

Система питания воздухом служит для забора окружающего воздуха, его очистки от пыли и распределения по цилиндрам двигателя.

Система питания воздухом (рис.6.31) включает воздушный фильтр и впускной трубопровод. Она может быть с турбонаддувом или без турбонадува.

Воздух поступает через сетку колпака 5 и трубу 4 воздухозаборника в воздушный фильтр 1. В фильтре воздух проходит через инерционную решетку 3 и резко изменяет направление движения. Сначала воздух освобождается от крупных частиц пыли, которые под действием инерции и вакуума выбрасываются через эжектор 6, установленный в выпускной трубе глушителя, в окружающий воздух. Более мелкие частицы пыли задерживаются в картонном фильтрующем элементе 2.

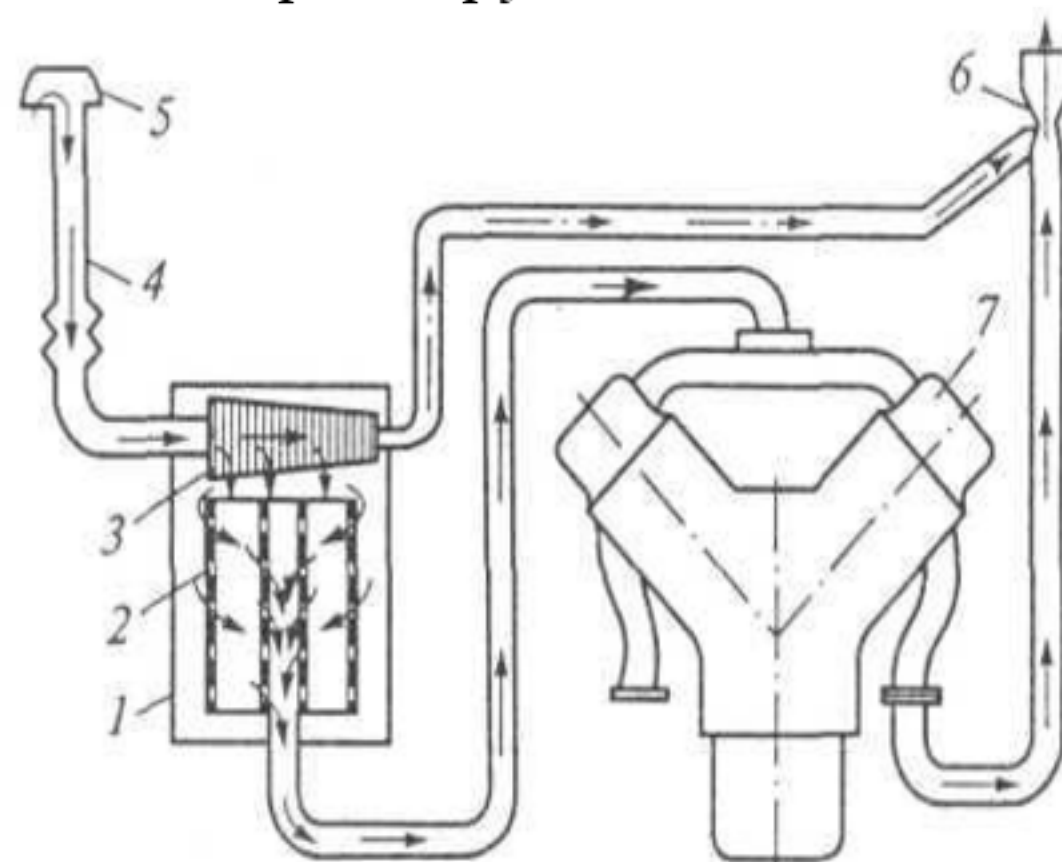
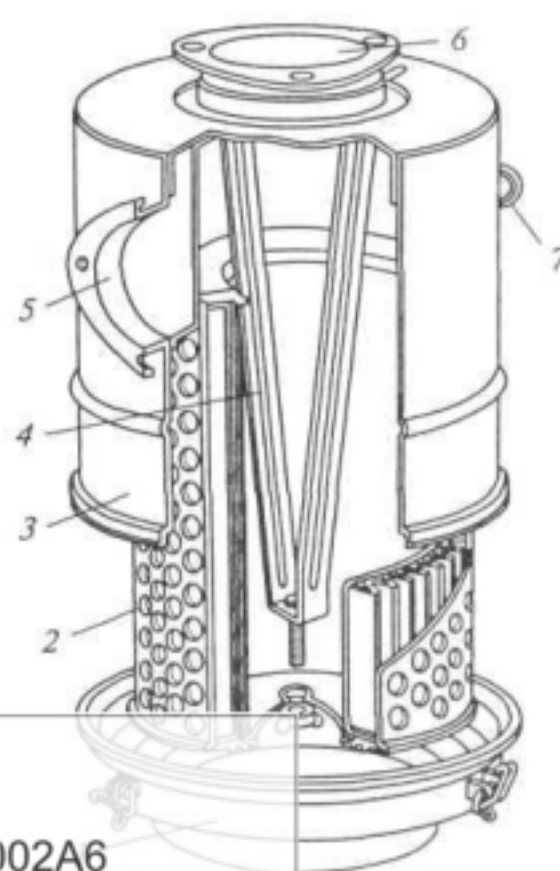


Рис.6.31.. Схема системы питания дизельного двигателя воздухом: 1 - воздушный фильтр; 2 - фильтрующий элемент; 3 - решетка; 4 - труба; 5 - колпак; 6 - эжектор; 7 – цилиндр

Очищенный воздух по впускному трубопроводу подается в цилиндры 7 двигателя.

Воздушный фильтр (рис.6.32) состоит из корпуса 3, крышки 1 и сменного фильтрующего элемента 2, Состоящего из двух перфорированных стальных кожухов и гофрированного картона между ними. Патрубок 7 предназначен для отсоса пыли из корпуса фильтра. Воздух поступает в фильтр через патрубок 5, очищается в нем и выходит через патрубок 6.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 6.32. Воздушный фильтр: 1 - крышка; 2 - фильтрующий элемент; 3 - корпус; 4 - диффузор; 5, 6, 7 – патрубки

Наддув представляет собой подачу воздуха в цилиндры двигателя при такте впуска под давлением, создаваемым компрессором. При наддуве увеличивается количество воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, количество сжигаемого топлива и повышается на 20...40% мощность двигателя.

В дизелях обычно применяется газотурбинный наддув турбокомпрессором.

6.3.3. Система выпуска отработавших газов

Система выпуска служит для отвода газов из цилиндров двигателя и снижения шума. Одновременно система выпуска обеспечивает отсос пыли из воздушного фильтра.

Отработавшие газы из выпускных трубопроводов двигателя поступают в приемные трубы 2 и 3 глушителя (рис. 6.33) и далее через гибкий металлический рукав 6 в глушитель 7. Из глушителя газы через выпускную трубу 8 и эжектор 10 выбрасываются в окружающий воздух. Через патрубок 9 производится отсос пыли из воздушного фильтра в эжектор. В системе выпуска отработавших газов устанавливается вспомогательный (моторный) тормоз-замедлитель 4.

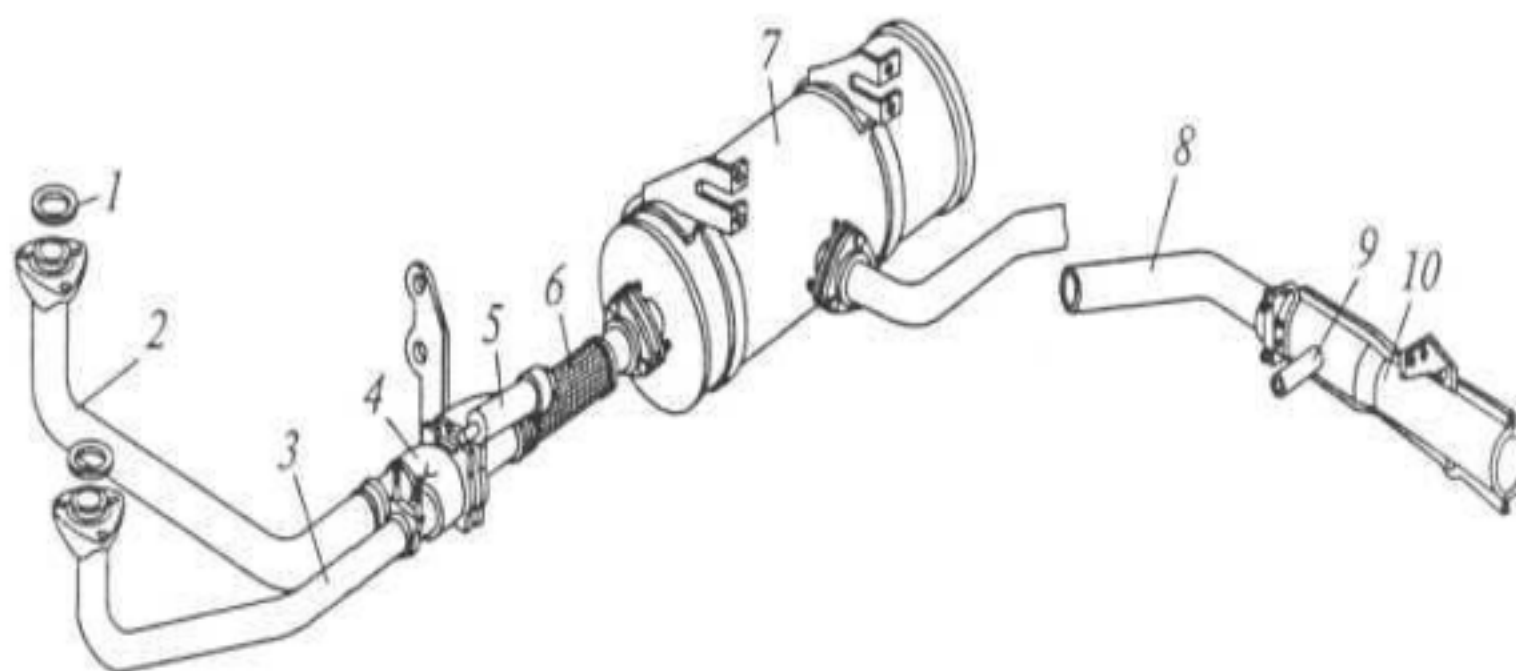


Рис. 6.33. Схема системы выпуска отработавших газов дизеля: 1 - уплотнитель; 2, 3, 8 - трубы; 4 - тормоз-замедлитель; 5 - пневмо-цилиндр; 6 - рукав; 7 - глушитель; 9 - патрубок; 10 - эжектор

6.3.4. Назначение, принцип действия и устройство механизмов для наддува

Одним из способов повышения мощности двигателя внутреннего сгорания является увеличение количества поступающего в цилиндры воздуха. Подача в двигатель воздуха при положительном давлении называется наддувом. В

производится от 50 до 90 % объема выпускаемых двигателей. При наддуве мощность двигателя повышается на 20 – 40%.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

В ДВС применяют механический наддув, когда воздух закачивается специальным насосом (компрессором), имеющим механический привод, и турбонаддув, при котором компрессор приводится в действие турбиной благодаря энергии отработавших газов. Турбокомпрессоры получили наибольшее распространение.

В турбокомпрессоре используются центробежные насосы. Под действием центробежных сил, вызванных вращением колеса с лопатками, воздух отбрасывается к периферии колеса, а в его центре создается разрежение, что обеспечивает всасывание воздуха (рис. 6.35). Для эффективной работы турбокомпрессора частота вращения колеса компрессора должна быть очень высокой не менее 50 - 100 тыс. мин⁻¹.

При работе ДВС из выпускного трубопровода под давлением выбрасываются продукты сгорания, которые имеют высокую температуру. Поток газов приводит во вращение колесо турбины, которое передается закрепленному на общем валу колесу компрессора.

Для достижения фазы наддува, т. е. момента, когда давление воздуха на впуске превысит атмосферное, необходимо, чтобы была достигнута определенная частота вращения турбины (не менее 60000 мин⁻¹). При малых оборотах двигателя турбокомпрессор работает в дежурном режиме (частота 5000 - 10000 мин⁻¹). Необходимо учитывать, что наличие турбины в выпускном тракте создает сопротивление выходу отработавших газов.

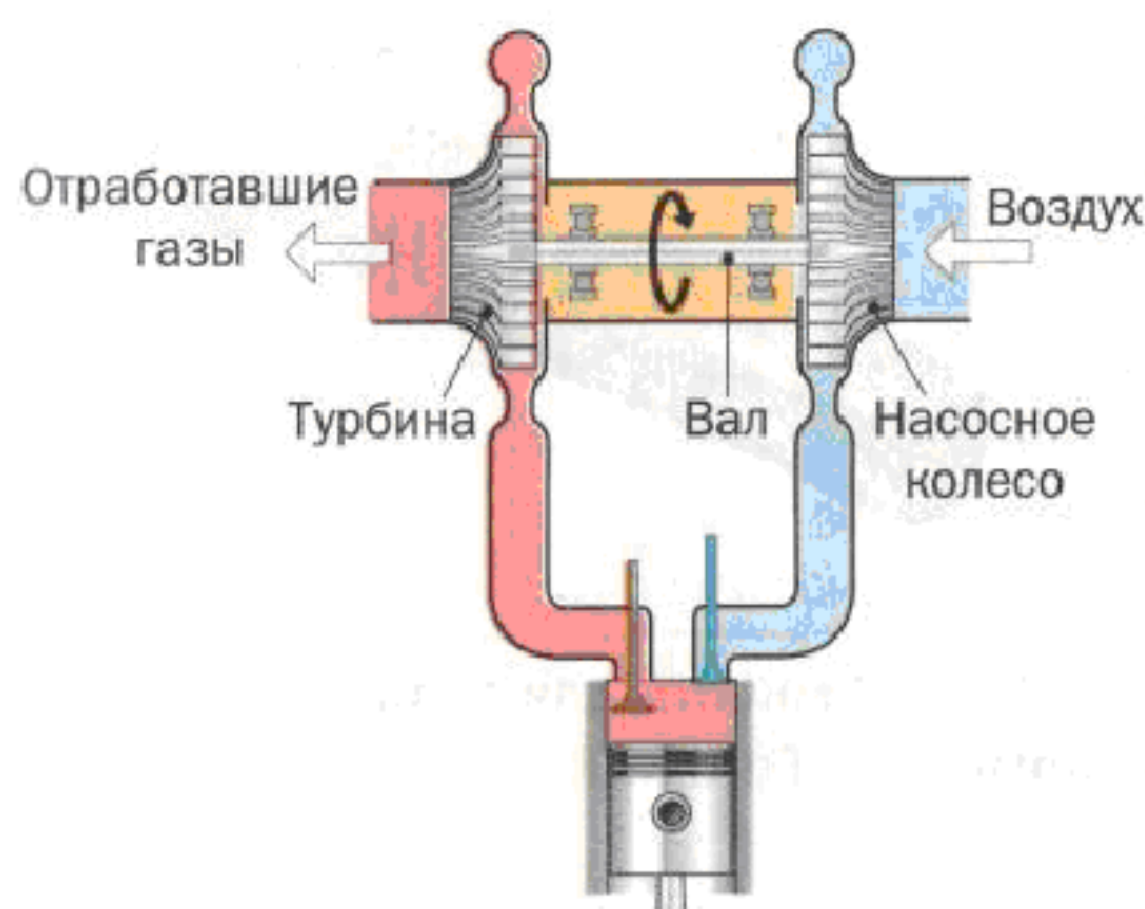


Рис. 6.34. Схема работы турбокомпрессора

В дизелях обычно применяется газотурбинный наддув (рис. 6.35) турбокомпрессором. При работе двигателя воздух в цилиндры нагнетается под давлением центробежным компрессором 6, рабочее колесо которого приводится во вращение турбиной 5.

Рабочее колесо турбины, установленное на одном валу с рабочим колесом компрессора, приводится во вращение отработавшими газами до их поступления в выпускной тракт. Для ограничения давления воздуха при наддуве предназначен клапан 4. При достижении требуемого давления на мембрану 2, клапан открывается и перепускает часть отработавших газов мимо турбины 5. На V-образных

дизелях для турбонаддува устанавливают от одного до двух турбокомпрессоров. При двух турбокомпрессорах каждый из них обслуживает свой ряд цилиндров двигателя.

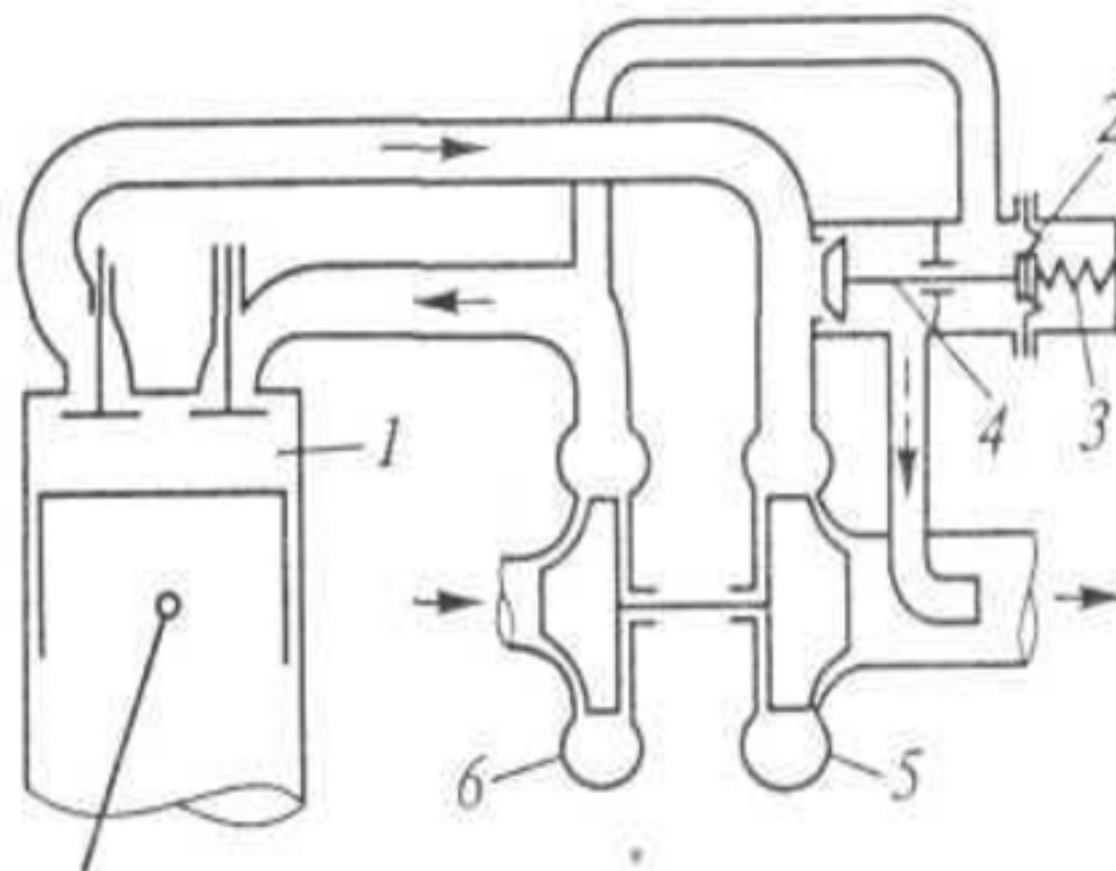


Рис.6.35. Схема наддува дизеля воздухом: 1 - цилиндр двигателя; 2 - мембрана; 3 - пружина; 4 - клапан; 5 - турбина; 6 - компрессор

Существует две проблемы, связанные с наддувом двигателей. Первая заключается в том, что давление наддува увеличивает степень сжатия двигателя и увеличивает склонность двигателя к детонации. Вторая проблема связана с тем, что чем больше частота вращения коленчатого вала, тем больше образуется отработавших газов и тем быстрее вращается компрессор, увеличивая количество воздуха, поступающего в цилиндры. Это приводит к увеличению мощности двигателя и одновременному увеличению количества отработавших газов с последующим ростом числа оборотов турбины. Если не предусмотреть специальных мер, этот процесс приведет к разрушению деталей двигателя или турбокомпрессора

6.3.5. Промежуточное охлаждение воздуха

Известно, что сжатие воздуха приводит к повышению его температуры. В современных наддувных двигателях часто применяют промежуточное охлаждение поступающего от турбокомпрессора воздуха (рис. 6.36). С этой целью воздух, сжатый в турбокомпрессоре, поступает в специальный теплообменник, в котором воздух охлаждается до температуры 50 - 60 °С. Охлаждение воздуха дает возможность улучшить наполнение цилиндров за счет увеличения плотности воздуха и снизить вероятность возникновения детонации. Охлаждение воздуха повышает мощность двигателя с наддувом примерно на 20% при одновременном улучшении топливной экономичности.

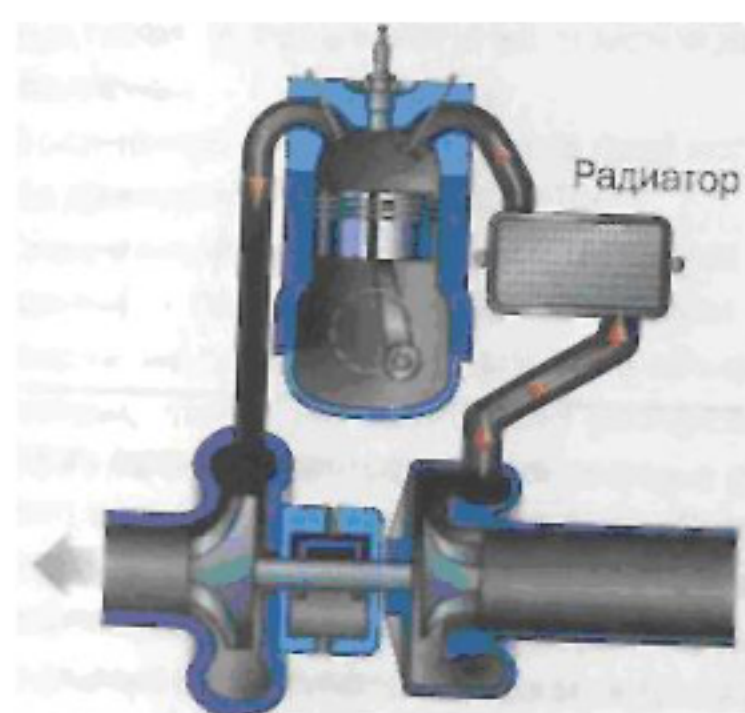


Рис. 6.36. Турбокомпрессор с промежуточным охлаждением

5.3.6. Регулирование давления наддува

Принцип регулирования заключается в ограничении частоты вращения турбокомпрессора после достижения необходимого давления наддува. С этой целью используется специальный перепускной клапан 4, который ограничивает количество отработавших газов, проходящих через турбину (рис. 6.37).

