Другой причиной внезапной остановки мотора может стать все тот же воздух в топливной системе. Можно попробовать напрямую подключить топливный насос к любой емкости с соляркой. Если двигатель начнет работать, то причина найдена. При любых проблемах с топливным насосом лучше всего обращаться к специалистам, не доверяя ремонт сомнительным механикам.

Когда ТНВД исключен из вероятных виновников неприятностей, можно попробовать ослабить игольцы на форсунках. Если во время попыток запустить двигатель из-под них начнет

пульсирующей струей вытекать солярка, это значит, что неисправные форсунки не обеспечивают нормальное поступление топлива в камеры сгорания. Возможно, вы заметите, что повалил черный дым выхлопа — это один из признаков зависания иглы в форсунке. Топливо начинает неконтролируемо поступать в цилиндр, а черный выхлоп обусловлен его неполным сгоранием.

**Внимание!** И еще одно — не нужно лихо ездить через глубокие лужи. Мастерам часто приходится видеть покалеченные после такого купания моторы дизельных машин. Вода из лужи попадает в камеру сгорания, и сильнейший гидроудар гнет даже прочнейшие шатуны!

## 1. Метод снятия двигателя

1. Вы можете снять двигатель вместе с коробкой передач, но мы рекомендуем Вам снять двигатель отдельно.

### Демонтаж силового агрегата — методы и техника безопасности

Если было принято решение о демонтаже двигателя для проведения капитального ремонта, или ремонта основных узлов, то надо провести определенные подготовительные мероприятия.

Крайне важно наметить место в котором будут производиться работы. Несомненно, лучшим местом является мастерская. Очень важно иметь оборудованную рабочую площадку, а также место для хранения автомобиля. Если ни мастерской, ни гаража нет, то потребуются хотя бы ровная и чистая бетонная или асфальтированная площадка.

Промывка моторного отсека и силового агрегата перед началом демонтажа позволит содержать инструмент в чистоте и постоянном рабочем состоянии.

Также понадобятся напольный подъемник или тельфер. Убедитесь в том, что эти устройства имеют запас по грузоподъемности и способны поднять двигатель с трансмиссией. Соблюдение мер безопасности здесь играет первостепенную роль, так как подъем двигателя из автомобиля — операция потенциально опасная.

Если работы по демонтажу двигателя проводятся неопытным лицом, то необходим помощник. Проконсультируйтесь и попросите помочь лиц, имеющих опыт в таких работах. Имеется множество примеров того как попытки в

одинокую выполнить демонтаж двигателя с подъемом последнего из моторного отсека заканчивались безуспешно.

Заранее спланируйте свои действия. Перед тем как начать работы возьмите напрокат или приобретите все необходимые инструменты и оборудование. К некоторым приспособлениям, обеспечивающим безопасность при демонтаже и монтаже двигателя, а также снижение трудозатрат относятся (помимо подъемника) домкрат-тележка достаточной грузоподъемности, полный набор ключей и оправок, деревянные колодки, ветошь и растворитель для уборки неизбежных луж от пролитых рабочих жидкостей двигателя. Если подъемник будет браться напрокат, то об этом договоритесь заранее, выполнив все работы, в которых этот механизм не требуется. Это позволит сэкономить деньги и время.

Имейте в виду, что значительное время вы не сможете воспользоваться автомобилем. Для выполнения некоторых работ, недоступных в домашних условиях из-за отсутствия специального оборудования, придется обратиться в мастерскую автосервиса. Эти предприятия работают по графику и будет целесообразным проконсультироваться там до демонтажа двигателя, чтобы точно оценить затраты времени на ремонт и восстановление деталей.

Всегда при демонтаже и монтаже силового агрегата будьте очень внимательны. Необдуманные действия могут быть причиной серьезных травм. Заранее обдумывайте свои действия. Не жалейте на это времени, ибо главное – работа без травм.

## 2. Переборка двигателя – общая информация

### Капитальный ремонт двигателя – общие замечания

Не всегда легко прийти к выводу о целесообразности полного капитального ремонта двигателя, поскольку необходимо основываться на целом ряде объективных показателей.

Большой пробег не является достаточным показателем необходимости проведения капитального ремонта, с другой стороны, малый пробег не исключает необходимость проведения капитального ремонта. Наиболее важным показателем по всей видимости является своевременность текущего технического обслуживания двигателя. При своевременной смене ма-

сла и фильтра, а также при выполнении всех других необходимых работ по обслуживанию, двигатель служит надежно на протяжении многих тысяч километров пробега. Наоборот, недостаточное по объему или несвоевременное техническое обслуживание может явиться причиной резкого сокращения ресурса двигателя.

Повышенный расход масла указывает на износ поршневых колец, направляющих втулок клапанов и маслосъемных колпачков. Следует убедиться, что течи не являются причиной повышенного расхода масла, и только после этого делать вывод о непригодности поршневых колец и направляющих втулок клапанов. Чтобы определить вероятную причину неисправности, измерьте компрессию в цилиндрах двигателя.

Для определения объема предстоящих работ проверьте компрессию в цилиндрах двигателя. Проведите также испытания с помощью вакуумметра и определите характер показаний этого прибора.