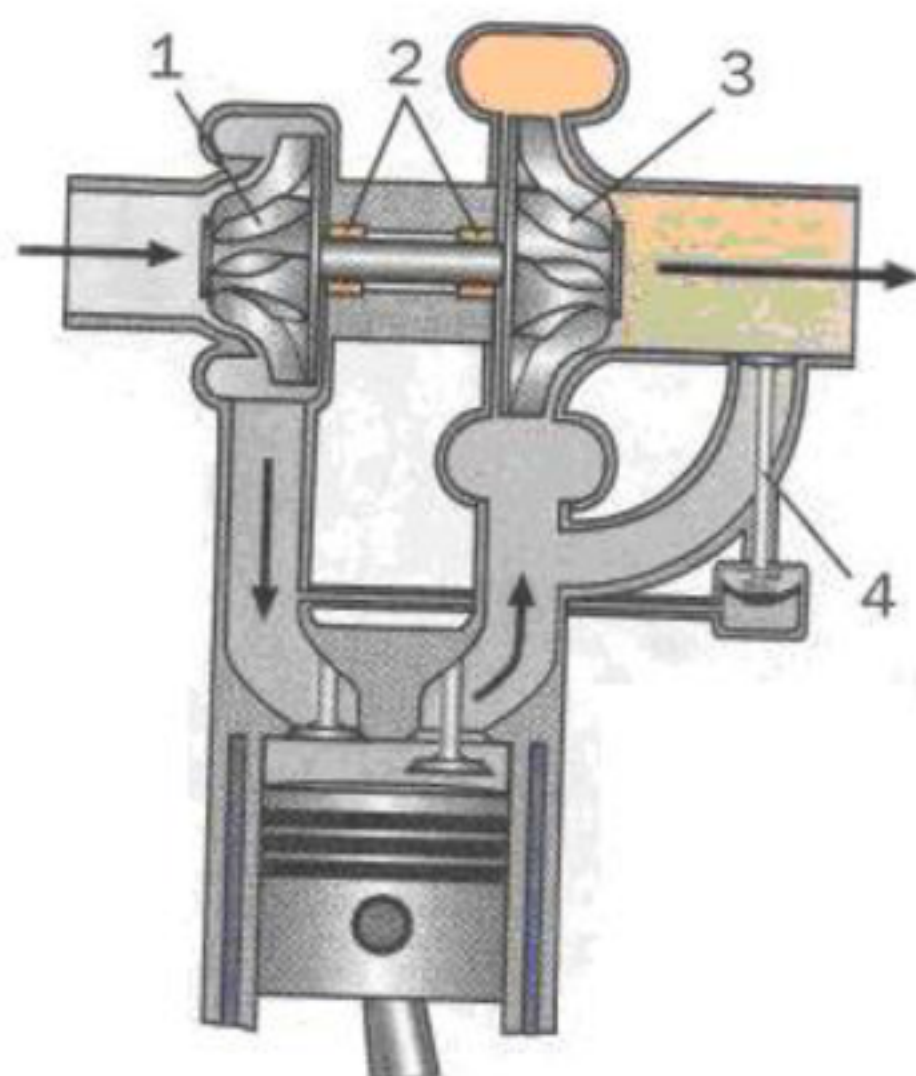


Рис. 6.37. Регулирование наддува: 1 – колесо компрессора; 2 – подшипник ротора; 3 – колесо турбины; 4 – перепускной клапан

В системе выпуска перед турбиной имеется обводной (байпасный) канал, который дает возможность отработавшим газам миновать турбину. Этот канал открывается перепускным клапаном. Чувствительным элементом клапана является подпружиненная мембрана, на которую воздействуют две противоположно направленные силы; сила сжатия пружины и давление воздуха после турбокомпрессора. При достижении заданного давления наддува мембрана прогибается, сжимая пружину, а соединенный с мембраной клапан открывает обводной канал. Давление наддува можно отрегулировать с помощью пружины.

В системах с турбонаддувом (рис. 6.38) максимальное давление наддува регулируется системой управления двигателем. Компьютер получает сигнал от датчика абсолютного давления, сравнивает его с

величиной номинального значения давления, содержащимся в памяти, и управляет электромагнитным перепускным клапаном. Работа электромагнитного клапана корректируется в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов двигателя.

Очень важный вопрос - выбор правильного размера турбины для конкретного двигателя. В первых двигателях с турбо-наддувом для легковых автомобилей 1970-х гг. использовались готовые конструкции, разработанные, как правило, для дизелей больших грузовых автомобилей. Такие устройства давали хороший результат для увеличения максимальной мощности, но были неэффективными для получения большого крутящего момента в среднем диапазоне частот вращения двигателя, т. е. для получения достаточной приемистости автомобиля. Большие турбины требовали некоторого времени на «раскрутку», когда при небольших нагрузках открывалась дроссельная заслонка, что приводило к задержке нарастания давления наддува. Этот эффект получил название турбоямы.

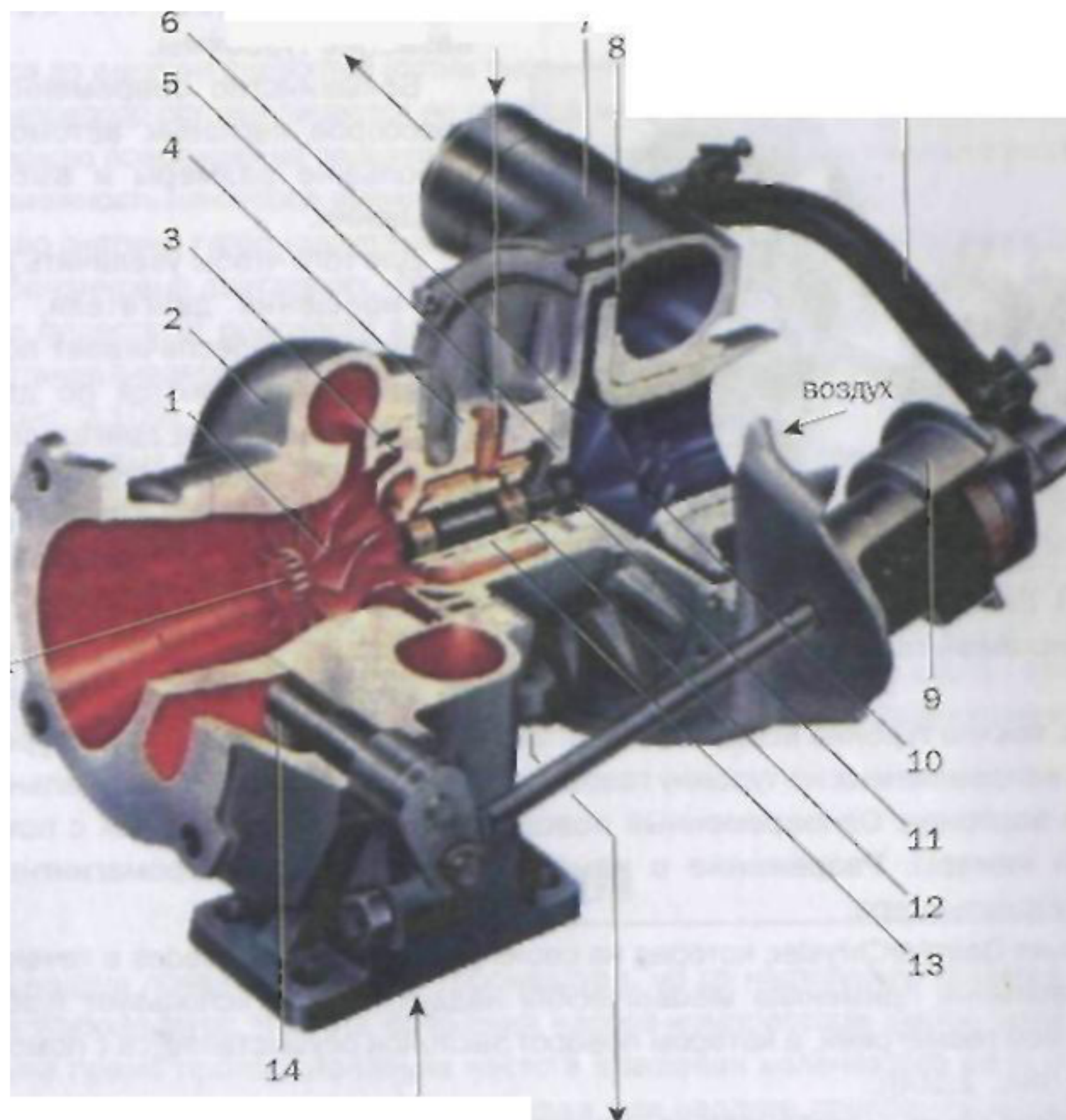


Рис. 6.38. **Турбокомпрессор Garret:** 1 - лопатки турбины; 2 - корпус турбины; 3 - тепловая защита; 4 - корпус подшипников; 5 - упор; 6 - защитная пластина; 7 - корпус компрессора; 8 - диффузор; 9 - клапан; 10 - насос компрессора; 11 - уплотнение; 12 - подшипник; 13 - втулка подшипника; 14 - заслонка

Для того чтобы увеличить диапазон частот вращения двигателя, при которых турбонаддув обеспечивает повышение давления, применяются по два турбокомпрессора на одном двигателе. Один турбокомпрессор работает при низких оборотах, а второй при высоких. В последних поколениях наддувных двигателей стали применяться турбокомпрессоры с переменной геометрией (рис. 6.39), которые сохраняют высокую скорость газов при малых нагрузках, так что турбина всегда вращается с нужной скоростью. В таких турбокомпрессорах поток направляемых на турбину газов управляется с помощью специальных поворачивающихся заслонок. Одновременный поворот заслонок производится с помощью штока вакуумной камеры. Разрежение в камере регулируется электромагнитным клапаном по сигналу компьютера.

Компания DaimlerChrysler, которая на своих автомобилях Mercedes в течение продолжительного времени применяла механический наддув, сейчас использует турбокомпрессор с изменяемой геометрией, в котором поворот заслонок осуществляется с помощью электродвигателя (рис. 6.40).

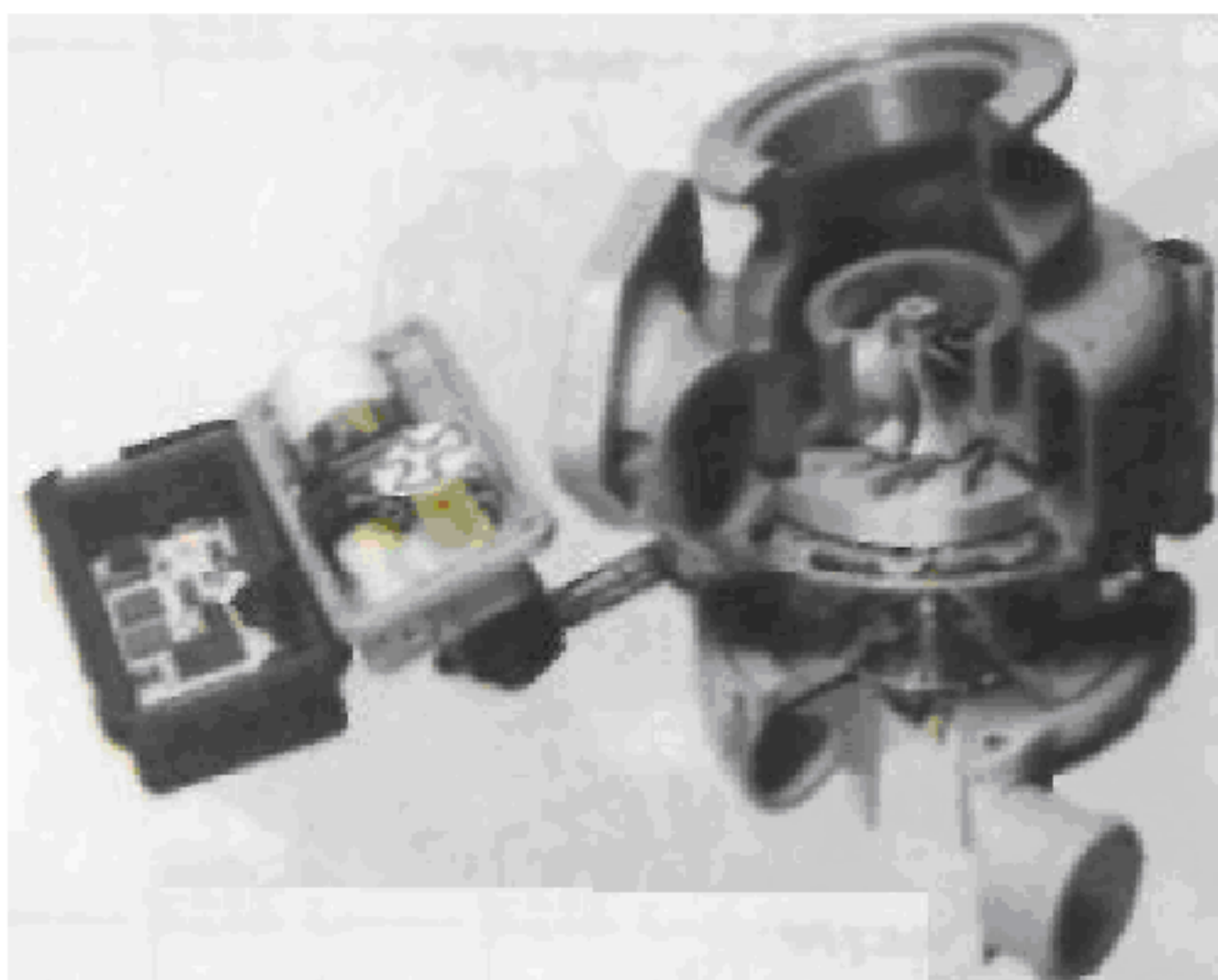


Рис. 6.39. Схема работы турбокомпрессора с изменяемой геометрией

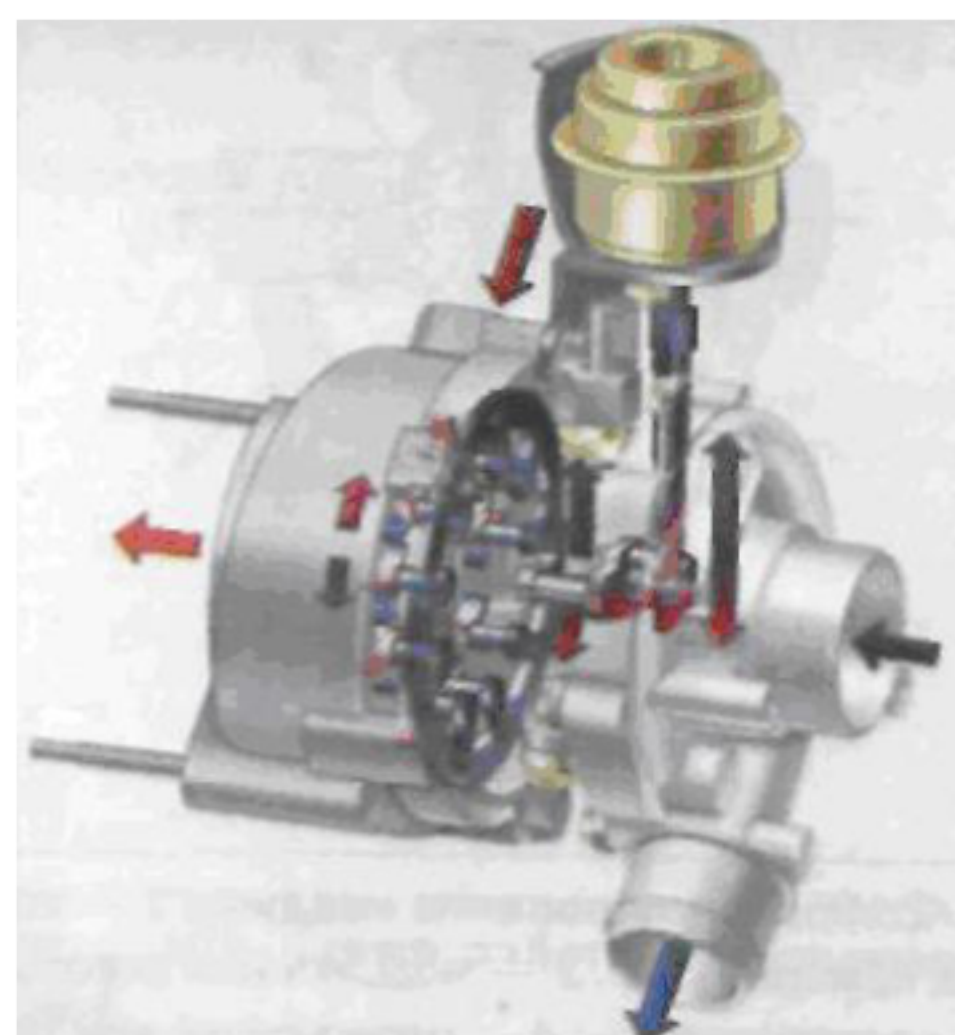


Рис. 6.40. Внешний вид турбокомпрессора с изменяемой геометрией

При работе системы турбонаддува происходит сильный нагрев турбины, а компрессор остается сравнительно холодным. Очень важным узлом, определяющим долговечность турбокомпрессора, является узел подшипников вала. Обычно масло для смазки подшипников подается под давлением из системы смазки двигателя. Иногда для повышения работоспособности наддува применяют охлаждение корпуса турбины жидкостью из системы охлаждения двигателя. После продолжительного движения на высокой скорости автомобиля с турбонаддувом турбина может раскрутиться до высоких скоростей (сотни тысяч

оборотов, при остановке двигателя турбокомпрессор

уже не поступает к подшипникам. Чтобы не произошло повреждения подшипников, рекомендуется перед

выключением двигателя дать ему возможность некоторое время поработать на холостом ходу.