Проверьте давление масла манометром, ввернутым на место датчика давления масла и сравните результат проверки с нормативным значением. Если давление масла низкое, то причиной может быть износ коренных и шатунных подшипников или деталей масляного насоса.

Потеря мощности, "провалы" в работе двигателя, детонация или металлические стуки, повышенный шум от газораспределительного механизма, повышенный расход топлива указывают на необходимость проведения капитального ремонта, особенно, если все эти признаки ненормальной работы проявляются одновременно. Если выполнение всех регулировок не приводит к улучшению, то единственным средством устранения ненормальной работы двигателя является капитальный ремонт. Капитальный ремонт заключается в восстановлении деталей двигателя до состояния, указанного в технических данных для нового двигателя. При проведении капитального ремонта заменяются поршни и поршневые кольца, растачиваются или хонингуются цилиндры. После ремонта цилиндров, который выполняется в специализированной мастерской, потребуется установка ремонтных поршней. Шатунные и коренные вкладыши коленвала, а также крышки опорных шеек распредвала также подлежат замене, при необходимости следует шлифовать шейки коленвала до восстановления нормальных зазоров с шатунными и коренными вкладышами. Как правило, ремонту подлежат и клапаны, так как их состояние на момент ремонта как правило не совсем удовлетворительное. Во время капи-



тального ремонта двигателя также выполняется ремонт таких агрегатов как стартер, генератор и распределитель зажигания. В результате отремонтированный двигатель должен обладать качествами нового агрегата и выдержать значительный пробег без отказов.

**Замечание.** При капитальном ремонте следует заменить такие важные детали системы охлаждения как шланги, ремни привода, термостат и насос охлаждающей жидкости. Радиатор надо обследовать на герметичность и чистоту внутренних каналов. Если вы купили ремонтный двигатель, или блок цилиндров неполной комплектации, то некоторые поставщики не дают гарантии на эксплуатацию этих агрегатов без качественной промывки радиатора. При капитальном ремонте двигателя также рекомендуется заменить масляный насос.

Перед началом капитального ремонта двигателя ознакомьтесь с описанием соответствующих процедур, чтобы сложилось впечатление от предстоящего объема работ и требований к ним. При соблюдении всех норм и правил, при наличии всех необходимых инструментов и приспособлений, капитальный ремонт выполнить несложно, однако потребуются значительные затраты времени. Ориентировочно понадобится не меньше двух недель, особенно если для ремонта и восстановления деталей придется обратиться в специализированную мастерскую. Проверьте наличие запасных частей и заранее позаботьтесь о приобретении необходимых специальных инструментов и оборудования. Почти все работы могут быть выполнены с помощью стандартного набора инструментов, хотя для проверки и определения пригодности тех или иных деталей понадобятся точные измерительные приборы. Зачастую проверку состояния деталей выполняют в специализированных мастерских, в которых также получают рекомендации по замене или восстановлению тех или иных деталей.

**Замечание.** Обращаться в мастерские автосервиса следует только после полной разборки двигателя и проверки состояния всех деталей, особенно блока цилиндров, чтобы решить какие именно операции по обслуживанию и ремонту будут выполняться в мастерских.

Так как состояние блока цилиндров является определяющим фактором принятия решения о дальнейшем его ремонте или о покупке нового (или ремонтного) блока цилиндров, то покупать запасные части или выполнять операции по механической обработке сопутствующих деталей

следует только после тщательной проверки его технического состояния. Примите за правило, что истинной ценой ремонта является время, — тогда не придется платить за установку изношенных или восстановленных деталей.

В заключение отметим, что сборку любых агрегатов следует выполнять со всей тщательностью в чистом помещении, чтобы избежать дальнейших отказов отремонтированного двигателя и обеспечить его надежную работу.

## Диагностика двигателя с помощью вакуумметра

Измерение разрежения является надежным и сравнительно дешевым способом диагностики двигателя. По показаниям вакуумметра можно получить представление о состоянии поршневой группы, о герметичности прокладок головки блока цилиндров, всасывающего и выпускного коллекторов, правильности регулировок системы питания двигателя и выпуска отработанных газов, пропускной способности отработанных газов, состоянии клапанов (их залипании или прогорания) и пружин клапанов, а также проверить правильность регулировки момента зажигания и сохранения фаз газораспределения при работе двигателя.

К сожалению, показания вакуумметра сложно интерпретировать и результаты анализа показаний могут быть ошибочными, поэтому, вакуумную диагностику целесообразно объединить с другими методами.

Исходными факторами, по которым анализируются показания вакуумметра и делаются наиболее точные выводы о состоянии двигателя, являются абсолютное показание прибора и характер движения стрелки прибора (динамика показаний). Шкала большинства вакуумметров проградуирована в мм. рт. столба. По мере нарастания разрежения (и соответственно падения давления) показание прибора увеличивается. На каждые 300 м над уровнем моря абсолютные показания вакуумметра будут отличаться примерно на 25 мм.рт.ст.

Присоедините вакуумметр прямо к всасывающему коллектору (См. фото), но не к другим отверстиям через которые создается вакуум, отделенным от коллектора каналом определенной длины (например, к отверстиям перед дроссельной заслонкой).