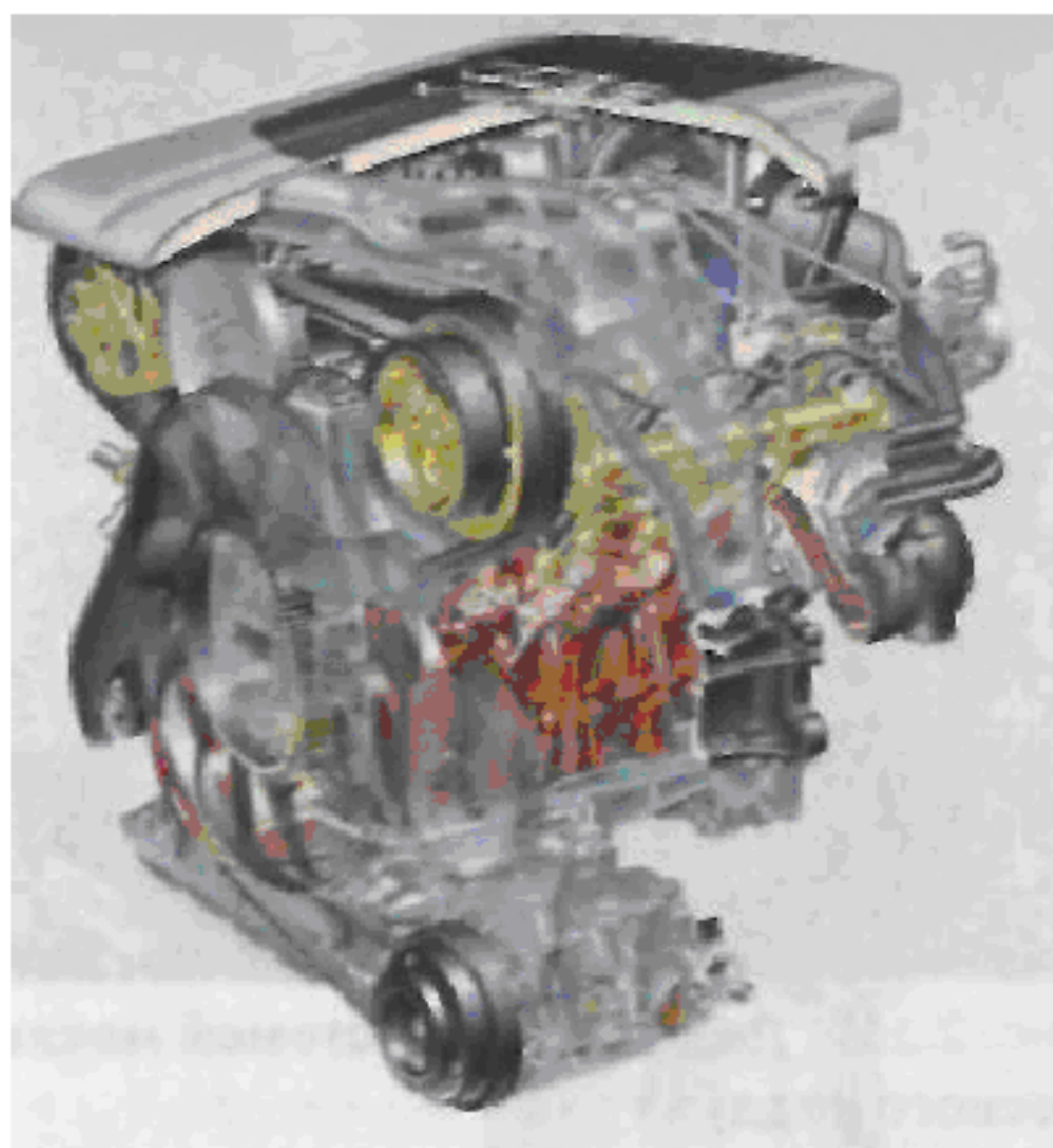


Рис. 6.41. Дизельный двигатель с турбонаддувом

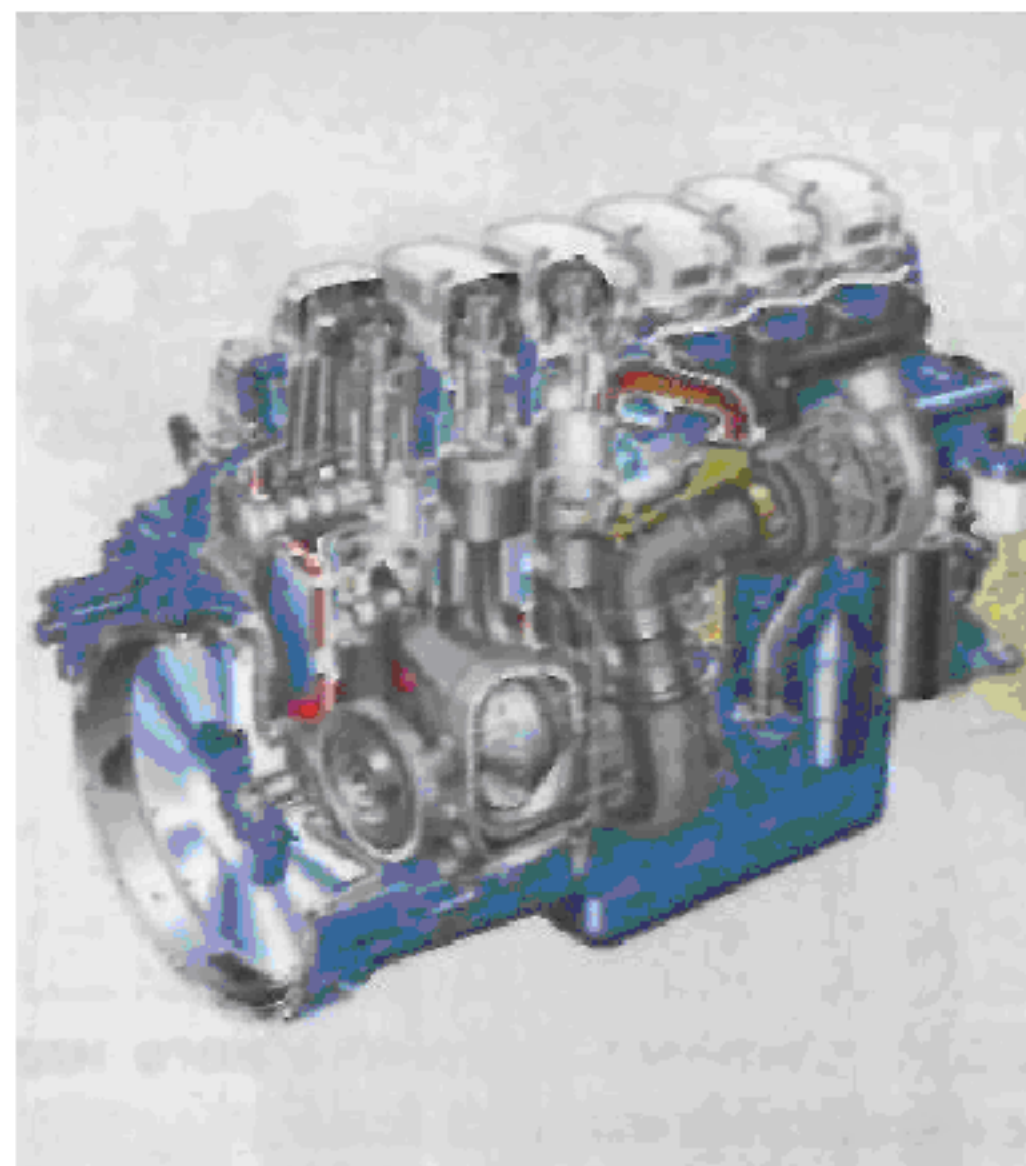


Рис. 6.42. Турбокомпаундный двигатель Scania

Очень хорошо система турбонаддува работает в дизелях. Отработавшие газы в дизеле холоднее, чем в бензиновых двигателях, что облегчает работу турбокомпрессора, и, кроме того, в дизеле не существует опасности возникновения детонации. Поэтому неслучайно, что турбонаддув устанавливается почти на всех современных дизельных двигателях легковых автомобилей (рис. 6.41).

В многоцилиндровых двигателях с большим рабочим объемом некоторых грузовых автомобилей отработавшие газы продолжают обладать большой энергией, даже после прохождения турбокомпрессора. Эту энергию можно использовать для дальнейшего повышения мощностных характеристик двигателя, создавая так называемые турбокомпаундные двигатели (рис. 6.42). В таком двигателе часть энергии отработавших газов используется для раскручивания дополнительной турбины, которая через гидравлическую муфту связана с коленчатым валом. Такая конструкция дает возможность, увеличить крутящий момент на вале двигателя.

6.3.7. Механический наддув

Механический наддув появился раньше турбонаддува, но до настоящего времени остается альтернативой турбонаддуву. Частота вращения насоса-компрессора любой механической системы наддува прямо пропорциональна частоте вращения коленчатого вала (поскольку приводится от него). Поэтому при механическом наддуве высокие температуры и задержки наддува. С другой стороны, системы механического наддува занимают больше места,

требуют специального привода (обычно зубчатый ремень) и сильно шумят. В качестве насосов в системе механического наддува могут использоваться различные устройства, но наибольшее распространение получили нагнетатели типа Ruts.

6.3.4. Система питания дизельных двигателей Common Rail

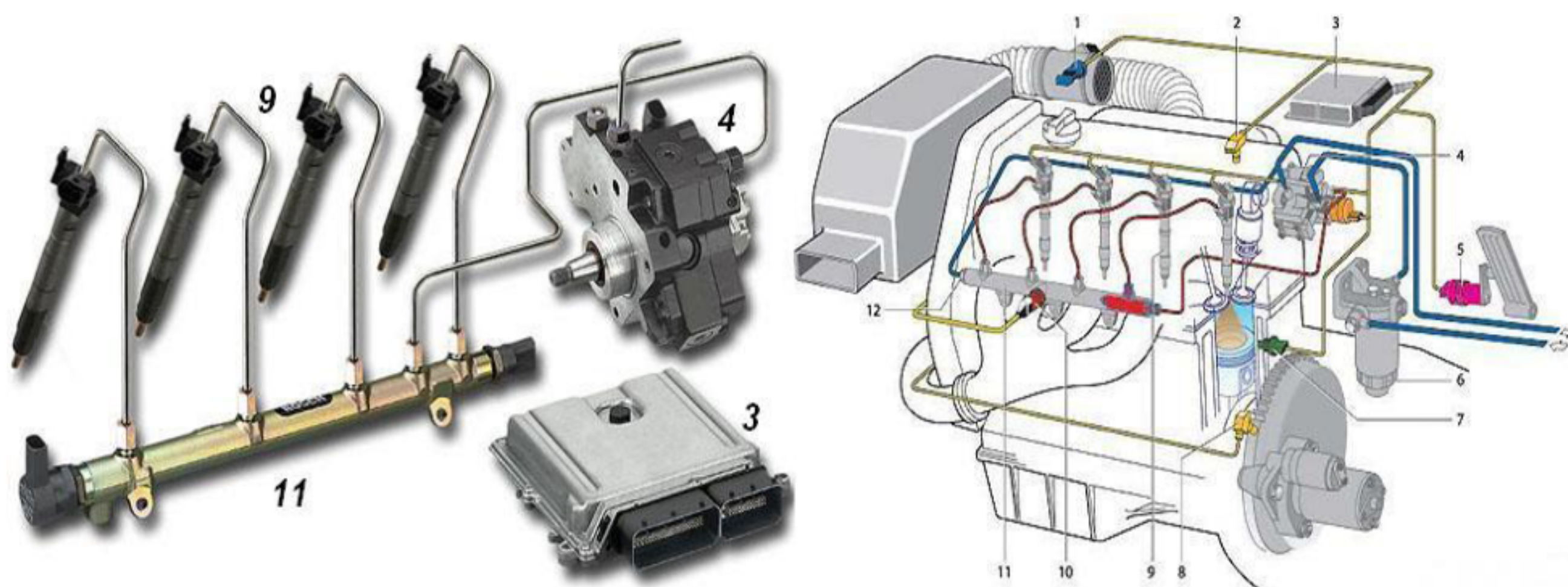


Схема расположения системы Common Rail: 1 - датчик массового расхода воздуха; 2 - датчик положения распредвала; 3 - электронный блок управления; 4 - ТНВД с клапаном регулирования давления; 5 - датчик положения педали газа; 6 - топливный фильтр; 7 - датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 - датчик частоты вращения коленвала; 9 - форсунки; 10 - датчик давления топлива; 11 - аккумулятор топлива высокого давления

Рис.6.43. Схема системы питания дизельных двигателей Common Rail: 1 – датчик массового расхода топлива; 2 – датчик положения распределительного вала; 3 – электронный блок управления (ЭБУ); 4 – топливный насос высокого давления (ТНВД) с клапаном регулирования давления; 5 – датчик положения педали газа; 6 – топливный фильтр; 7 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 8 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 9 – форсунки; 10 – датчик давления топлива; 11 – аккумулятор топлива высокого давления (рампа).

Система питания **Common Rail** используется в дизелях серийных моделей с 1997 года. Common Rail – это метод впрыска топлива в камеру сгорания под высоким давлением, не зависящим от частоты вращения двигателя или нагрузки. Главное отличие системы Common Rail от классической дизельной системы заключается в том, что ТНВД предназначен только для создания высокого давления в топливной магистрали. Он не выполняет функций дозировки цикловой подачи топлива и регулировки момента впрыска. Система Common Rail состоит из резервуара – аккумулятора высокого давления 11 (иногда его называют рампой), топливного насоса, электронного блока управления (ЭБУ) 3 и комплекта форсунок 9, соединенных с рампой. В рампе блок управления поддерживает, меняя производительность насоса, постоянное давление на уровне 1600-2000 бар при различных режимах работы двигателя и при любой

последовательности открытия-закрытия форсунок. Открытием-закрытием форсунок оптимальный момент и длительность впрыска рассчитывает ЭБУ. Система Common Rail имеет ряд датчиков – положения педали акселератора 5, давления в топливной рампе 10, температурного режима

двигателя 7, его нагрузки и т. п. Форсунки могут быть электромагнитными, либо более современными- пьезоэлектрическими. Главные преимущества пьезоэлектрических форсунок - высокая скорость срабатывания и точность дозирования. Форсунки в дизелях с Common rail могут работать в многоимпульсном режиме: в ходе одного цикла топливо впрыскивается несколько раз – от двух до семи. Сначала поступает крохотная, всего около миллиграмма, доза, которая при сгорании повышает температуру в камере, а следом идет главный «заряд». Для дизеля — двигателя с воспламенением топлива от сжатия — это очень важно, так как при этом давление в камере сгорания нарастает более плавно, без «рывка». Вследствие этого мотор работает мягче и менее шумно, снижается количество вредных компонентов в выхлопе. Многократная подача топлива за один такт попутно обеспечивает снижение температуры в камере сгорания, что приводит к уменьшению образования окиси азота- одной из наиболее токсичных составляющих выхлопных газов дизеля. Характеристики двигателя с Common Rail во многом зависят от давления впрыска. В системах третьего поколения оно составляет 2000 бар. В ближайшее время в серию будет запущено четвертое поколение Common Rail с давлением впрыска 2500 бар.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7.

Тема: Изучение устройства и работы системы питания двигателей, работающих на газе

Цель работы: закрепить теоретические знания по устройству и работе системы питания двигателей, работающих на газе.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок;
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

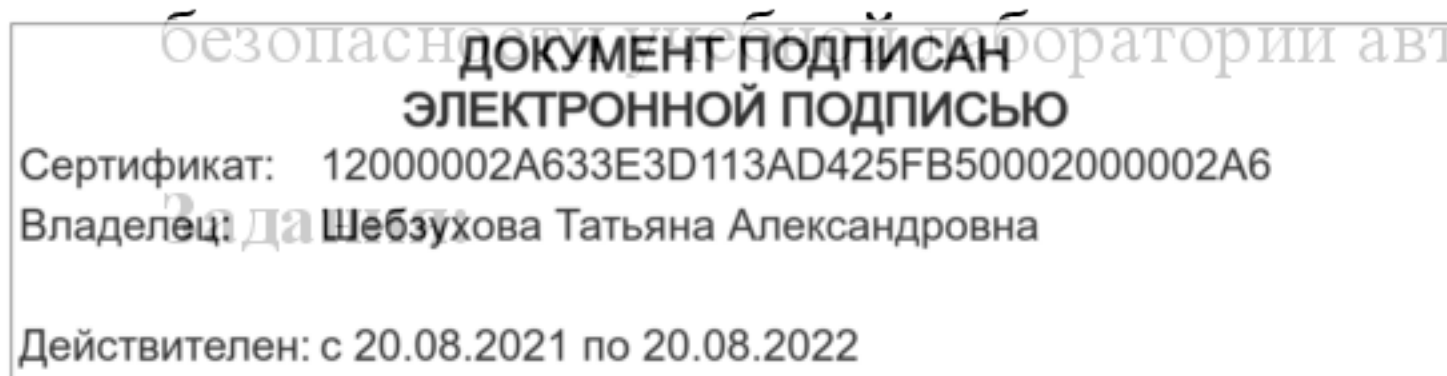
Оборудование и материалы

Стенд: «Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе».

Узлы системы питания: «Редуктор высокого давления», «Система управления газового двигателя Digtronic».

Слайды к мультимедийному проектору: «Система питания двигателей, работающих на газе».

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности в лаборатории автомобильных двигателей.



1. Изучить общее устройство и работу системы питания двигателей, работающих на сжатом газе.
2. Изучить общее устройство и работу системы питания двигателей, работающих на сжиженном газе.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать работу системы питания двигателей, работающих на сжатом газе.
2. Описать устройство и работу газового редуктора высокого давления.
3. Описать устройство и работу газового редуктора низкого давления.
4. Вычертить схему и описать работу системы питания двигателей, работающих на сжиженном газе.
5. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 4, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Из каких узлов состоит система питания двигателей, работающих на сжатом газе?
2. Каковы рабочее давление и вместимость баллонов, входящих в систему питания двигателей, работающих на сжатом газе?
3. Для чего предназначен подогреватель газа?
4. Каково рабочее давление газа, необходимое для его подачи в смеситель?
5. Из каких узлов состоит система питания двигателей, работающих на сжиженном газе?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6.4. КОНСТРУКЦИИ СТЕМ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗЕ

Автомобильные двигатели могут работать на сжатом и сжиженном газе. Компоновочная схема системы питания при работе на сжатом газе: баллон → подогреватель → редуктор высокого давления → редуктор низкого давления → смеситель-карбюратор.

При работе на сжиженном газе компоновочная схема такая: баллон → испаритель → редуктор низкого давления → смеситель-карбюратор. Каждый двигатель, работающий на газе, имеет дополнительно обычную бензиновую систему, как резервный вариант.

6.4.1. Система питания двигателей, работающих на сжатом газе

В систему питания двигателя, работающего на сжатом газе (рис. 6.43), входят баллоны 1 для сжатого газа, наполнительный 5, расходный 6 и магистральный 18 вентили, подогреватель 17 газа, манометры высокого 8 и низкого 9 давления, редуктор 11 с фильтром 10 и дозирующим устройством 12, газопроводы высокого 3 и низкого 13 давления, карбюратор-смеситель 14 и трубка 19, соединяющая разгрузочное устройство с впускным трубопроводом двигателя.

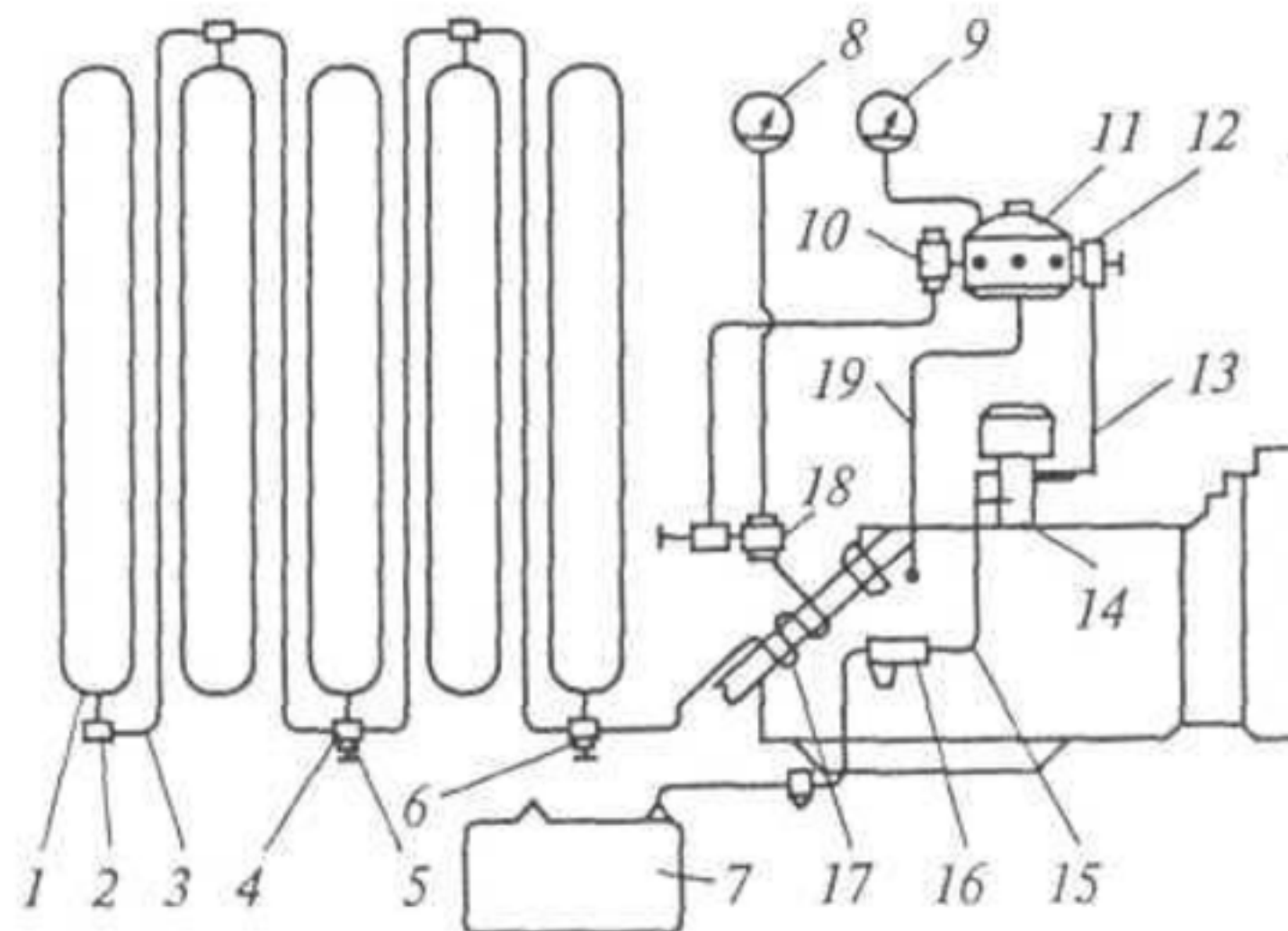


Рис.6.43. Схема системы питания двигателя, работающего на сжатом газе: 1 - баллон; 2 - тройник; 3, 13 - газопроводы; 4 - крестовина; 5, 6, 18 - вентили; 7 - бак; 8, 9 - манометры; 10 - газовый фильтр; 11 - редуктор; 12 - дозирующее устройство; 14 - карбюратор-смеситель; 15 - топливопровод; 16 - топливный насос; 17 - подогреватель; 19 - трубка

При работе на сжатом газе вентили 6 и 18 открыты. Сжатый газ из баллонов поступает в подогреватель 17, обогреваемый отработавшими газами, нагревается и через фильтр 10 проходит в двухступенчатый газовый

редуктор 11; состоящий из газового редуктора высокого давления (ГРВД) и газового редуктора низкого давления (ГРНД). В редукторе давление газа снижается до 0,9...1,15 МПа, а затем до атмосферного. Из редуктора через дозирующее устройство 12 газ проходит в карбюратор-смеситель 14, где и образуется горючая смесь (газовоздушная). Смесь под действием вакуума поступает в цилиндры двигателя. Процесс сгорания смеси и отвода отработавших газов, как в карбюраторных двигателях.

Редуктор 11, кроме уменьшения давления газа, изменяет его количество в зависимости от режима работы двигателя. Он быстро выключает подачу газа при прекращении работы двигателя. Кроме основной, имеется резервная система питания, обеспечивающая работу двигателя на бензине в необходимых случаях (неисправности системы, израсходован весь газ в баллонах и др.). При этом длительная работа двигателя на бензине не рекомендуется, так как в резервной системе питания отсутствует воздушный фильтр, что может привести к повышенному изнашиванию двигателя.

В резервную систему питания входят топливный бак 7, топливный фильтр, топливный насос 16 и топливопроводы 15.

Приборы, входящие в систему питания двигателей, работающих на сжатом газе

Входящие в состав системы **баллоны** выполнены из стали и рассчитаны на рабочее давление 19,6 МПа. Вместимость их 50 л, масса 93 кг. **Вентили** используют для перекрытия магистралей при неработающем двигателе.

Подогреватель газа служит для предотвращения возможного замерзания влаги, находящейся в газе. Он выполнен в виде нескольких витков газопровода высокого давления на выпускном коллекторе.

Газовый редуктор высокого давления (ГРВД) служит для снижения давления газа до 1,2 МПа. Газ из баллона поступает в полость *A* редуктора через штуцер с накидной гайкой *14* (рис. 6.44 *a*) и керамический фильтр *13* к клапану *12*. На клапан давит сверху через толкатель *3* и мембрану пружина редуктора. При давлении газа в полости *B* меньше заданного пружина редуктора через толкатель опускает клапан *12*, пропуская через образовавшуюся щель газ в полость *B*. Газ при этом проходит дополнительный фильтр *11*. При достижении заданного давления в полости *B* сила его на мембрану уравнивает пружину и клапан *12* закрывает проход газа. Выходное давление регулируют рукояткой с винтом *4*. Работу редуктора контролируют по манометру, принимающему сигнал от датчика высокого давления *1* и сигнализатора падения выходного давления *6* (аварийного датчика).

Газовый редуктор низкого давления (ГРНД) снижает давление до 0,085...0,08 МПа.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

фискат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 илец: Шебзухова Татьяна Александровна

атмосферное давление в полости *Д* (она связана с атмосферой) прогибает диафрагму *11* (рис. 6.44 б) вниз и через рычаг *10* открывает клапан *7* первой ступени редуктора. В полости *Б* также атмосферное давление, поэтому диафрагма *2* через пружину *5* и шток *4* перемещает рычаг *14* вверх и открывает клапан *12* второй ступени редуктора. Давление во всем редукторе атмосферное.