Перед началом испытаний полностью прогрейте двигатель. Заблокируйте колеса и поставьте автомобиль на ручной тормоз. При положении рычага переключения передач в ней-

тральном положении (или в положении Park на автомобилях с автоматической трансмиссией) запустите двигатель и оставьте работать на холостом ходу.

**Предупреждение.** *Перед запуском двигателя тщательно проверьте состояние лопастей вентилятора (наличие на них повреждений или трещин). Во время работы двигателя не подносите руки слишком близко к вентилятору, держите прибор на достаточном удалении от вентилятора и не стойте на одной линии с вращающейся крыльчаткой.*

Проверьте показание вакуумметра. На исправном двигателе вакуумметр должен показывать разрежение 430 – 560 мм.рт.ст., а стрелка прибора должна быть практически неподвижна.

Ниже следует описание характера показаний вакуумметра и методики определения состояния двигателя на их основе.

а. Слишком низкий уровень разрежения обычно указывает на негерметичность прокладки между всасывающим коллектором и камерой дроссельной заслонки, вакуумного шланга, а также на слишком позднее зажигание или на неправильный момент открытия и закрытия клапанов. Перед тем как снять крышки зубчатого ремня и проверить совмещение установочных меток проверьте установку зажигания с помощью стробоскопа и устраните все иные возможные причины, руководствуясь методиками проверки, описанными в настоящей Главе.

б. Если показания вакуумметра на 75 – 200 мм.рт.ст. ниже нормального и являются неустойчивыми (стрелка дергается), то это указывает на течь в прокладке на входе всасывающего коллектора или на неисправность форсунок.

в. Если стрелка регулярно отклоняется на 50 – 100 мм.рт.ст., то причиной является негерметичность клапанов. Для подтверждения этого вывода проверьте компрессию в цилиндрах двигателя.

г. Стрелка нерегулярно отклоняется в сторону низких показаний, или подрагивая показывает низкое разрежение. Вероятной причиной является повышенное сопротивление движению клапанов, или перебои в работе цилиндров. Проверьте компрессию в цилиндрах и осмотрите свечи.

д. Если на холостом ходу стрелка быстро колеблется в пределах 100 мм.рт.ст., а работа двигателя сопровождается дымом из глушителя, то изношены направляющие втулки клапанов. Для проверки этого вывода надо провести испытания камер сгорания на герметичность (с

накачкой воздуха). Если стрелка быстро колеблется и одновременно наблюдается увеличение оборотов двигателя, то надо проверить герметичность прокладки всасывающего коллектора, упругость пружин клапанов. Такие показания также могут быть обусловлены прогоранием клапанов и перебоями в работе цилиндров (сбоями зажигания).

е. Слабые флуктуации стрелки (в пределах 20-30 мм.рт.ст. в обе стороны) указывают на неустойчивую работу зажигания. Проверьте все предусмотренные установки и регулировки, при необходимости подключите к двигателю анализатор системы зажигания.

з. При больших флуктуациях стрелки проверьте компрессию в цилиндрах, или проведите испытания на герметичность, так как причинами неисправности могут быть неработающий цилиндр, или нарушение герметичности прокладки головки цилиндров.

ж. Если показания прибора медленно меняются в широком диапазоне, то проверьте чистоту трубопроводов системы принудительной вентиляции картера, правильность регулировки горючей смеси, герметичность прокладок корпуса дроссельной заслонки, или всасывающего коллектора.

и. Резко откройте дроссельную заслонку, и когда обороты двигателя достигнут 2500 об/мин отпустите заслонку. Заслонка должна медленно возвращаться в исходное положение. Показания вакуумметра должны упасть почти до нуля, затем возрасти и превысить контрольные показания, соответствующие стационарному холостому ходу примерно на 125 мм.рт.ст., после чего разрежение должно восстановиться на прежнем уровне. Если разрежение восстанавливается медленно, а при резком открытии заслонки превышение контрольного показания отсутствует, то причиной может являться износ поршневых колец. При крайне медленном восстановлении разрежения проверьте чистоту выпускного тракта (как правило глушителя или каталитического конвертера). Самый простой способ такой проверки заключается в размыкании выхлопного тракта перед подозрительным участком и в повторении испытания.

## Проверка компрессии в цилиндрах двигателя

а. Результаты проверки компрессии в цилиндрах двигателя позволяют судить о состоянии группы деталей в верхней части двигателя (поршней, колец, клапанов и прокладки головки



блока цилиндров). А именно, уменьшение компрессии может быть обусловлено негерметичностью камер сгорания вследствие износа поршневых колец, повреждения головок клапанов и седел, прогара прокладки головки блока цилиндров.

**Замечание.** Для получения точных результатов проверки двигатель должен быть прогрет до нормальной температуры, а батарея полностью заряжена.

б. Начните с того, что очистите участки рядом со свечами зажигания, для чего продуйте сжатым воздухом (при отсутствии компрессора продуйте участки автомобильным, или даже велосипедным, насосом). Это необходимо для того, чтобы исключить попадание грязи в цилиндры при измерении компрессии.