При включении зажигания и открытом магистральном вентиле газ через вход *1*, клапан поступает в полости *Г* и *В* и давит на диафрагмы *11* и *2*. Если двигатель не работает и потребления газа нет, то эти диафрагмы закрывают соответственно клапаны *12* и *7*.

При пуске двигателя через выход *II* разрежение передается в полость *В*, открывая клапан *12*, а затем в полость *Г*, открывая клапан *7*. При малых нагрузках эта система поддерживает в полости *В* давление 50...100кПа. По мере увеличения открытия дросселя разрежение увеличивается, клапан *12* открывается больше и газа поступает больше. При полном открытии дросселя срабатывает клапан экономайзера *13*. Разрежение передается на его диафрагму снизу, и пружина экономайзера прогибает диафрагму вверх, открывая клапан и пропуская дополнительное количество газа на выход *II*.

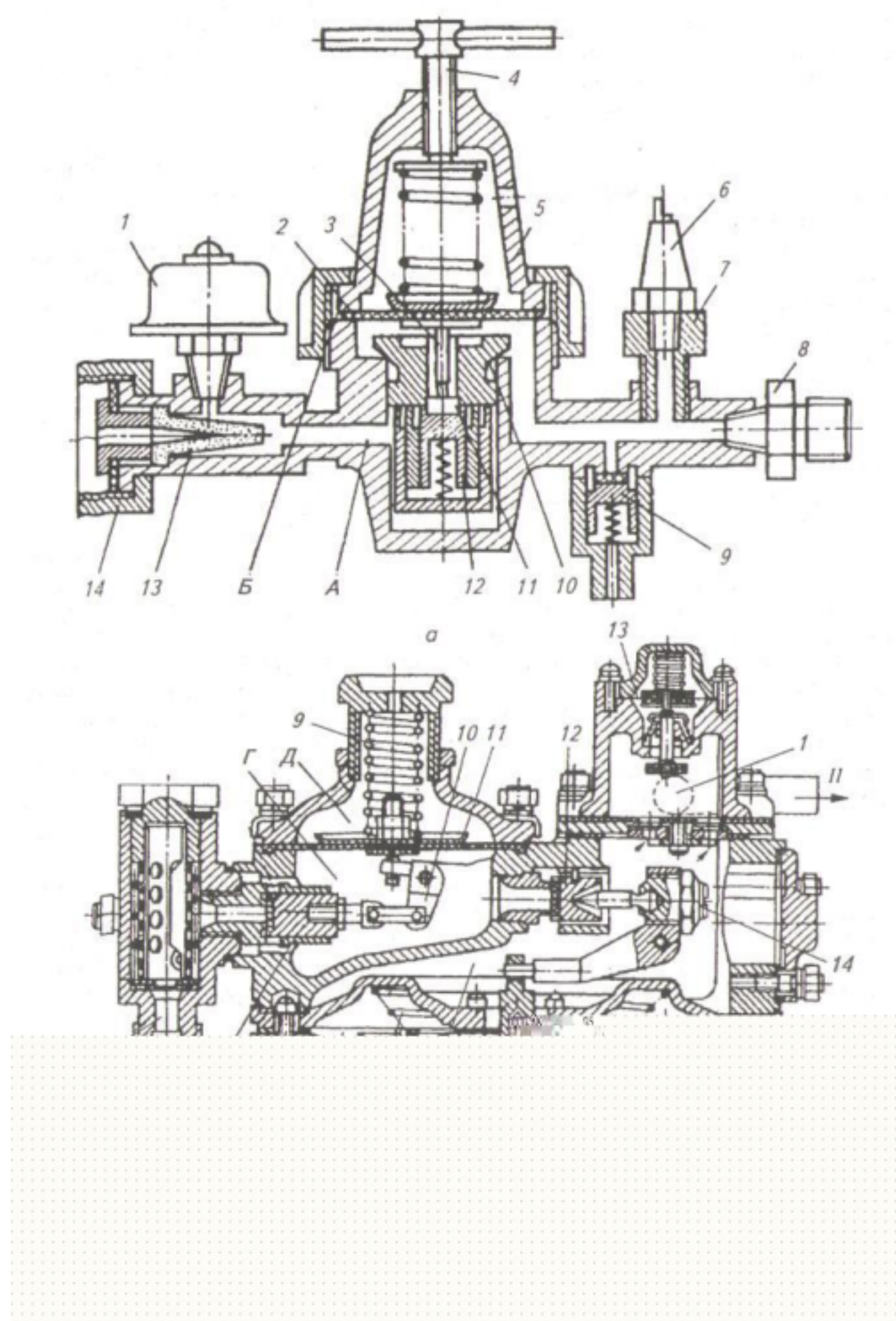


Рис. 6.44. Редуктор: а – высокого давления; 1 – датчик давления; 2 –

документ подписан
 мембрана; 3 – регулировочный винт; 5 – колпак; 6 – аварийный
 электронный подписью
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 седло клапана; 11 – фильтр; 12 – редукционный клапан; 13 – входной фильтр;
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

14 - накидная гайка; б - низкого давления: 1 - вход экономайзера; 2 - диафрагма; 3 - пружина диафрагмы первой ступени; 4 - шток; 5 - пружина диафрагмы второй ступени; 6 - диафрагма разгрузочного устройства; 7 - входной клапан первой ступени; 8 - входной штуцер; 9 - пружина диафрагмы первой ступени; 10 - рычаг клапана; 11 - диафрагма первой ступени; 12 — клапан второй ступени; 13 - клапан экономайзера; 14 – рычаг.

Газовый смеситель - карбюратор служит для приготовления горючей смеси при работе на газе и бензине.

Смеситель-карбюратор выполнен на базе основного карбюратора. На основном режиме средних нагрузок газ поступает от редуктора через открытый под действием разрежения в диффузорах обратный клапан в газовые форсунки и далее в двигатель. При полной нагрузке экономайзер подает дополнительное количество газа.

При работе на холостом ходу газ поступает за дроссель. Общее количество газа, подаваемого в систему холостого хода, регулируется винтом.

6.4.2. Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе

Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе, показана на рис. 6.45. Сжиженный газ под давлением из баллона 12 поступает через расходный 13 и магистральный 11 вентили в испаритель 5. В испарителе газ подогревается горячей жидкостью системы охлаждения двигателя и переходит в газообразное состояние. Затем газ очищается в фильтре 6, поступает в двухступенчатый редуктор 8, где давление газа снижается до атмосферного. Из редуктора газ через дозирующее устройство 7 проходит в смеситель 4, который готовит горючую смесь в соответствии с режимом работы двигателя.

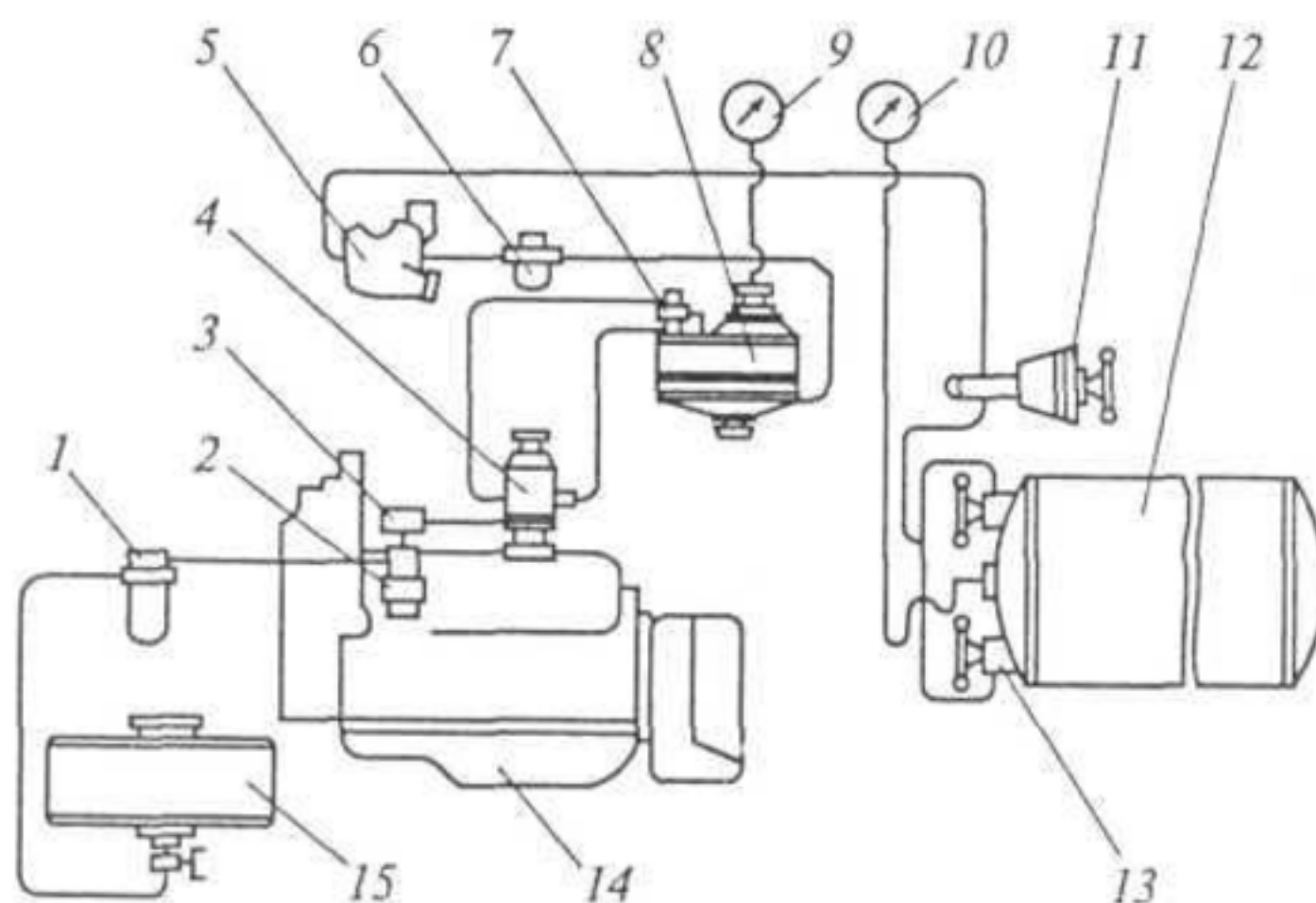


Рис. 6.45 Система питания двигателя, работающего на сжиженном газе

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

редуктор; 9, 10 - манометры; 11, 13 - вентили; 12 - баллон; 14 - двигатель; 15 – бак.

Газовый баллон вместимостью 225 л. имеет предохранительный клапан, открывающийся при давлении 1,68 МПа, наполнительный вентиль и датчик уровня сжиженного газа. Баллон заполняется сжиженным газом только на 90 % объема. Это необходимо для возможности расширения газа при нагреве.

Кроме основной системы питания, двигатель, работающий на сжиженном газе, имеет резервную систему питания для кратковременной работы на бензине. В резервную систему входят топливный бак 15, топливный фильтр 1, топливный насос 2 и карбюратор 3.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Тема: Изучение системы смазки двигателей

Цель работы: закрепить теоретические знания по назначению и устройству системы смазки двигателей.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок;
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей;
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и наглядные пособия

Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Стенды: «Система смазки двигателя ЗИЛ-131», «Система смазки двигателя ЗМЗ-402»

Узлы системы смазки: «Масляный насос двигателя ЗМЗ-402».

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110».

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобильных двигателей.

Задания:

1. Изучить устройство системы смазки двигателей.
2. Изучить устройство узлов системы смазки двигателей.
3. Изучить систему вентиляции картера двигателя.
4. Изучить систему смазки с сухим картером.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать устройство системы смазки двигателей.
2. Вычертить схему и описать устройство и работу масляного насоса с наружным зацеплением шестерен.
3. Вычертить схему и описать устройство и работу масляного насоса с внутренним зацеплением шестерен.
4. Описать устройство и работу полнопоточного масляного фильтра.
5. Описать устройство и работу неполнопоточного фильтра центробежной очистки масла.
6. Описать работу системы вентиляции картера.
7. Вычертить схему и описать устройство системы смазки двигателей с сухим картером.
8. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 7, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое комбинированная система смазки?
2. Как контролируется давление масла в системе смазки?
3. Что такое неполнопоточные масляные фильтры и в каких случаях они применяются?
4. Для чего предназначена вентиляция картера?
5. В каких случаях используется система смазки с сухим картером?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Тема 7. СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

7.1. Устройство и работа системы смазки

В изучаемых двигателях применяется комбинированная смазочная система. К наиболее нагруженным деталям масло подается под давлением, а к остальным - разбрызгиванием и самотеком.

Под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, клапанный механизм, втулки распределительного вала и распределительных шестерен.

В систему смазки двигателя (рис. 7.1) входят поддон 1 картера, масляный насос 2, масляный фильтр 6, масляный радиатор 8, масляные каналы и трубопроводы, манометр 11, маслозаливная горловина 16. Уровень масла контролируется масломерным стержнем 4 при неработающем двигателе.

Путь циркуляции масла под давлением в смазочной системе у большинства автотракторных двигателей одинаков. На рисунке приведена принципиальная схема работы смазочной системы двигателя. При работе двигателя масло из поддона картера засасывается шестеренчатым насосом и подается под давлением к фильтру. Очищенное масло охлаждается в масляном радиаторе и поступает в главный масляный канал - магистраль 13. Из этого канала масло проходит по каналам в блоке к коренным подшипникам коленчатого вала и к шейкам распределительного вала.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

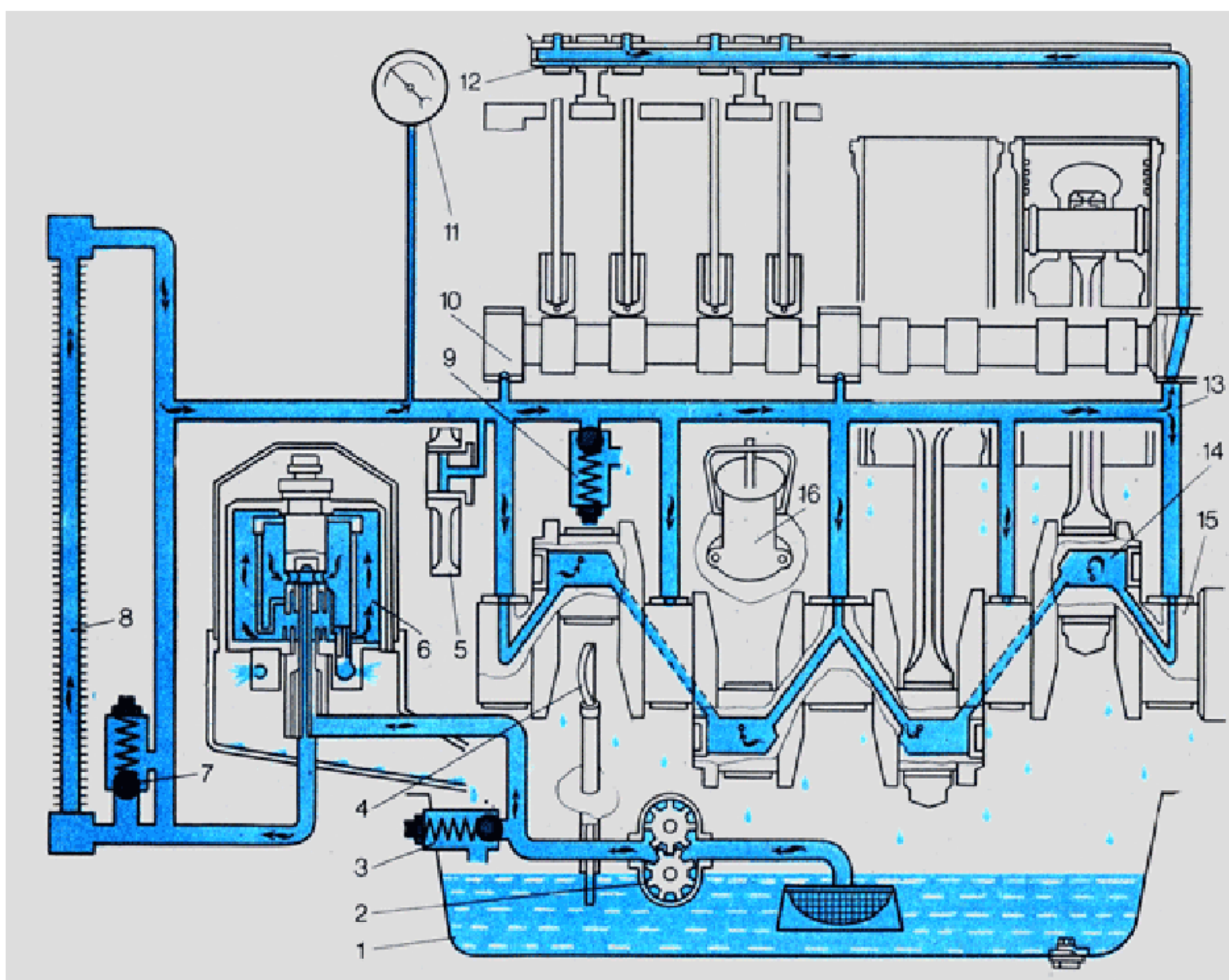


Рис.7. 1. Принципиальная схема смазочной системы: 1 – масляный поддон; 2 – масляный насос; 3 – редукционный клапан масляного насоса; 4 – масломерный щуп; 5 – промежуточная шестерня; 6 – масляный фильтр; 7 – редукционный (температурный) клапан; 8 – масляный радиатор; 9 – сливной клапан; 10 – распределительный вал; 11 – манометр; 12 – ось коромысел; 13 – главный масляный канал; 14 – полость шатунной шейки; 15 – коленчатый вал; 16 – маслозаливная горловина.

По наклонным каналам коленчатого вала масло попадает в полость 14 шатунных шеек, где дополнительно очищается и, выходя на поверхность шеек, смазывает шатунные подшипники. От первого коренного подшипника масло поступает к пальцу промежуточной шестерни 5 и втулке шестерни топливного насоса.

По каналу в одной из шеек распределительного вала масло пульсирующим потоком подается в вертикальный канал блока и по каналам в головке и наружной трубке - в пустотелую ось 12 коромысел. Через отверстия в валике коромысел масло поступает к втулкам коромысел и, стекая по штангам, смазывает толкатели и кулачки распределительного вала.

Стенки цилиндров и поршней, поршневые пальцы, распределительные шестерни и кулачки смазываются маслом, вытекающим из маслозаливной горловины. Масло, вытекающее из клапанного механизма, стекает по стенкам цилиндров и поршней, а также по стенкам коленчатого вала и стекается на мелкие капли, разбрызгиваемые быстро вращающимся коленчатым валом.

образуя масляный туман. Капельки масла, оседая на поверхности цилиндров, поршней, кулачков распределительного вала, смазывают их и стекают в поддон картера, откуда масло вновь начинает свой путь. Поршневой палец смазывается каплями масла, которые забрызгиваются в отверстие верхней головки шатуна. В двигателях, имеющих канал в стержне шатуна, поршневой палец смазывается под давлением.

Работу смазочной системы контролируют по манометру 11, показывающему давление в главной магистрали. На некоторых двигателях, кроме того, устанавливают термометр, измеряющий температуру масла в смазочной системе и датчики аварийного падения давления масла.

7.2. Устройство узлов системы смазки

7.2.1. Масляный поддон

Масляный поддон является резервуаром для масла. Он закрывает двигатель снизу, и в нем масло охлаждается. Масляный поддон - стальной, штампованный. Внутри поддона имеется специальная перегородка, уменьшающая колебания масла при движении автомобиля. Поддон крепится к нижнему торцу блока цилиндров (к картеру) через уплотнительную прокладку, изготовленную из пробкорезиновой смеси. Он имеет резьбовое отверстие с пробкой, предназначенное для слива масла.

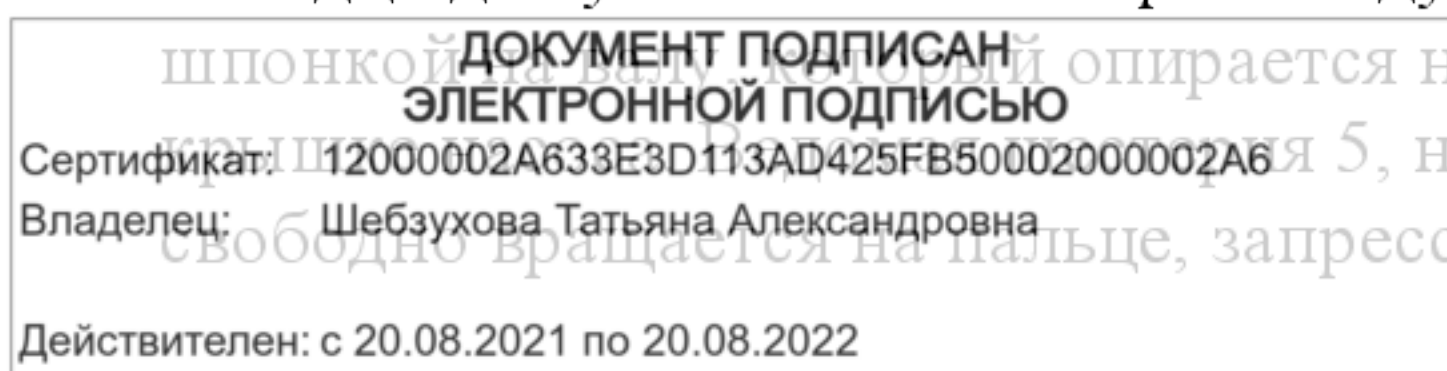
7.2.2. Масляный насос

Шестеренчатый масляный насос создает циркуляцию масла в смазочной системе двигателя. Он установлен обычно на блок-картере или на крышке коренного подшипника коленчатого вала.

Масляный насос может приводиться в действие от коленчатого вала двигателя, распределительного вала или дополнительного приводного вала. Обычно применяют масляные насосы шестеренного типа с наружным или внутренним зацеплением шестерен. Насосы с внутренним зацеплением более компактны и приводятся непосредственно от коленчатого вала, поэтому они широко применяются в двигателях легковых автомобилей.

Насосы с наружным зацеплением шестерен выполняют двухсекционными (рис. 7.2 а) и односекционными (рис. 7.2 б). Двухсекционный насос имеет две секции: основную и радиаторную. Секции разделены между собой проставкой 2. Каждая секция работает независимо от другой как односекционный насос.

Односекционный насос состоит из маслоприемника 9, корпуса 6, крышки и двух шестерен. В корпусе насоса выполнены два цилиндрических колодца для установки шестерен. Ведущая шестерня 4 насоса крепится на втулки, запрессованные в корпусе и находясь в зацеплении с ведущей, свободно вращается на пальце, запрессованном в корпусе. Вращаясь в разные



стороны, шестерни зубьями перегоняют масло от входного канала корпуса к нагнетательному 7.

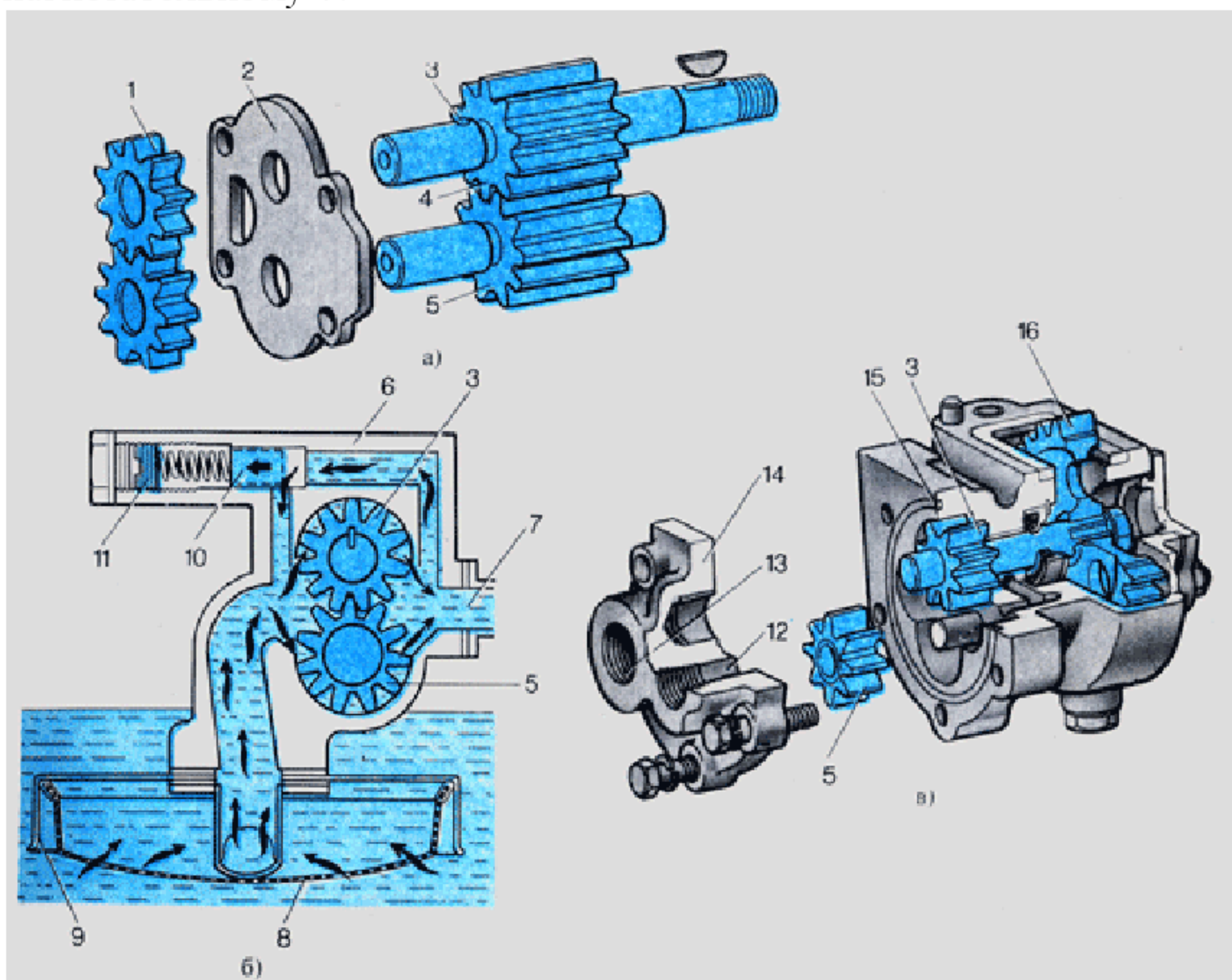


Рис.7.2. Принципиальная схема насоса с наружным зацеплением шестерен:
 а - двухсекционный, б - односекционный, в - предпусковой,
 1 - ведущая шестерня радиаторной секции, 2 - проставка, 3 - ведущий вал,
 4 - ведущая шестерня основной секции, 5 - ведомая шестерня основной
 секции, 6 - корпус,
 7 - нагнетательный канал, 8 - сетка маслоприемника, 9 - маслоприемник, 10 -
 редукционный клапан,
 11 - регулировочный винт, 12 - выходное отверстие, 13 - впускное отверстие,
 14 - крышка, 15 - корпус, 16 - шестерня привода насоса.

В корпусе насоса есть прилив, в расточке которого смонтирован редукционный клапан 10. Последний предотвращает чрезмерное повышение давления, которое создается масляным насосом при пуске холодного двигателя, т. е. когда масло имеет большую вязкость. С помощью регулировочного винта 11 можно изменить силу давления пружины клапана.

Привод масляного насоса осуществляется у тракторных двигателей от коленчатого вала через приводную шестерню, а у автомобильных - от шестерни, выполненной заодно с распределительным валом.

Для подачи масла в смазочную систему во время запуска пускового

шестерни предпускового насоса забирают масло через заборную трубку из поддона картера и подают через обратный клапан в масляную магистраль. После запуска основного двигателя давление в масляной магистрали повышается и срабатывает обратный клапан, перекрывая поступление масла из блок-картера в предпусковой насос.

Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления (рис. 7.3) состоит из корпуса 1, крышки 7, ведущей 3 и ведомой 2 шестерен, маслоприемника 8 и редукционного клапана 4. Корпус насоса отлит из чугуна. Он имеет две полости (всасывания и нагнетания), которые разделены между собой выступом 9. Ведущая и ведомая шестерни изготовлены из спеченного материала и размещены внутри корпуса. Ведущая шестерня 3 установлена на переднем конце коленчатого вала 10, который уплотняется в крышке насоса манжетой 6. К корпусу прикреплены маслоприемник с фильтрующей сеткой и крышка. Крышка 7 насоса отлита из алюминиевого сплава. В ней размещен редукционный клапан 4, давление срабатывания которого обеспечивается пружиной 5.

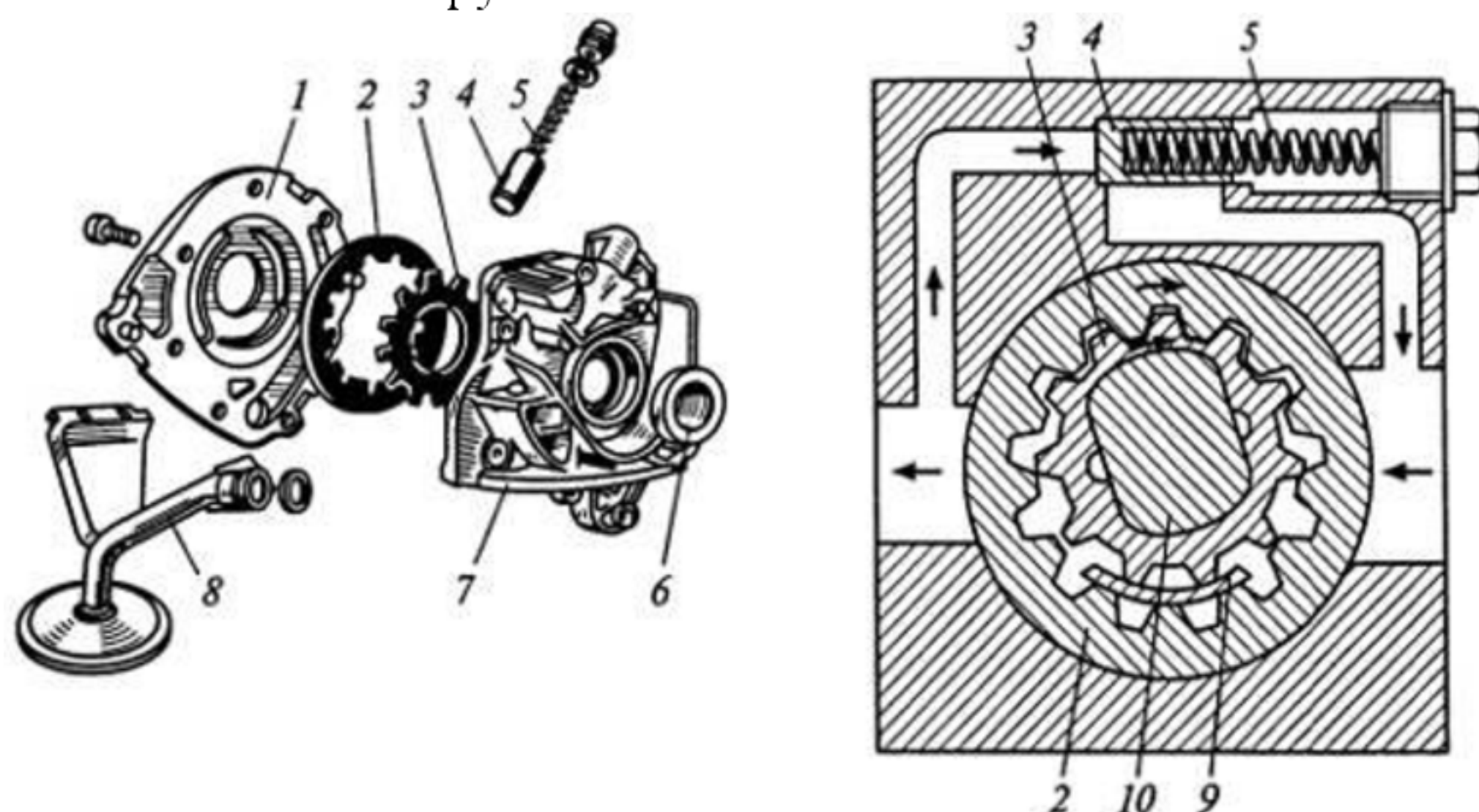


Рис. 7.3. Масляный насос с шестернями внутреннего зацепления:
1 – корпус; 2, 3 – шестерни; 4 – клапан; 5 – пружина; 6 – манжета; 7 – крышка; 8 – маслоприемник; 9 – выступ; 10 – вал.

При вращении шестерен масло через маслоприемник поступает во всасывающую полость насоса. Оно заполняет впадины между зубьями шестерен, переносится в полость нагнетания и под давлением направляется в приемный канал блока цилиндров. Редукционный клапан срабатывает при возрастании давления выше допустимого и перепускает часть масла из нагнетательной полости насоса во всасывающую. Подача насоса равна 34 л/мин при частоте вращения ведущей шестерни 6000 мин⁻¹, а создаваемое давление — 0,5 МПа.

Падение давления масла в смазочной системе может привести к

быстро
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Электрический сигнал датчика поступает к указателю давления масла,
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

поэтому оно контролируется
в масляной магистрали.

установленному на приборной панели, или к контрольной лампе аварийного давления. В некоторых двигателях сигнал от датчика давления используется электронным блоком управления, который может отключить двигатель в случае опасного снижения давления масла. В отдельных конструкциях применяют датчики и для контроля уровня масла в поддоне картера.

В двигателях многих грузовых автомобилей используются двухсекционные масляные насосы для разделения потоков масла. Для охлаждения масла могут использоваться масляные радиаторы или водомасляные теплообменники. Масляный радиатор обдувается воздухом, который охлаждает протекающее через него масло; теплообменник отдает тепло от масла в охлаждающую жидкость. При включении масляного радиатора может произойти падение давления в основных магистралях смазочной системы. Чтобы этого не произошло, перед входом в радиатор устанавливают предохранительный клапан.

7.2.3. Масляный фильтр

Масляный фильтр служит для очистки масла от твердых частиц продуктов изнашивания деталей двигателя, нагара и т. п. Загрязненное масло вызывает ускоренное изнашивание двигателя и засоряет каналы смазочной системы.

Масляные фильтры называют полнопоточными, если через них проходит все масло, и неполнопоточными, если через них проходит только его часть. Неполнопоточные фильтры применяют как дополнительные к основным - полнопоточным для более тонкой очистки масла. Масляный фильтр может быть сменным, и его нужно заменять новым при каждой замене масла или иметь сменный только фильтрующий элемент. В большинстве двигателей легковых автомобилей применяют полнопоточные сменные фильтры, хотя встречаются конструкции, в которых заменяют только фильтрующий элемент.

На легковых автомобилях применяется масляный фильтр полнопоточный (пропускает все нагнетаемое масло), неразборный, с перепускным и противодренажным клапанами.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

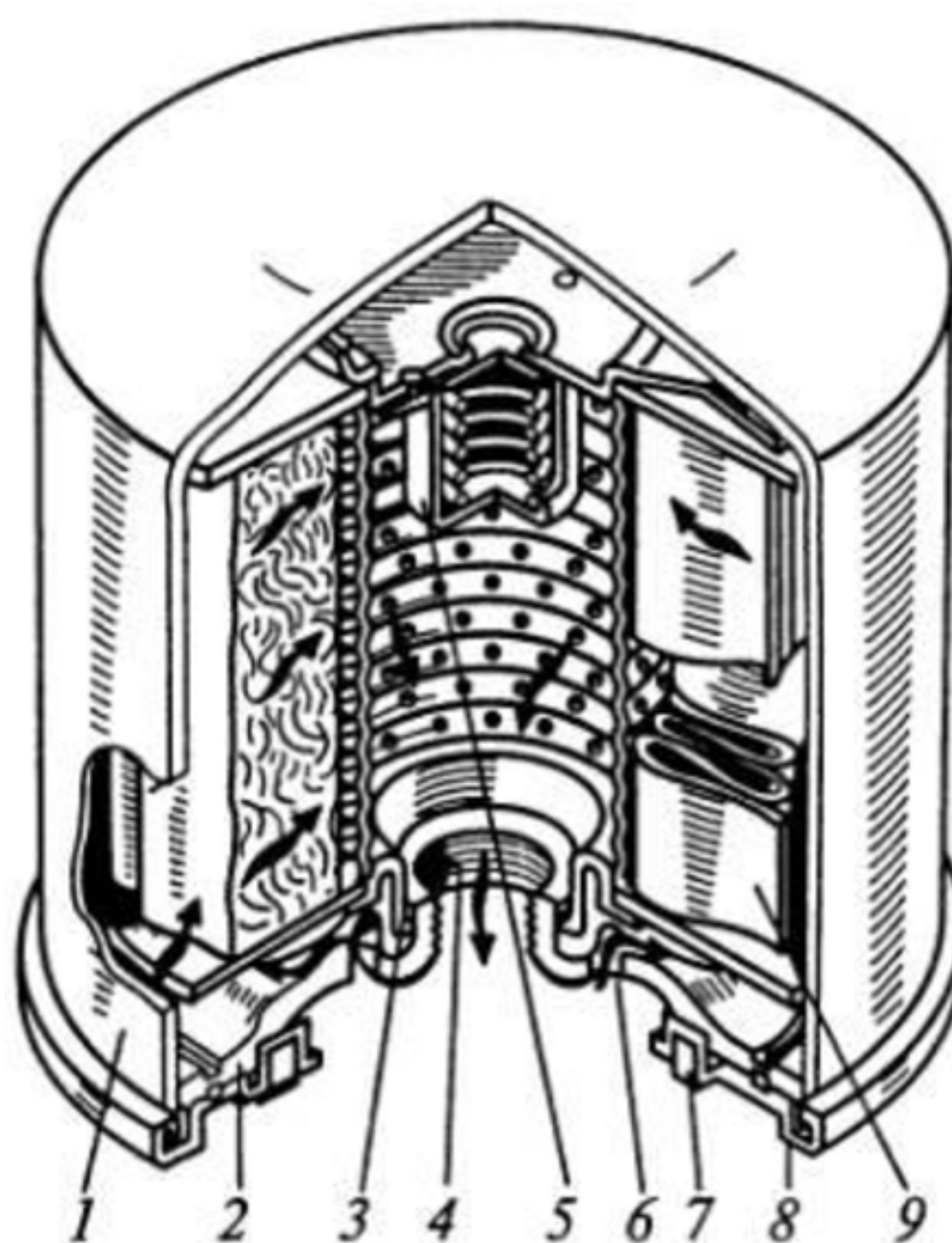


Рис. 7.4. Полнопоточный масляный фильтр:
1 – корпус; 2 – днище; 3, 5 – клапаны; 4, 6 – отверстия; 7 – кольцо; 8 – крышка; 9 – фильтрующий элемент

В корпусе 1 фильтра (рис.7.4) находится бумажный фильтрующий элемент 9 со специальной вставкой из вязкого волокна. Нагнетаемое насосом масло поступает через отверстия 6 в днище 2 в наружную полость фильтра, проходит через поры фильтрующего элемента 9, очищается в нем и выходит в масляную магистраль блока цилиндров из центральной части фильтра через отверстие 4. Вставка фильтрующего элемента очищает масло при пуске холодного двигателя, когда оно не может пройти через поры бумажного фильтрующего элемента. При сильном загрязнении фильтра, а также при повышенной вязкости масла (при низких температурах) открывается перепускной клапан 5 масляного фильтра, имеющий пружину, и неочищенное масло из фильтра поступает в масляную магистраль. Противодренажный клапан 3, выполненный в виде манжеты из специальной маслостойкой резины, пропуская масло в фильтр, предотвращает вытекание его из смазочной системы в масляный поддон при неработающем двигателе. Это позволяет ускорить подачу масла к трущимся поверхностям деталей двигателя после его пуска.

Масляный фильтр крепится к блоку цилиндров на специальном резьбовом штуцере, для чего в днище фильтра имеется резьбовое отверстие 4. Резиновое кольцо 7, надетое на крышку 8, обеспечивает герметичность установки фильтра в блоке цилиндров двигателя. Для эффективной очистки масла в двигателе.

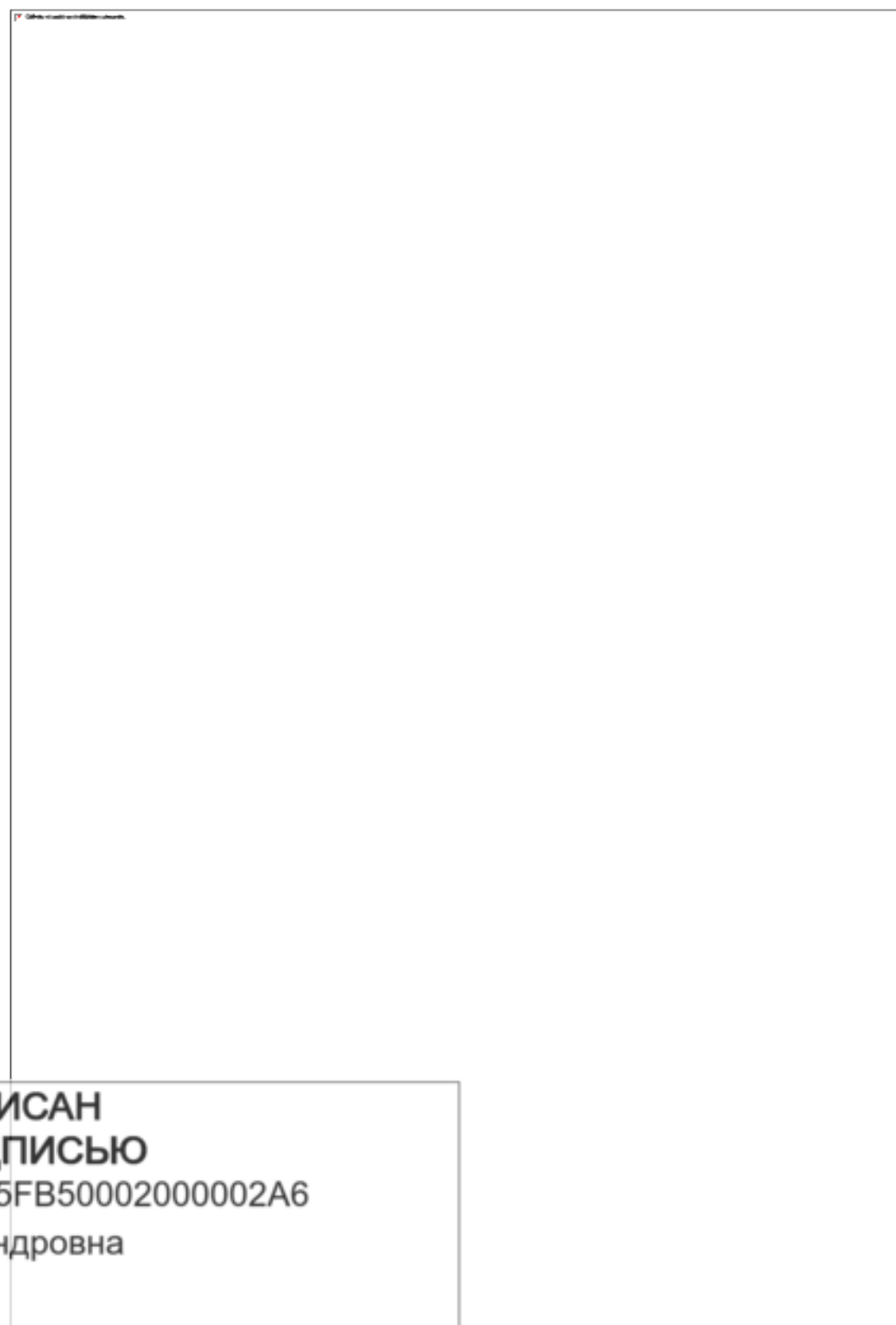
В смазочных системах грузовых автомобилей часто применяют по два фильтра: один - полнопоточный со сменным фильтрующим элементом, второй - неполнопоточный центробежный (центрифуга) (рис. 7.5).

Центробежный фильтр (центрифуга) приводится в действие за счет реактивных сил масла, вытекающего под давлением из специальных сопел (жиклеров), направленных в разные стороны. Вращающийся с большой скоростью вместе с соплами колпак, находящийся внутри корпуса фильтра, заполнен маслом, из которого за счет центробежных сил удаляются твердые частицы, которые оседают на внутренней поверхности колпака.