в. Выверните свечи зажигания.

г. Полностью откройте дроссельную заслонку и закрепите в таком положении.

д. Отсоедините центральный высоковольтный провод от крышки распределителя зажигания, соедините его с массой на блоке цилиндров. Для надежности соединение с массой выполните с помощью специального закорачивающего отрезка провода с зажимами аллигаторного типа на обоих концах. Также не помешает удалить предохранитель электронной системы впрыска топлива на монтажном блоке, что обеспечит полное отключение электрического топливного насоса при измерении компрессии.

д. Вставьте измеритель компрессии в отверстие для свечи.

е. Включите стартер и проверните коленвал на несколько оборотов, следя за показаниями манометра измерителя компрессии. На исправном двигателе давление должно нарастать быстро. Низкое давление после первого хода поршня и медленное нарастание при последующих тактах сжатия указывает на износ поршневых колец. Если после первого хода поршня давление низкое, и при последующих тактах сжатия не возрастает, то причиной является утечка в клапанах или негерметичность прокладки головки блока цилиндров (причиной также может являться образование трещин в головке). Снижение компрессии может также быть вызвано отложениями нагара на головках клапанов. Запишите наибольшее значение компрессии.

з. Повторите процедуру измерения для остальных цилиндров, результаты сравните с нормативными данными.

ж. Через отверстие для свечи введите в каждый цилиндр немного масла для двигателя

(примерно три полных шприцевых масленки), затем повторите испытания.

и. Если после введения масла компрессия повысилась, то можно сделать однозначный вывод о том, что изношены поршневые кольца. Если компрессия возрастет незначительно, то утечка происходит через клапаны, или прокладку головки блока цилиндров. Утечка через клапаны может быть вызвана прогоранием седел и/или фасок клапанов, а также деформацией стержней клапанов, или образованием на них трещин.

к. Если компрессия одинаково низкая только в двух соседних цилиндрах, то наиболее вероятной причиной является прогорание прокладки между этими цилиндрами. Подтверждением этого вывода будет появление в камерах сгорания или в картере коленвала блока цилиндров следов охлаждающей жидкости.

л. Если значение компрессии в одном из цилиндров ниже на 20 процентов, чем в остальных цилиндрах и двигатель неустойчиво работает на холостом ходу, то причиной может быть износ кулачка распредвала, управляющего выпускным клапаном.

м. Если значение компрессии превышает норму, то камера сгорания покрыта отложениями нагара. В данном случае головку цилиндров надо снять и удалить нагар.

н. Если компрессия во всех цилиндрах низкая, или сильно отличается для разных цилиндров, то необходимо провести испытания камер сгорания на герметичность, для чего надо обратиться в специализированную мастерскую. В результате испытаний должны быть точно установлены места утечек и дана количественная характеристика утечки.

## Капитальный ремонт двигателя - альтернативы

При самостоятельном выполнении капитального ремонта возможны различные варианты. Решение о замене блока цилиндров, шатунно-поршневой группы и коленчатого вала зависит от целого ряда факторов, из которых самым важным является состояние блока цилиндров. Другими соображениями являются стоимость ремонта, возможность доступа к оборудованию мастерских автосервиса, наличие запчастей, время, планируемое на проведение работ, а также личный опыт.

Вот некоторые из вариантов выполнения капитального ремонта.

## Приобретение отдельных запчастей

Если проверка показывает, что блок цилиндров и большинство деталей находятся в удовлетворительном состоянии и могут использоваться в дальнейшем, то наиболее целесообразным с экономической точки зрения является покупка отдельных запчастей. Блок цилиндров, шатунно-поршневую группу и коленчатый вал следует обследовать особенно тщательно. Даже если обнаруживается незначительный износ блока цилиндров, цилиндры подлежат обязательному хоннингованию.

## Блок цилиндров неполной комплектации

Блок цилиндров неполной комплектации содержит блок цилиндров с установленными кривошипно-шатунным механизмом и поршневой группой. Все сопряженные детали подобраны по размерным группам, все зазоры соответствуют нормам. На блок отдельно монтируются не входящие в состав этого ремкомплекта распредвал, клапанный механизм, головка блока цилиндров и навесные агрегаты. Затраты на механическую обработку минимальны или не требуются совсем.

## Ремонтный двигатель (блок цилиндров полной комплектации)

Поставляемый в запчасти ремонтный двигатель содержит весь комплект блока цилиндров неполной комплектации, а также масляный насос, масляный поддон, головку блока цилиндров, крышку головки блока цилиндров, распредвал, клапанный механизм, шестерни привода распредвала, зубчатый ремень и крышки ремня. Все детали установлены с новыми подшипниками, уплотнениями и прокладками. На комплект монтируются только всасывающий и выпускной коллекторы и навесные агрегаты.

Тщательно продумайте, какая из альтернатив вам лучше всего подходит, перед покупкой или перед оформлением заказа на запчасти проконсультируйтесь в местной мастерской автосервиса, с поставщиками запчастей, а также со специалистами по восстановлению двигателей.