В корпусе 3 (рис.7.5) фильтра с крышкой 6 неподвижно закреплена ось 1 с внутренним каналом и выходными отверстиями. На оси на радиально-упорном подшипнике 8 и двух втулках установлен ротор 4 с колпаком 5, фильтрующей сеткой 7 и жиклерами 2, выходные отверстия которых направлены в противоположные стороны.

При работе двигателя масло поступает внутрь оси 1, проходит через выходные отверстия и направляется во внутреннюю полость ротора. Затем проходит через фильтрующую сетку 7, идет вниз и выпрыскивается под давлением из жиклеров 2 в корпус фильтра. Под воздействием струй масла, направленных в противоположные стороны, создается реактивный момент, который вращает ротор, заполненный маслом. При этом под действием центробежных сил механические примеси, находящиеся в масле, оседают плотным слоем на стенках колпака 5 ротора.

Очищенное масло, выпрыскиваемое жиклерами, стекает в масляный поддон двигателя. Частота вращения ротора фильтра достигает $5000...7000 \text{ мин}^{-1}$, что обеспечивает качественную очистку масла.



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 7.5.Неполнопоточный фильтр центробежной очистки масла:
1 — ось; 2 — жиклер; 3 — корпус; 4 — ротор; 5 — колпак; 6 — крышка; 7 —
сетка; 8 — подшипник

7.2.4.Масляный радиатор

Масляный радиатор охлаждает масло в летнее время. Он представляет собой неразборный узел, состоящий из ряда стальных трубок овального сечения и двух бачков: нижнего и верхнего. Для увеличения поверхности охлаждения на каждой трубке навита спираль из тонкой стальной ленты. У масляных радиаторов некоторых двигателей трубки радиатора проходят через охлаждающие пластины, бачки разделены перегородками. К бачкам приварены штуцера, к которым монтируют маслоподводящую и маслостводящую трубки и ушки для крепления радиатора. Масляный радиатор установлен впереди водяного радиатора. У двигателей с воздушным охлаждением масляный радиатор выполнен из единой многократно изогнутой трубки с навитой на нее ленточной спиралью. Масло, двигаясь по трубкам радиатора, обдуваемого снаружи воздухом, охлаждается при полностью открытых жалюзи или шторки на 10-12°С.

7.3. Вентиляция картера двигателя

Автомобили выделяют в окружающую среду много ядовитых веществ, из которых 65 % содержат отработавшие газы, 20 % - картерные газы и 15 % - пары топлива. Вентиляция картера двигателя и ее тип существенно влияют на количество выделяемых в окружающую среду токсичных веществ.

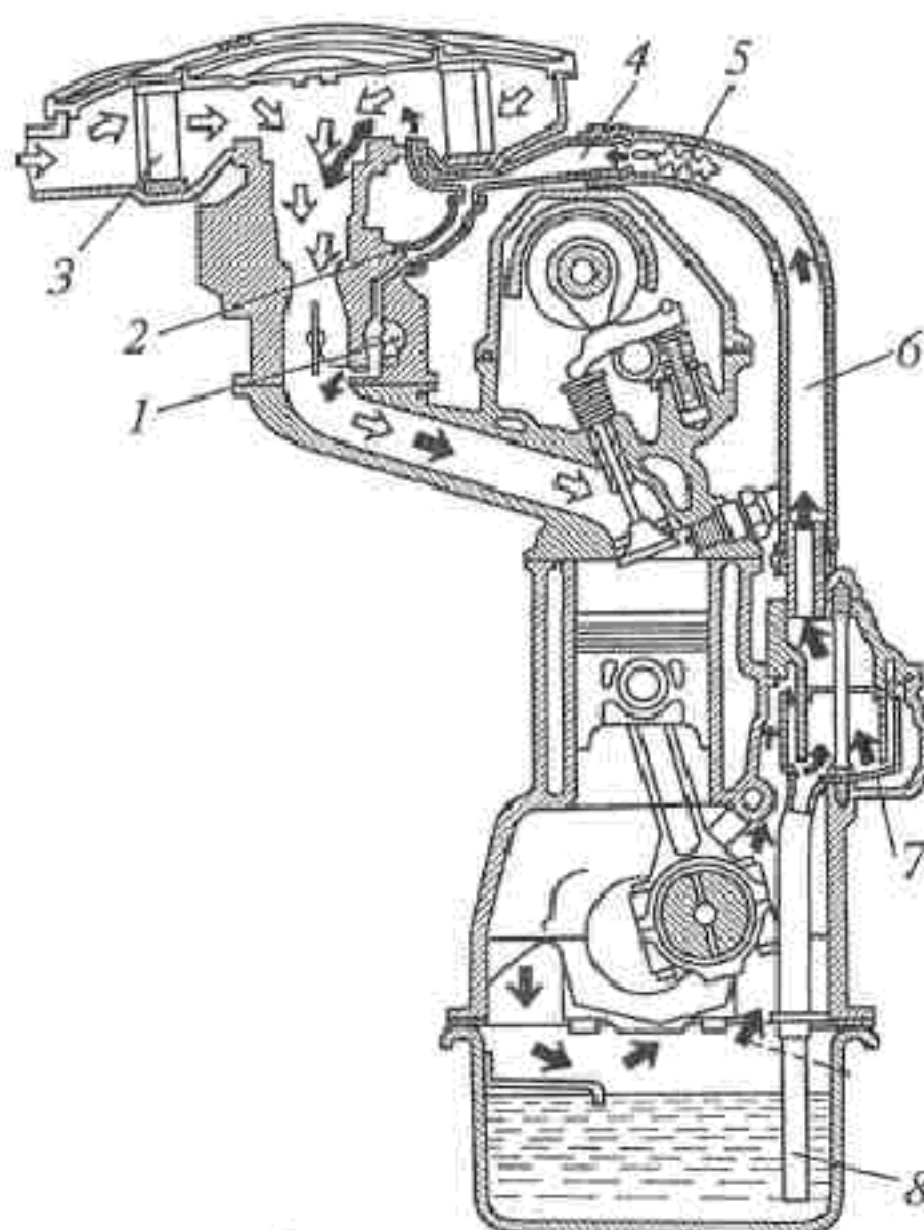


Рис. 7.6. Система вентиляции картера двигателей легковых автомобилей ВАЗ: 1 - воздушный фильтр; 2 - воздушный фильтр; 3 - воздушный фильтр; 4 - коллектор; 5 - воздушный фильтр; 6 - воздушный фильтр; 7 - маслоотделитель; 8 - трубка

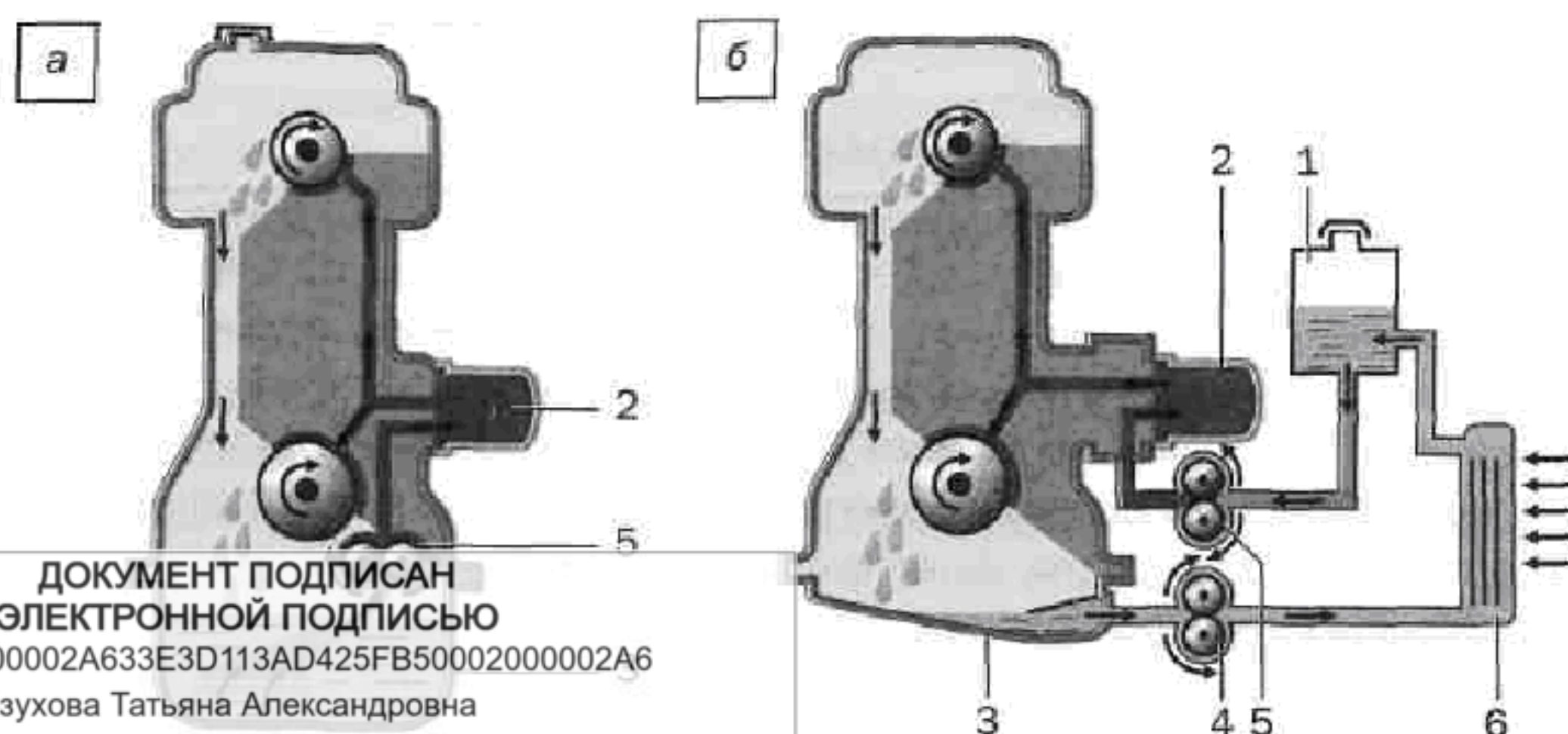
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Вентиляция картера двигателя предназначена для удаления картерных газов (состоящих из горючей смеси и продуктов сгорания), которые разжижают масло и образуют смолистые вещества и кислоты. Кроме того, картерные газы повышают давление в картере двигателя и вызывают утечку масла через уплотнения. На легковых автомобилях применяется система вентиляции картера двигателя закрытого типа. Она обеспечивает за счет вакуума во впускном трубопроводе принудительное удаление картерных газов в цилиндры двигателя на догорание. В результате предотвращается попадание картерных газов в салон кузова автомобиля и уменьшается выброс ядовитых веществ в окружающую среду.

При работе двигателя (рис. 7.6) картерные газы отсасываются через маслоотделитель 7 и шланг 6 в вытяжной коллектор 4 воздушного фильтра 3. Из вытяжного коллектора при холостом ходе и малых нагрузках двигателя газы поступают через шланг 2 и золотник 1 под дроссельные заслонки карбюратора. При остальных режимах работы двигателя картерные газы поступают в карбюратор через воздушный фильтр 3. В маслоотделителе 7 из газов выделяется масло, которое по трубке 8 стекает в масляный поддон. Пламегаситель 5 исключает проникновение пламени в картер двигателя при вспышках в карбюраторе.

7.4. Системы смазки с сухим картером

В некоторых высокофорсированных двигателях спортивных автомобилей, а также тракторов и специальных автомобилей, применяются системы смазки с сухим картером (рис. 7.7). Использование таких систем гарантирует, что при резких маневрах на большой скорости или наклонах транспортного средства масло не переместится к одной из его стенок и маслозаборник не окажется выше уровня масла. Стекающее в поддон масло в двигателях с сухим картером постоянно выкачивается дополнительным масляным насосом в специальный масляный бак. Из этого бака масло затем подается под давлением в систему смазки двигателя.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 7.7. Системы смазки обычная (а) и с сухим картером (б): 1 - емкость для масла (масляный бак); 2 - масляный фильтр; 3 - поддон картера; 4 - отсасывающий масляный насос; 5 - масляный насос; 6 - масляный радиатор

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9.

Тема: Изучение систем охлаждения двигателей

Цель работы: закрепить теоретические знания по назначению и устройству систем охлаждения двигателей.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы:

Знать:

- 1) виды и типы автомобильных энергетических установок;
- 2) основные конструктивные решения энергетических установок;
- 3) назначение, устройство и принципы действия механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания автомобилей, их принципиальные компоновочные схемы;
- 4) рабочие процессы и показатели работы поршневых двигателей внутреннего сгорания;
- 5) тенденции и направления развития конструкций двигателей внутреннего сгорания, диктуемые современными требованиями к автомобилям;

Уметь:

- 1) выбирать оптимальный вид двигателей внутреннего сгорания для автомобиля, учитывая специфические условия эксплуатации автомобиля, современные эксплуатационные и экологические требования, а также требования безопасности;
- 2) самостоятельно осваивать новые конструкции автомобильных двигателей, их механизмы и системы;
- 3) оценивать технический уровень конструкции тепловых двигателей и комбинированных силовых установок автомобилей
- 4) осуществлять контроль состояния двигателей внутреннего сгорания

Теоретическая часть: см. приложение 1.

Оборудование и наглядные пособия

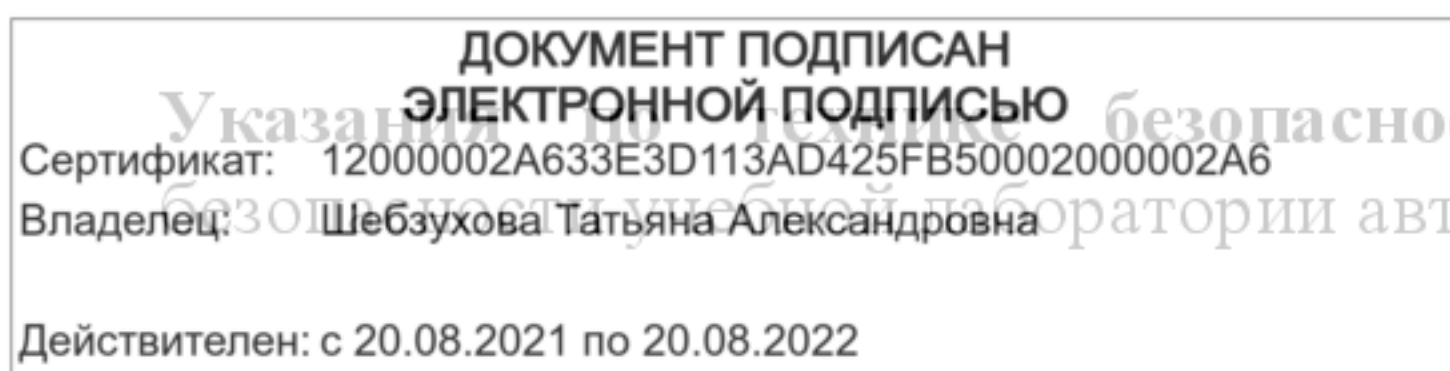
Разрез двигателя РЕНО

Разрез двигателя ЗМЗ-402

Разрез двигателя МеМЗ - 968.

Стенды: «Система охлаждения двигателя ЗИЛ-131», «Система охлаждения двигателя ЗМЗ-402»

Плакаты: «Двигатель ВАЗ – 2112», «Двигатель ЗМЗ – 402», «Двигатель ВАЗ-2107», «Двигатель ВАЗ – 2110», «Система охлаждения двигателя ВАЗ-2110»



Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Указания по технике безопасности: См. инструктаж по технике безопасности учебной лаборатории автомобилей.

Задания:

1. Изучить устройство системы жидкостного охлаждения двигателей.
2. Изучить устройство узлов системы жидкостного охлаждения двигателей.
3. Изучить устройство системы воздушного охлаждения двигателей.

Содержание отчета

1. Вычертить схему и описать устройство системы жидкостного охлаждения двигателей.
2. Описать устройство и работу жидкостного насоса.
3. Вычертить схему и описать устройство и работу термостата.
4. Описать устройство и работу неразборного радиатора.
5. Описать устройство и работу вентилятора.
6. Описать принцип работы системы воздушного охлаждения.
7. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 6, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Что значит «малый круг циркуляции жидкости»?
2. Что значит «большой круг циркуляции жидкости»?
3. Каково назначение термостата?
4. Каково назначение расширительного бачка?
5. В чем преимущество вентиляторов с электроприводом?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к лабораторной работе № 9

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

1. Устройство и работа жидкостной системы охлаждения

В двигателях автомобилей применяемая жидкостная система охлаждения является закрытой (герметичной), с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости. Внутренняя полость закрытой системы охлаждения не имеет постоянной связи с окружающей средой, а связь осуществляется через специальные клапаны (при определенном давлении или вакууме), находящиеся в пробках радиатора или расширительного бачка системы. Охлаждающая жидкость в такой системе закипает при 110... 120 °С. Принудительная циркуляция охлаждающей жидкости в системе обеспечивается жидкостным насосом.

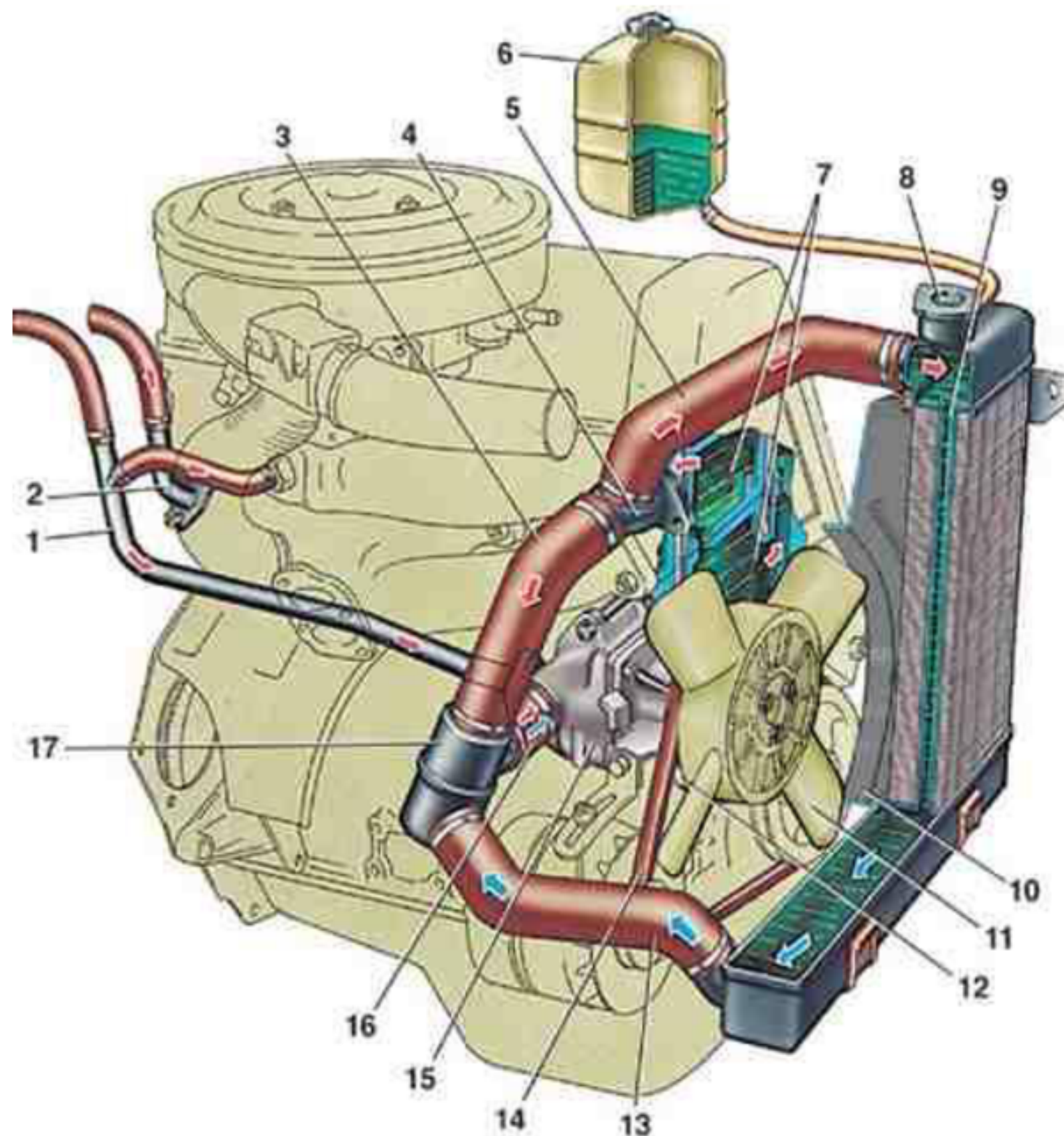
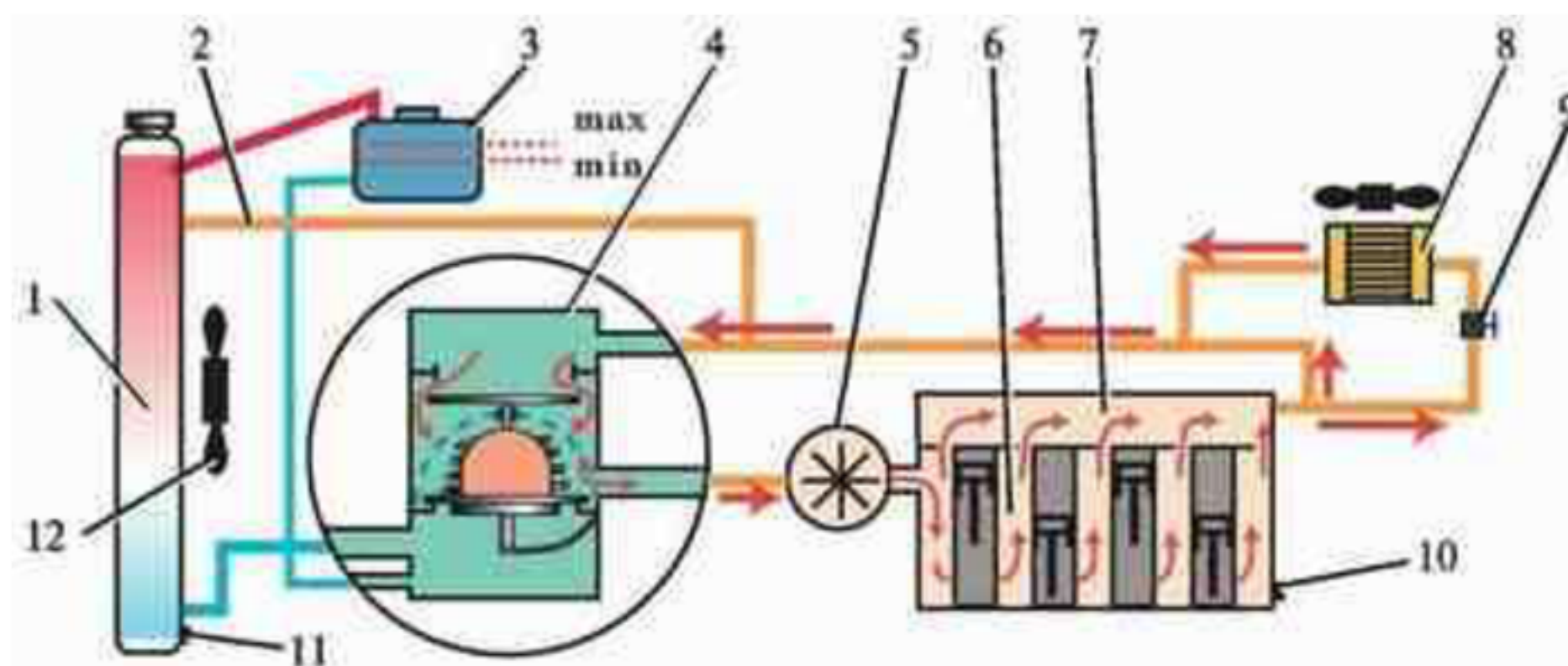