## Обнаружение причин неисправностей

### Введение

Владельцам автомобилей, осуществляющих их техническое обслуживание в соответствии с

рекомендуемым графиком технического обслуживания, не придется очень часто обращаться к данному разделу Руководства. Надежность современных узлов и механизмов такова, что при условии периодического осмотра или замены тех или иных деталей, подвергающихся наибольшему износу или старению, их внезапный выход из строя случается сравнительно редко. Зачастую поломки узлов и механизмов возникают не в результате внезапного выхода из строя их составных деталей, а являются следствием нарушения правил их эксплуатации в течение определенного периода времени. Появлению серьезных механических повреждений предшествуют, как правило, характерные для них признаки в процессе пробега транспортным средством сотни и даже тысячи миль. Те же детали и узлы, которые внезапно вышли из строя без предварительно указывающих на то признаков, обычно очень малы и легко заменимы.

При обнаружении любой неисправности первым делом точно определите ее причину. Иногда она очевидна, но в иных случаях необходим небольшой технический анализ. Владелец автомобиля, осуществивший полдюжины регулировок или замен узлов и механизмов наугад, может случайно ликвидировать неисправность (или ее признак). Но все это будет лишено смысла, если аналогичная неисправность повторится, а исправление ее займет гораздо больше времени и средств, чем необходимо. Для обеспечения нормальной работы автомобиля в течение долгого времени при выяснении причин неисправности нужен спокойный и логический подход. Обязательно учитывайте все тревожные признаки и отклонения от нормы, замеченные вами в период, предшествующий поломке, – потерю мощности, высокие или низкие показания контрольно-измерительных приборов, посторонние шумы или запахи и т.д. – и помните, что выход из строя таких деталей, как предохранители, является следствием иных неисправностей.

Материал, изложенный ниже, поможет владельцам автомобилей в оперативном устранении причин внезапного отказа двигателя или каких-либо неисправностей (поломок) в пути. В конце каждой главы данного Руководства также имеется раздел "Выявление причин неисправностей", рекомендации которого посодействуют в устранении неисправностей, если предварительная проверка оказалась безрезультатной. При обнаружении любого рода неисправностей придерживайтесь следующих основных правил.



Установите истинную причину неисправности!

Это сделать несложно, если вам предварительно известны все ее характерные признаки. Кроме того, знать их очень важно, особенно если вы оказываете помощь другому владельцу автомобиля, который не может их правильно изложить.

Не проходите мимо очевидного! Например, автомобиль не заводится. А может, в баке просто нет топлива? (Не верьте никому на слово и доверяйте указателю уровня топлива в баке). Если произошли какие-либо нарушения в электрической системе, то прежде чем извлечь контрольные приборы, убедитесь в том, что все провода целы и надежно закреплены.

Лечите саму болезнь, а не ее следствие!

Замена разрешенного аккумулятора снимет груз с ваших плеч, но если основная причина возникшей неисправности не в этом, то новый аккумулятор постигнет та же участь.

### **Ничего не принимайте на веру!**

Главным образом, не забывайте, что "новая" деталь или узел могут иметь дефекты (особенно, если они в течение длительного времени валялись в багажнике) и не отказывайтесь от их технической проверки только потому, что они новые или недавно установлены на автомобиль.

Когда вы окончательно убедитесь в настоящей причине той или иной серьезной неисправности, то вероятнее всего придете к выводу, что она была очевидна с самого начала.

### **Неисправности электрической системы**

Причины неисправностей электрической системы автомобиля определить сложнее, чем повреждения его механической части. Но они не менее эффективно поддаются логическому анализу, если вам понятны основные принципы работы этой системы. В процессе эксплуатации автомобиля его электропроводка испытывает влияние крайне неблагоприятных факторов – нагрева, вибрации, химического воздействия. Поэтому при каких-либо неисправностях электрической системы автомобиля первым делом осмотрите его электропроводку с целью обнаружения ослабленных или окисленных контактов, обрывов проводов (особенно в местах их непосредственного прохождения через отверстия в кузове или на участках с повышенной вибрацией).

У всех передвижных транспортных средств с металлическим кузовом, выпускаемых в настоящее время, аккумуляторные батареи имеют

один полюс "заземленный", т.е. подсоединенный к кузову. И едва ли не у всех современных автомобилей он отрицательный (-). Различные электрические узлы – электродвигатели, патроны ламп накаливания и т.д. – также заземлены. Электрический ток, проходя через них, возвращается в аккумулятор непосредственно через корпус автомобиля. Если крепежное основание такого электроузла прослаблено и покрылось коррозионным слоем, произойдет размыкание цепи и сбой в его работе. Двигатель и/или коробка передач также заземлены на корпус или вспомогательную раму посредством гибких металлических пластин; если они прослаблены или отсутствуют, то это может привести к неполадкам в работе стартера, генератора.

Если предположить, что замыкание через землю удовлетворительное, то электрические неисправности могут быть вызваны в этом случае либо неполадками в работе компонентов электросистемы, либо дефектами аккумуляторной батареи. Обрыв токоведущих проводов или их внутренний излом приведет к размыканию цепи, и самым простым способом проверки этого является временная установка на участке предполагаемого разрыва обходной перемычки (шунта) в виде провода определенной длины с зажимами "крокодил", либо с соответствующими разъемами каждого из двух концов. Другим способом определения наличия напряжения в различных точках провода является использование 12-вольтовой контрольной лампы.

Если оголенный участок провода под напряжением коснется кузова или иной металлической части автомобиля, имеющего заземление, произойдет короткое замыкание. К счастью в результате короткого замыкания "полетит" предохранитель, однако при этом не исключено возгорание изоляции или даже возникновение пожара. Вот почему не рекомендуется временное шунтирование сгоревшего предохранителя с помощью серебряной фольги или провода.

### **Запасные части и набор необходимых инструментов**

Большинство автомобилей снабжается только необходимыми инструментами, предназначенными для замены колес. Набор инструментов для технического обслуживания и мелкого ремонта плюс молоток, о котором сказано в соответствующей главе данного Руководства, по всей вероятности, достаточен для устранения каких-либо неисправностей. При этом до-



полнительные запасные части и принадлежности, перечисленные ниже, избавят вас от необходимости обращаться за помощью на станцию технического обслуживания в случае возникновения каких-либо неисправностей автомобиля в дороге:

- Приводной(ые) ремень(и)
- Запасные предохранители
- Комплект основных ламп
- Емкость с герметиком для радиатора и наружная оболочка (бандаж) для ремонта трубопроводов
- Наружная оболочка (бандаж) для ремонта выхлопной трубы
- Катушка изоляционной ленты
- Кусок мягкого провода
- Кусок гибкой проволоки
- Карманный фонарик или контрольная лампа (используемая также в качестве фонарика)
- Провода большого сечения для пуска двигателя от постороннего источника питания
- Буксирный трос
- Емкость с моторным маслом
- Герметичная емкость с рабочей жидкостью (для гидравлической системы)
- Запасное ветровое стекло
- Винтовые зажимы

Если вы берете с собой дополнительные емкости с топливом, необходимо установить их так, чтобы избежать течи и повреждений при случайном столкновении с каким-либо иным предметом. Набор инструментов первой необходимости и предупреждающий треугольный дорожный знак, очевидно, тоже имеет смысл включить в вышеприведенный список. При путешествии в другую страну возьмите с собой дополнительно следующие запасные детали (даже если вы при необходимости будете не в состоянии их заменить самостоятельно, это, тем не менее, поможет вам сэкономить время на их приобретение):

- Кабели сцепления и дроссельной заслонки
- Прокладка под головку цилиндров
- Щетки генератора
- Золотник клапана камеры колеса

Любое автопредприятие предоставит вам информацию, касающуюся возможности приобретения топлива и т.д. в зарубежных странах.

#### **Двигатель не заводится**

Двигатель не вращается при включенном стартере:

- Разрядился аккумулятор (перезарядите аккумулятор, используйте посторонний источник питания или осуществите запуск двигателя с буксира)

- Прослаблены или окислены клеммы аккумулятора
- Нарушено заземление аккумулятора на корпус транспортного средства
- Прослаблена и сломана планка заземления двигателя
- Отсутствует контакт в проводке стартера (или соленоида)
- Неисправен выключатель стартера
- Серьезная неисправность в механической части двигателя (заклинивание двигателя)
- Неисправности внутри стартера или соленоида

#### **Двигатель медленно вращается при включенном стартере:**

- Частично разрядился аккумулятор (перезарядите аккумулятор, используйте посторонний источник питания или осуществите запуск двигателя с буксира)
- Прослаблены или окислены клеммы аккумулятора
- Нарушено заземление аккумулятора на корпус транспортного средства
- Прослаблена планка заземления двигателя
- Отсутствует контакт в проводке стартера (или соленоида)
- Неисправности внутри стартера

#### **Двигатель не вращается при вращающемся стартере:**

- Разряжен аккумулятор
- Заклинивание шестерни стартера на муфте
- Повреждены или изношены зубья венца маховика
- Прослаблены крепежные болты стартера.

#### **Двигатель вращается нормально, но не заводится:**

- В топливном баке нет топлива (проверьте поступление топлива в топливный фильтр)
- Прочие неисправности топливной системы
- Недостаточная компрессия
- Серьезная неисправность в механической части двигателя (например, привода распределителя)

#### **Топливная смесь в двигателе воспламеняется, но двигатель не работает:**

- Недостаточно открыта воздушная заслонка (двигатель холодный)
- Просачивание воздуха в форсунках или впускном коллекторе
- Ограничение подачи топлива

### **Двигатель останавливается и повторно не заводится**

Возможные причины:

- В топливном баке нет топлива!
- Засорился топливный фильтр
- Засорился воздушный клапан топливного бака (при снятой крышке наблюдается эффект всасывания)
- Прочие неисправности в топливной системе
- Сильный перегрев двигателя
- Механические повреждения

### **Двигатель перегревается.**

Горит индикатор "Генератор" (в нерабочем состоянии):

- Провисание или обрыв приводного ремня – повторно натяните или замените приводной ремень

Не горит индикатор "Генератор":