Рис. 1. Схема жидкостной системы охлаждения:

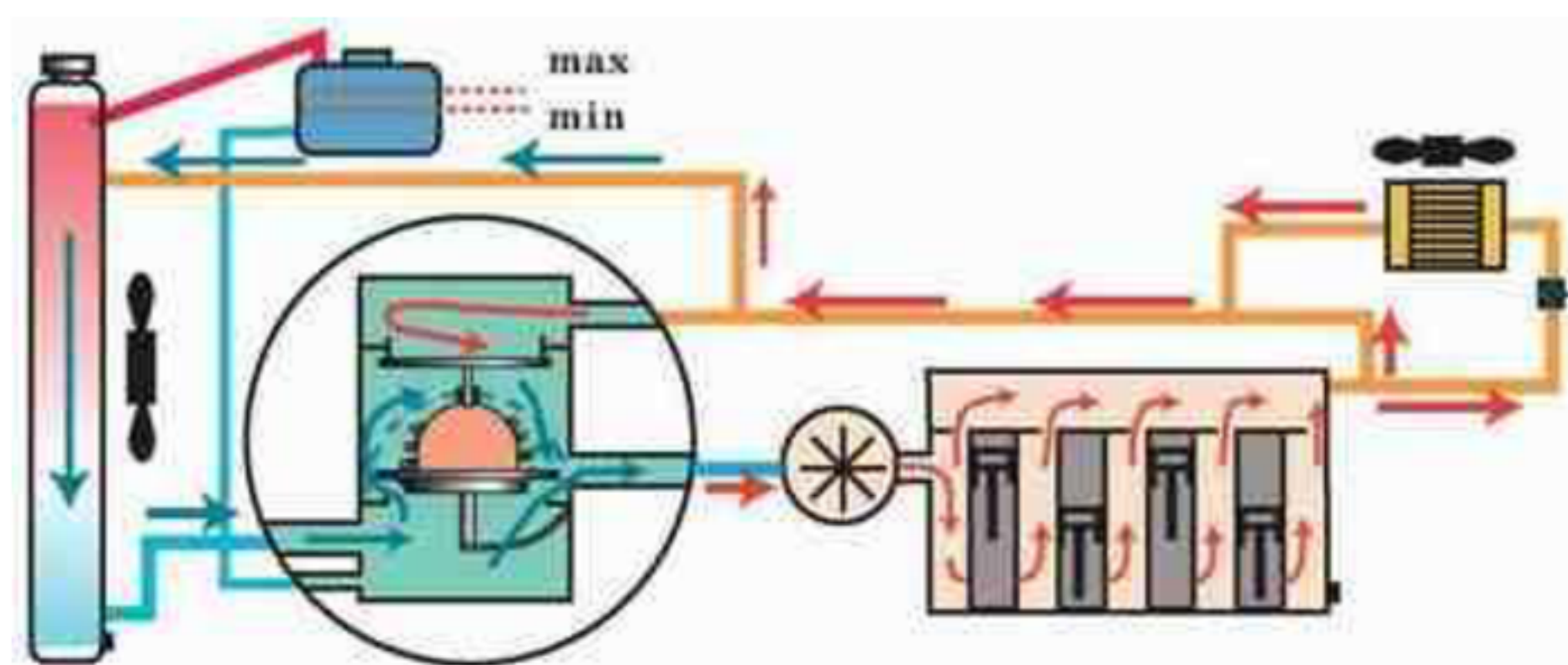
1 – труба отвода жидкости от радиатора отопителя и карбюратора в насос охлаждающей жидкости; 2 – труба отвода горячей жидкости из головки цилиндров в радиатор отопителя; 3 – перепускной шланг термостата; 4 – выпускной патрубок рубашки охлаждения; 5 – подводящий шланг радиатора; 6 – расширительный бачок; 7 – рубашка охлаждения; 8 – пробка радиатора; 9 – пробка расширительного бачка; 10 – корпус вентилятора; 11 – вентилятор; 12 – шкив привода вентилятора и насоса охлаждающей жидкости; 13 – отводящий

шланг радиатора; 14 – ремень привода насоса; 15 – насос; 16 – шланг подачи охлаждающей жидкости в насос; 17 – термостат.

Система охлаждения двигателя состоит из рубашки охлаждения головки и блока цилиндров, радиатора, насоса, термостата, вентилятора, расширительного бачка, соединительных трубопроводов и сливных краников. Кроме того, в систему охлаждения входит отопитель салона кузова автомобиля.



а)



б)

Рис. 2. Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения двигателя и принцип ее работы:

1 – радиатор; 2 – патрубок для циркуляции охлаждающей жидкости; 3 – расширительный бачок; 4 – термостат; 5 – водяной насос; 6 – рубашка охлаждения блока цилиндров; 7 – рубашка охлаждения головки блока; 8 – радиатор отопителя с электрическим вентилятором; 9 – кран радиатора отопителя; 10 – пробка для слива охлаждающей жидкости из блока; 11 – пробка для слива охлаждающей жидкости из радиатора; 12 – вентилятор.

При неяростом двигателе основной клапан термостата 4 (рис. 2а)

закрывается, и охлаждающая жидкость не проходит через радиатор 10. В этом случае жидкость нагнетается насосом 5 в рубашку охлаждения 7 блока и головки цилиндров двигателя (малый круг циркуляции).

Из головки блока цилиндров через шланг 3 жидкость поступает к дополнительному клапану термостата и попадает вновь в насос. Вследствие циркуляции этой части жидкости двигатель быстро прогревается. Одновременно меньшая часть жидкости поступает из головки блока цилиндров в обогреватель (рубашку) впускного трубопровода двигателя, а при открытом кране 9 - в отопитель 8 салона кузова автомобиля.

При прогревом двигателя дополнительный клапан термостата закрыт (рис. 2б), а основной клапан открыт. В этом случае большая часть жидкости из головки блока цилиндров попадает в радиатор 1, охлаждается в нем и через открытый основной клапан термостата поступает в насос (большой круг циркуляции). Меньшая часть жидкости, как и при непрогретом двигателе, циркулирует через обогреватель впускного трубопровода двигателя и отопитель салона кузова. В некотором интервале температур основной и дополнительный клапаны термостата открыты одновременно, и охлаждающая жидкость циркулирует в этом случае по двум направлениям (кругам циркуляции). Количество циркулирующей жидкости в каждом круге зависит от степени открытия клапанов термостата, чем обеспечивается автоматическое поддержание оптимального температурного режима двигателя.

2. Конструкции узлов жидкостной системы охлаждения

Жидкостный насос

Жидкостный насос обеспечивает принудительную циркуляцию жидкости в системе охлаждения двигателя. На двигателях автомобилей применяют лопастные насосы центробежного типа (рис. 3). На 6 насоса установлен в отлитой из алюминиевого сплава крышке 4 в двухрядном неразборном подшипнике 5. Подшипник размещен и зафиксирован в крышке стопорным винтом 8. На одном конце вала напрессована литая чугунная крыльчатка 1, а на другом конце - ступица 7 и шкив 11 вентилятора 15. При вращении вала насоса охлаждающая жидкость через патрубок 10 поступает к центру крыльчатки, захватывается ее лопастями, отбрасывается к корпусу 2 насоса под действием центробежной силы и через окно 3 в корпусе направляется в рубашку охлаждения блока цилиндров двигателя.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

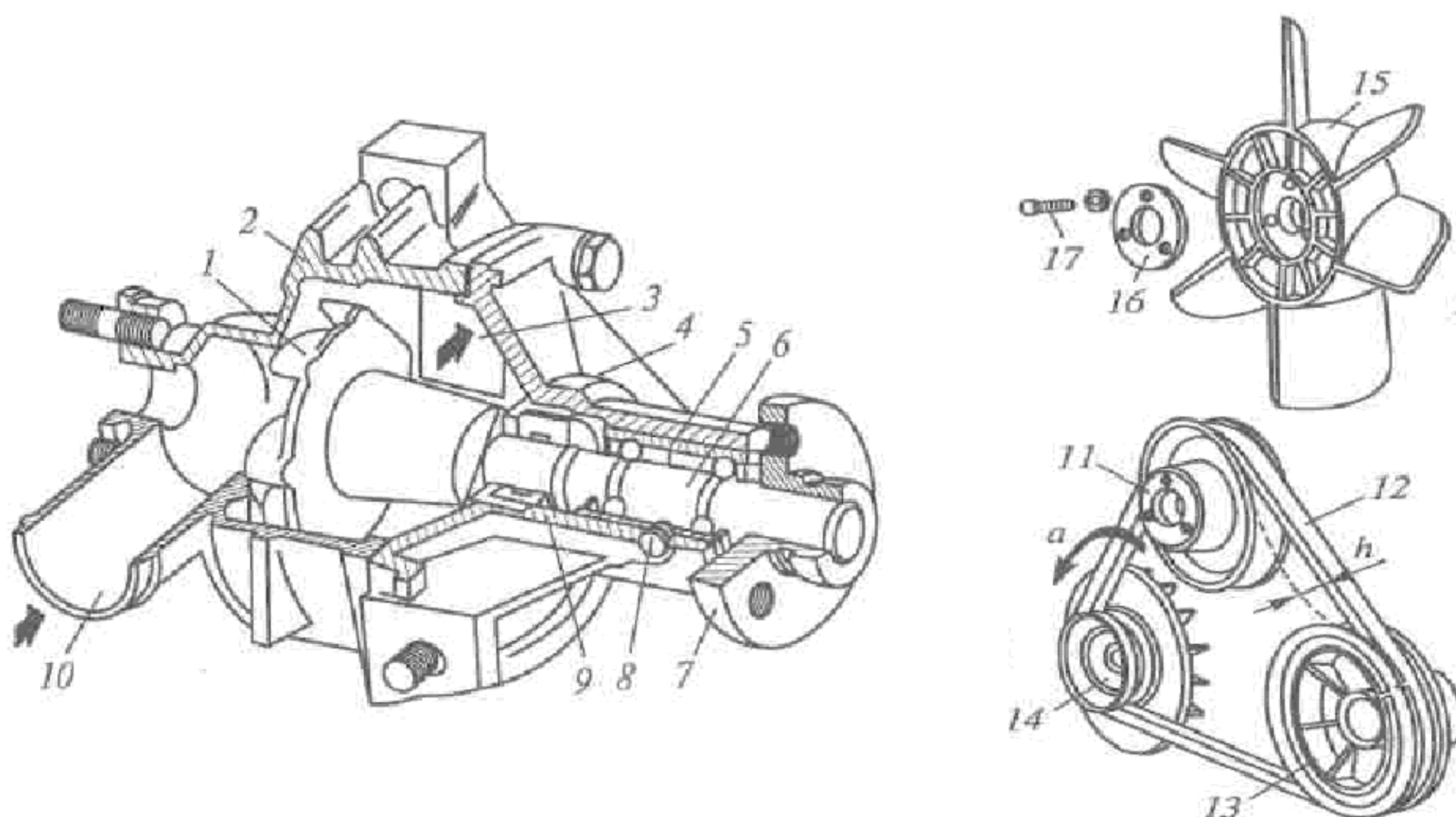


Рис. 3. Жидкостный насос и вентилятор двигателя: 1 - крыльчатка; 2 – корпус; 3 – окно; 4 – крышка; 5 – подшипник; 6 – вала; 7 – ступица; 8 – винт; 9 – уплотнительное устройство; 10 – патрубок; 11,13,14 – шкивы; 12 – ремень; 15 – вентилятор; 16 – накладка; 17 – болт.

Уплотнительное устройство 9, состоящее из самоподвижного сальника и графитокompозитного кольца, установленное на валу насоса, исключает попадание жидкости в подшипник вала. Привод насоса и вентилятора осуществляется клиновым ремнем 12 от шкива 13, который установлен на переднем конце коленчатого вала двигателя. Этим ремнем также вращается шкив 14 генератора. Нормальную работу насоса и вентилятора обеспечивает правильное натяжение ремня. Натяжение ремня регулируют путем перемещения генератора в сторону от двигателя (показано на рис. 3 стрелкой *a*). Насос корпусом 2, отлитым из алюминиевого сплава, крепится к фланцу блока цилиндров в передней части двигателя.

Термостат

Термостат способствует ускорению прогрева двигателя и регулирует в определенных пределах количество охлаждающей жидкости, проходящей через радиатор. Термостат представляет собой автоматический клапан. В двигателях автомобилей применяют неразборные двухклапанные термостаты с твердым наполнителем.

Термостат (рис. 4) имеет два входных патрубка 1 и 11, выходной патрубок 6, два клапана (основной 8, дополнительный 2) и чувствительный элемент. Жидкость из радиатора поступает в насос охлаждающей жидкости и выходит из насоса через патрубок 6. Через патрубок 1 термостат

соединяется с головкой блока цилиндров двигателя, а через патрубок *11* - с нижним бачком радиатора.

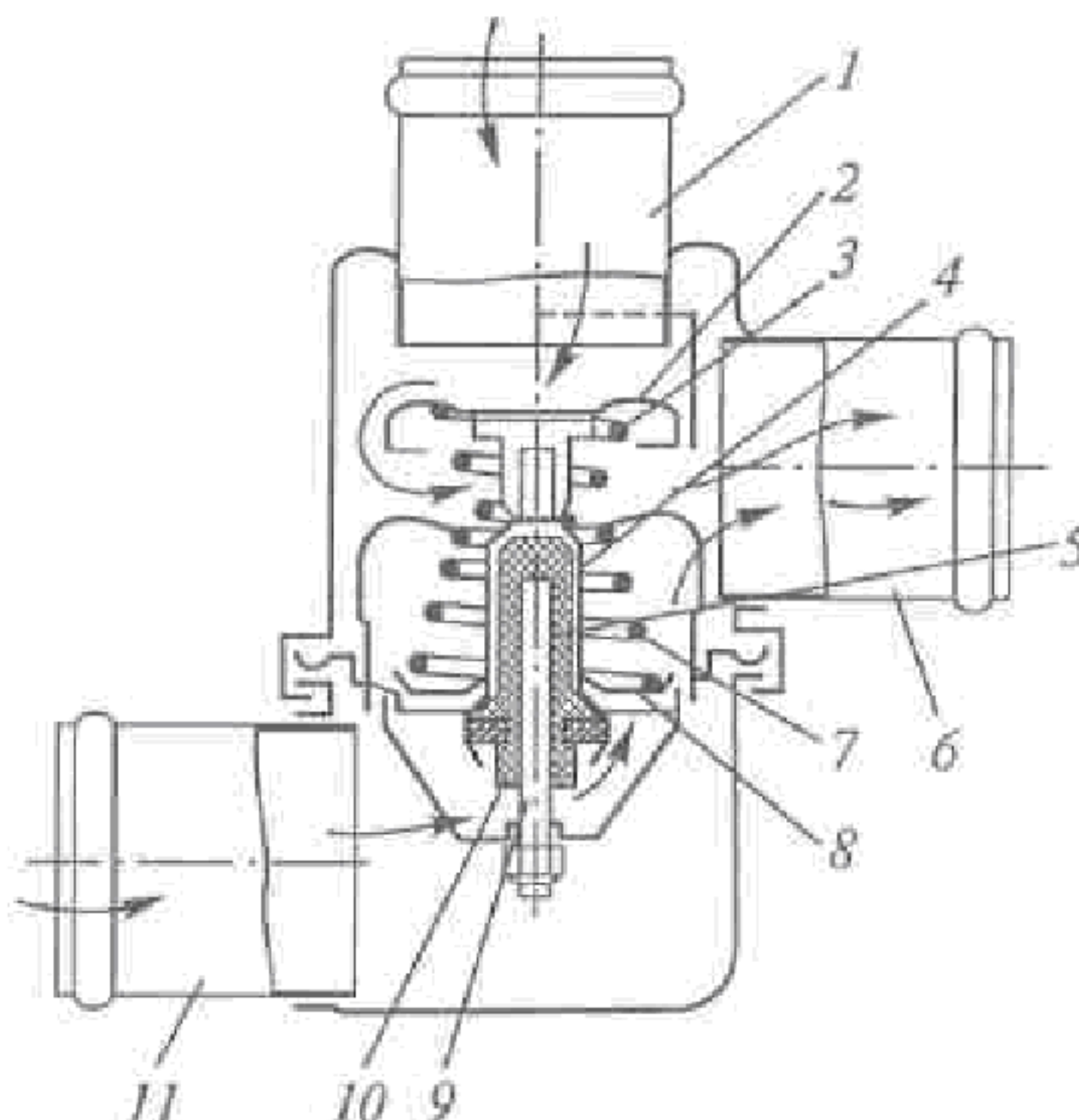


Рис. 4 Термостат: 1,6,11 – патрубки; 4 – баллон; 5 – диафрагма; 9 – шток; 10 – наполнитель.

Чувствительный элемент термостата состоит из баллона *4*, резиновой диафрагмы *5* и штока *9*. Внутри баллона между его стенкой и резиновой диафрагмой находится твердый наполнитель *10* (мелкокристаллический воск), обладающий высоким коэффициентом объемного расширения. Основной клапан *8* термостата с пружиной *7* начинает открываться при температуре охлаждающей жидкости более 80°C . При температуре ниже 80°C основной клапан закрывает выход жидкости из радиатора, и она поступает из двигателя в насос, проходя через открытый дополнительный клапан *2* термостата с пружиной *3*. При возрастании температуры охлаждающей жидкости более 80°C в чувствительном элементе плавится твердый наполнитель, и объем его увеличивается. Вследствие этого шток *9* выходит из баллона *4*, и баллон перемещается вверх. Дополнительный клапан *2* при этом начинает закрываться и при температуре более 94°C перекрывает проход охлаждающей жидкости от двигателя к насосу. Основной клапан *8* в этом случае открывается полностью, и охлаждающая жидкость циркулирует через радиатор.

Расширительный бачок

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Расширительный бачок служит для компенсации изменений объема охлаждающей жидкости при колебаниях ее температуры и для контроля

количества жидкости в системе охлаждения. Он также содержит некоторый запас охлаждающей жидкости на ее естественную убыль и возможные потери. На легковых автомобилях применяют полупрозрачные пластмассовые бачки с заливной горловиной, закрываемой пластмассовой пробкой. Через горловину система заполняется охлаждающей жидкостью, а через клапаны, размещенные в пробке, осуществляется связь внутренней полости бачка и системы охлаждения с окружающим воздухом. В пробке расширительных бачков часто имеется один резиновый клапан, срабатывающий при давлении, близком к атмосферному.

Радиатор

Радиатор обеспечивает отвод теплоты охлаждающей жидкости в окружающую среду. На легковых автомобилях применяются трубчато-пластинчатые радиаторы.

Радиатор легкового автомобиля (рис. 5) - неразборный, имеет вертикальное расположение трубок и горизонтальное расположение охлаждающих пластин. Бачки радиатора и трубки латунные, а охлаждающие пластины стальные, луженые. Трубки и пластины образуют сердцевину 5 радиатора. В верхнем бачке 3 радиатора имеется горловина 2, через которую систему охлаждения заполняют жидкостью. Горловина герметично закрывается пробкой 1, имеющей два клапана (впускной 7 и выпускной 8). Выпускной клапан открывается при избыточном давлении в системе 0,05 МПа, и закипевшая охлаждающая жидкость через патрубок 6 и соединительный шланг выбрасывается в расширительный бачок. Впускной клапан не имеет пружины и обеспечивает связь внутренней полости системы охлаждения с окружающей средой через расширительный бачок и резиновый клапан в его пробке, который срабатывает при давлении, близком к атмосферному. Впускной клапан перепускает жидкость из расширительного бачка при уменьшении ее объема в системе (при охлаждении) и пропускает в расширительный бачок при увеличении объема (при нагревании жидкости). Радиатор установлен нижним бачком 4 на кронштейны кузова на двух резиновых опорах, а закреплен сверху двумя болтами через стальные распорки и резиновые втулки. Для направления воздушного потока через радиатор и более эффективной работы вентилятора за радиатором установлен стальной кожух 9 вентилятора, состоящий из двух половин. Обе половины кожуха имеют резиновые уплотнители 10, которые уменьшают проход воздуха к вентилятору помимо радиатора и предохраняют от поломок кожух и радиатор при колебаниях двигателя на резиновых опорах крепления. Радиатор не имеет жалюзи и утепляется в случае необходимости специальным съемным чехлом-утеплителем.

Радиатор легкового автомобиля, приведенный на рис. 6, - разборный, с горизонтальным расположением трубок и вертикальным расположением охлаждающих пластин. Радиатор не имеет заливной горловины и выполнен

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

двухходовым, - охлаждающая жидкость входит в него и выходит через левый бачок, который разделен перегородкой. Бачки радиатора пластмассовые. Левый бачок 8 имеет три патрубка, через которые соединяется с расширительным бачком, термостатом и выпускным патрубком головки блока цилиндров. Правый бачок 1 имеет сливную пробку 10 в нем установлен датчик 3 включения вентилятора.