- Внутренняя или внешняя утечка охлаждающего средства
- Неисправен термостат
- Низкий уровень масла
- Заедание тормозов
- Внутреннее или наружное засорение радиатора
- Неисправен охлаждающий вентилятор
- Засорение водяных магистралей двигателя
- Бедная рабочая смесь

**Внимание!** Во избежание повреждений не доливайте в перегретый двигатель холодную воду

### **Низкое давление масла в двигателе**

Низкие показания датчика уровня масла или загорание индикаторной лампочки при работающем двигателе:

- Низкий уровень масла или использование масла не той марки
- Неисправен датчик показаний уровня масла или передающего устройства
- Заземлены провода к передающему устройству уровня масла в двигателе
- Перегрев двигателя
- Засорение масляного фильтра или неисправность перепускного клапана
- Неисправность предохранительного клапана
- Засорение масляного фильтра грубой очистки
- Износ масляного насоса или ослабление крепежных болтов

- Износ коренного или шатунного подшипников

**Внимание!** Падение давления масла в двигателе в режиме холостого хода еще не является поводом для беспокойства, в отличие от внезапного падения давления при движении автомобиля на включенной передаче. В любом случае сначала проверьте исправность работы датчика показания уровня масла или передающего устройства уровня масла в двигателе.

### **Шумы в двигателе**

Свистящие или хрипящие шумы:

- Течь вакуумного шланга
- Течь под прокладкой коллектора
- Просачивание под прокладкой головки цилиндров

Треск или постукивание:

- Не отрегулированы клапанные зазоры
- Изношен привод клапанного механизма
- Изношен зубчатый ремень привода
- Поломка поршневого кольца (пульсирующие удары)

Стуки или удары:

- Посторонний механический контакт (например, лопастей вентилятора)
- Износ приводного ремня
- Неисправности элементов внешних устройств (генератора, водяного насоса и т.д.)
- Износ шатунных подшипников (сильный, равномерно повторяющийся стук; при нагруженном транспортном средстве возможно ослабление шума)
- Стук поршня (особенно хорошо различимый в холодную погоду)

### **Чрезмерное дымовыделение из выхлопной трубы**

Возможные причины и признаки:

- Черный дым – загрязнен или засорен воздушный фильтр
- Белый дым – неполное сгорание топливной смеси (на низких скоростях)
- Голубой дым – конденсация несгоревшей топливной смеси и/или износ двигателя.

## **1. Как заводится "на холодную" (например, с утра)**

Если приходится хотя бы чуть-чуть "шоркать" – это уже тревожный признак (износ колец/поршневой). Исправный двигатель должен заводиться с пол-оборота. Если хозяин говорит, что

это свечи накала вышли из строя, имейте в виду, что они, как правило, недороги, и если дело в свечах – любой хозяин перед продажей их поменяет, чтобы не объясняться так с каждым покупателем.

Желательно, чтобы двигатель при запуске был совсем холодный. Так можно понять, насколько хорошо он заводится из любого состояния. Холодный дизель шумит довольно ощутимо. Разогретый – значительно тише.

"Подтраивание", вибрация двигателя при заводе на холодную свидетельствует о том, что не работает одна или несколько свечей накала либо угол впрыска поздний. Причем угол впрыска регулируется и не представляет особой проблемы, кроме небольшой потери мощности при более позднем угле. Хотя, в принципе, любой неновый дизель может первые несколько минут после заводки издавать только ему понятные звуки. Но это должно прекращаться при прогреве.

## 2. Дым из выхлопа и вопросы по топливной аппаратуре

При нажатии на газ, на прогревом движке, посмотрите, не валит ли дым из выхлопа. Если дым темный (сизый, синий) – то, скорее всего, изношен двигатель. В лучшем случае – масло-съемные сальники клапанов, в худшем – поршневые кольца. Черный – с форсунками или топливной аппаратурой не порядок. Если валит белый дым – где-то в топливо попадает вода (прогорела прокладка). Белый/светло-серый дым на дизеле – еще и признак позднего впрыска и не полностью сгорающего топлива. Дым может быть и из-за забитого воздушного фильтра, попробуйте без него.

## 3. Звук работы двигателя

При неравномерном, постукивающем звуке – может быть, в лучшем случае, неправильный зазор клапанов или же неполадки с самими клапанами или поршневой. Может "подливать" одна из форсунок. Но это не следует принимать близко к сердцу. Неспециалисту очень трудно оценить на слух состояние двигателя. С непривычки может показаться, что у исправного двигателя что-то стучит. Однако по звуку двигателя можно оценить состояние топливной аппаратуры следующим образом:

- 'Жесткий' звук, черный дым на высоких оборотах – ранний угол впрыска

- Неравномерная работа на холостых и черный дым – нерабочая форсунка, но это точно определяется ее отключением

Насос не должен "бренчать". Двигатель должен работать мягко – солидно "рокотать". Должен быть опломбирован винт регулировки расхода топлива на всех режимах.

## 4. Откройте масляную крышку

Если из маслосливной горловины "сифонят" газы с каплями масла – это показатель того, что где-то происходит прорыв газов (может, не поршневая, а направляющие клапанов разбиты). Бывает, что маслосливная горловина расположена на клапанной крышке, прямо над клапанами: естественно, есть некоторое количество брызг. Но их не должно быть много, как и дыма. Небольшое дымление допустимо.

## 5. Состояние турбины

Снимайте воздухозаборник и смотрите, чтобы не было масла. Сизый дым на выхлопе при больших оборотах может быть еще, если выходит из строя сальник турбины со стороны выпускного коллектора. Никогда не глушите турбированный двигатель сразу, при езде по городу дайте поработать хотя бы 30 сек. после трассы 3-5 минут. Если хозяин говорит, что "турбина заглушена", – читайте "не работает" и морально приготовьтесь к полной замене.

## 6. Цвет масла

Цвет масла – черный, но чистый, без посторонних включений. Кстати, есть мнение, что быстрое потемнение масла (не из-за смеси со старым) – это косвенный признак износа колец.

## 7. Общий внешний подкапотный вид

Как всегда, проверяйте на не замятость гаек форсунок, блока цилиндров. Есть следы белого или красного герметика (у японцев только черный) – значит, в "движке" здесь копались. Должны быть на месте все болты крепления вспомогательных устройств

Проверьте, исправна ли муфта вентилятора: она должна крутиться свободно, иначе потом замучаетесь прогреваться. А замена и ремонт предполагают демонтаж радиатора.



Можно, очень грубо, оценить работу ТНВД. Откручиваете на пол-оборота накидные гайки на топливопроводах у форсунок и смотрите, как подается топливо. Пены быть не должно, иначе ТНВД требует ремонта, а это дорого. На всех форсунках должен быть примерно одинаковый расход солярки.

**Предупреждение.** Все операции, о которых идет речь в этой части, НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ не должны выполняться без наблюдения и помощи специалиста. При невыполнении этого пункта Вы рискуете возместить хозяину автомобиля расходы по ремонту того, что Вы проверяли.

## А. Замерьте компрессию

Компрессию ПРАВИЛЬНО замеряют так:

1. Выкручивают все форсунки
2. Стартером "пропшикивают" пару раз цилиндры во избежание попадания масла или топлива в цилиндры, что может повлиять на значение компрессии.
3. Вкручивают компрессометр на место форсунки и стартером несколько раз прокручивают движок до остановки стрелки (в "крутых" компрессометрах) или же просто внимательно следят, до какого значения "прыгает" стрелка на обычном манометре. Хотя погрешность будет побольше.
4. То же проделывают и с оставшимися цилиндрами.

Можно выкручивать свечи накала, а не форсунки – но там нужен другой переходничок.

Компрессия должна быть, во-первых, не ниже 22-25. Во-вторых, разброс значений по цилиндрам – чем меньше, тем лучше. Стандарт на новую машину – 0,5, не больше. Для старой машины это конечно, невыполнимо, но если будут значения типа 18-25-30-22 при норме 25, то это может указывать на возможность скорого капремонта. Если компрессия низкая – это еще не конец света. Для начала, можете выяснить, что является причиной – и, соответственно, во что обойдется ремонт.

Низкая компрессия бывает по двум причинам:

1. Износ поршневой (идет прорыв газов через зазоры между гильзой и поршнем).
2. Износ клапанов (прорыв газов через направляющие, сальники) – бывает реже, но бывает.

Для проверки наберите немного масла в шприц, впрысните в форсуночное отверстие,

снова вкрутите компрессометр и меряете. Идея проста: если изношены кольца, масло затекает в зазоры и не дает газам прорваться, и компрессия должна повыситься. Если она осталась прежней – то это клапаны, что в ремонте и дешевле, и проще.

## Б. Проверьте форсунки.

Нормальная форсунка при подаче в нее топлива под давлением должна издавать очень характерный звук и распылять "в туман". Кроме того, "конус" распыления должен быть правильным, не смещенным. Форсунки проще (и дешевле) всего проверяются при помощи обычного насоса высокого давления с бачком солярки, с манометром где-то до 200 бар. При достижении номинального давления (115 бар для системы впрыска Roto-Diesel и 130 бар для Bosh) форсунка должна начинать издавать звук. В этот момент внимательно смотрите на форму и состав распыляемого облака: не должны быть отдельно летящие крупные капельки, смещенный конус, струйки. Должен образовываться правильный симметричный конус и солярка должна распыляться в виде легкого мелкого тумана. Если в перерывах между качками на конце распылителя образуются висюльки – плохо.

## В. Система охлаждения

В системе охлаждения не должно быть пузырения. Она проверяется на средних и больших оборотах на прогреваемом двигателе. Надо внимательно смотреть в бачок ОЖ, не пузырится ли в нем и нет ли следов масла. Если есть – вышла из строя прокладка или образовались трещины в головке.

Определите время срабатывания термостата, двигатель на холостых оборотах может и не греться выше 40-60 градусов. Но после 5 минут езды должен выходить на "середину" и так держаться. Не должно быть ржавчины и если есть краснота на железных трубках системы охлаждения возле блока – возможно, его перегревали.

## Г. Замерьте давление картерных газов

Меряется обычно на СТО. Высокое давление говорит об износе поршневой или клапанов.