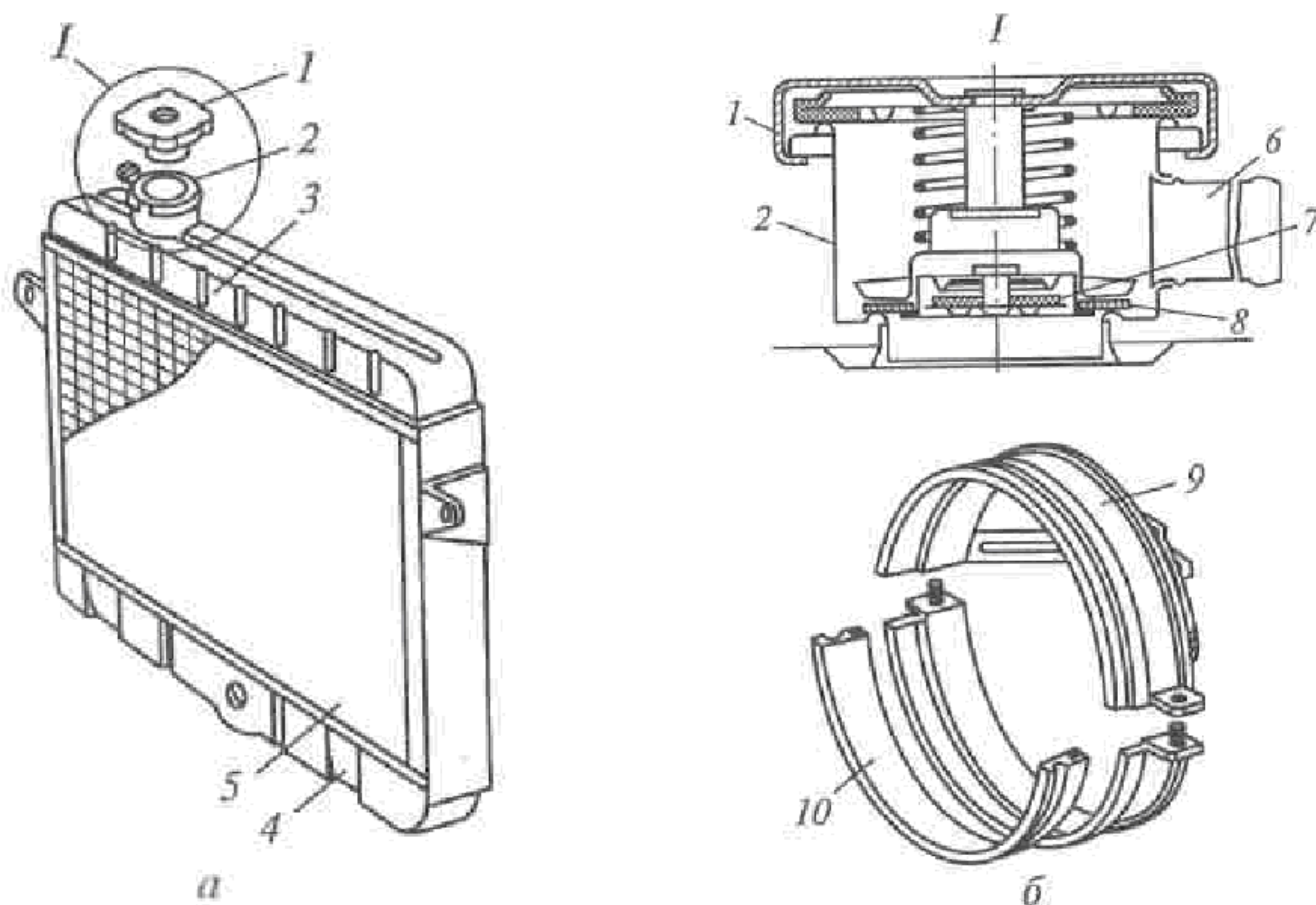
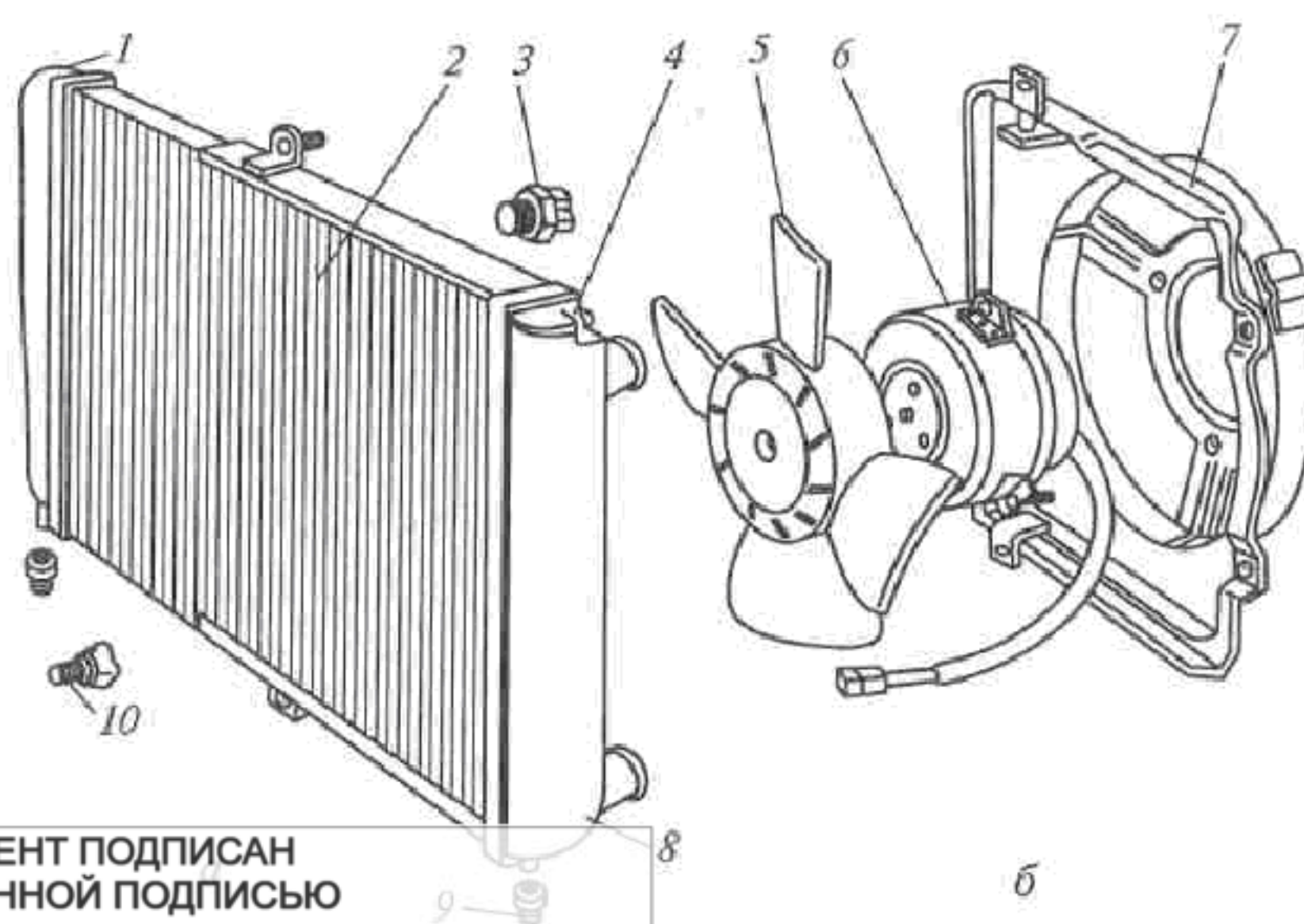


Рис. 5 Неразборный радиатор (а) кожух (б) вентилятора двигателя: 1 - пробка; 3 - горловина; 3,4 - бачки; 5 - сердцевина; 6 - патрубок; 7,8 - клапаны; 9 - кожух; 10 - уплотнители.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис.6. Разборный радиатор (а) и электровентилятор двигателя: 1,8 – бачки; 2 – сердцевина; 3 – датчик; 4 – прокладка; 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – кожух; 9 – опора; 10 – пробка.

К бачкам через резиновые уплотнительные прокладки 4 крепится сердцевина 2 радиатора. Она состоит из двух рядов алюминиевых круглых трубок и алюминиевых пластин с насечками. В части трубок вставлены пластмассовые турбулизаторы в виде штопоров. Двойной ход жидкости через радиатор, насечки на охлаждающих пластинах и турбулизаторы в трубках обеспечивают турбулентное движение жидкости и воздуха, что повышает эффективность охлаждения жидкости в радиаторе. Алюминиевая сердцевина и пластмассовые бачки существенно уменьшают массу радиатора. Радиатор установлен на трех резиновых опорах. Две опоры находятся снизу под левым и правым бачками, а третья опора - сверху. Резиновые опоры и резиновые прокладки между сердцевиной и бачками делают радиатор нечувствительным к вибрациям.

Вентилятор

Вентилятор увеличивает скорость и количество воздуха, проходящего через радиатор. На двигателях легковых автомобилей устанавливают четырех- и шестилопастные вентиляторы.

Вентилятор 15 двигателя (см. рис. 3) - шестилопастный. Лопасты его имеют скругленные концы и расположены под углом к плоскости вращения вентилятора. Вентилятор крепится накладкой 16 и болтами 11 к ступице 7 на валу насоса охлаждающей жидкости. Между вентилятором и ступицей устанавливается шкив 11 привода насоса охлаждающей жидкости. На некоторых двигателях (см. рис. 6) применяется электровентилятор. Он состоит из электродвигателя 6 и вентилятора 5. Вентилятор - четырехлопастный, крепится на валу электродвигателя. Лопасты на ступице вентилятора расположены неравномерно и под углом к плоскости его вращения. Это увеличивает подачу вентилятора и уменьшает шумность его работы. Для более эффективной работы электровентилятор размещен в кожухе 7, который прикреплен к радиатору. Электровентилятор крепится к кожуху на трех резиновых втулках. Включается и выключается электровентилятор автоматически датчиком 3 в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

В современных автомобилях широко применяются вентиляторы с электроприводом. Электродвигатель такого вентилятора включается только в том случае, если электрический датчик температуры, установленный в системе охлаждения, фиксирует повышение температуры выше определенной нормы. В более совершенных системах охлаждения работой вентилятора управляет процессор, который не только дает команду

на включение-выключение вентилятора, но и регулирует частоту его вращения в зависимости от режима работы.

В системах охлаждения большого числа двигателей современных легковых автомобилей используются вентиляторы с вязкостной муфтой. Ступица такого вентилятора имеет постоянный привод от вала двигателя, а лопасти соединяются со ступицей через муфту, внутри которой находится специальная жидкость, которая увеличивает свою вязкость при увеличении температуры. Если воздух, проходящий через радиатор, имеет низкую температуру, между ступицей и лопастями нет жесткой связи. По мере нагревания воздуха вязкость жидкости повышается и муфта начинает блокироваться, а при температуре воздуха 80 °С происходит полная блокировка муфты и лопасти вентилятора вращаются с максимальной частотой при данных оборотах коленчатого вала.

В конструкциях некоторых двигателей для привода вентилятора используются более сложные, гидравлические, муфты (рис. 7), которые изменяют скорость вращения вентилятора системы охлаждения в зависимости от температурного режима двигателя путем изменения количества масла внутри муфты.

Температурный режим ДВС оказывает большое влияние на расход топлива и токсичность отработавших газов, поэтому совершенству системы охлаждения современных двигателей уделяется большое внимание. В некоторых конструкциях используются дополнительные насосы охлаждающей жидкости с электроприводом. Все больше появляется автомобилей, температурным режимом двигателей которых управляют компьютеры. В двигателе автомобиля New Range Rover, например, используется термостат, соединенный с электронным блоком управления двигателем. Компьютер анализирует сигналы, поступающие от температурных датчиков, установленных в радиаторе и рубашке охлаждения, и управляет специальным нагревателем в термостате, который ускоряет его срабатывание. Очень неблагоприятным для долговечности двигателя режимом является его пуск при отрицательных температурах. Для обеспечения подогрева двигателя используют предпусковые подогреватели. В таких подогревателях используются специальные котлы, соединенные с рубашкой системы охлаждения. Жидкость нагревается при сгорании автомобильного топлива в камере сгорания котла. Наиболее совершенные предпусковые подогреватели работают автоматически, а водителю достаточно установить с помощью таймера время включения подогревателя.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

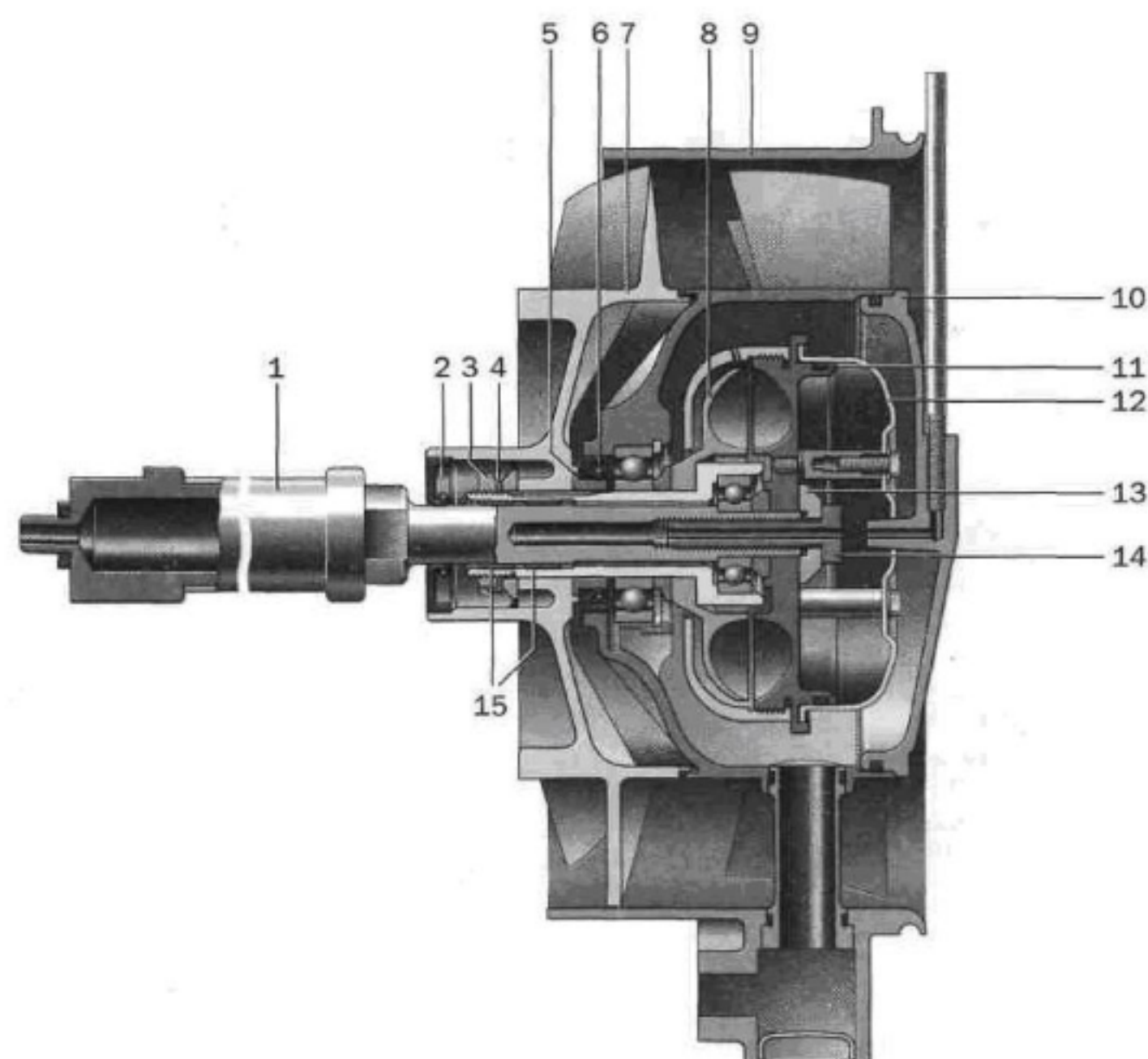


Рис. 7. Установка гидравлической муфты в приводе вентилятора: 1 — вал привода вентилятора; 2, 6 — сальники (манжеты); 3 — гайка вала; 4 — стопорная шайба; 5 — втулка сальника; 7 — рабочее колесо; 8 — гидромуфта; 9 — корпус вентилятора; 10 — крышка; 11 — уплотнительное кольцо; 12 — корпус центрифуги; 13 — шайба; 14 — маслопроводный болт; 15 — подшипник скольжения

В некоторых странах с холодным климатом широко используется подогрев жидкости в системе охлаждения двигателя с помощью небольших термоэлектрических нагревателей (ТЭНов), вмонтированных в рубашку охлаждения. При постановке автомобиля на длительную стоянку в холодное время года водители подключают такие нагреватели к электророзеткам, имеющимся в гаражах или на автомобильных стоянках.

3. Принцип работы системы воздушного охлаждения

В двигателях с воздушным охлаждением для обеспечения нормального теплового состояния двигателя площади наружных поверхностей головок и цилиндров увеличивают путем их оребрения. От поверхности оребрения тепло, поступающее к ней от стенок камеры сгорания и стенок цилиндра, отводится охлаждающим потоком воздуха.

Положительными особенностями системы воздушного охлаждения являются несложное обслуживание, надежность в эксплуатации, меньший по сравнению с системой жидкостного охлаждения вес и простота конструкции, упрощение эксплуатации двигателя в безводных районах, а также устранение

и рубашке двигателя (в случае температурах.

Для получения эффективного и равномерного охлаждения при минимальной затрате мощности в двигателях с воздушным охлаждением применяют дефлекторы. Дефлекторы представляют собой направляющие устройства для подачи охлаждающего потока воздуха к ребренным поверхностям с определенной скоростью и направлением.

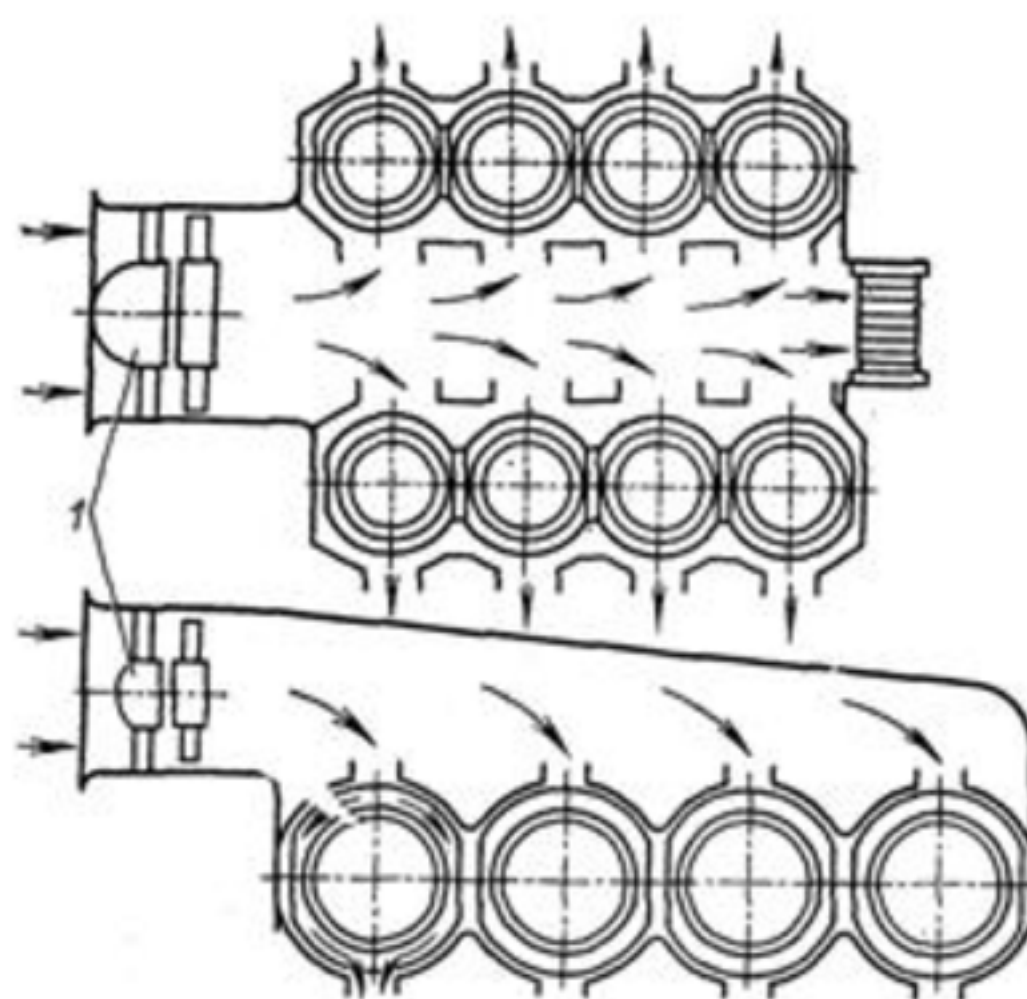


Рис. 8. Схема системы воздушного охлаждения: 1 – вентилятор; 2 - дефлектор

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Автомобильные двигатели: учебник / (М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др.) Под ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр. М.: Академия, 2011 – 464 с.; ил. – (Высшее образование. Транспорт).– На учебнике гриф; Доп. УМО. – Библиогр.; с. 458.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вахламов В.К. Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник / В.К. Вахламов. – 6 е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 816 с.
2. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 336 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «**Силовые агрегаты**»
для студентов направления подготовки /специальности

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	151
1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА	152
2. ПЛАН - ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	153
3.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА	153
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы	153
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям	154
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	154
5.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ.....	154
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	155

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Силовые агрегаты» по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Силовые агрегаты».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1.Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии при решении задач профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Знать эффективные и безопасные технические средства, и технологии	Готовность к контролю технического состояния транспортных средств с использованием средств технического диагностирования
	ИД-2 _{ОПК-5} Уметь принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии при решении задач профессиональной	Готовность к организации и контролю качества и безопасности процессов сервиса, параметров технологических процессов с учетом требований потребителя

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	ИД-3 _{ОПК-5} Владеть навыками принятия обоснованных технических решений выбора эффективных и безопасных технических средств, и технологий при решении задач профессиональной деятельности.	Способен адаптировать и модифицировать специализированное программное обеспечение, методы и алгоритмы систем искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональной деятельности
--	--	---

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ОПК-5 (ИД-1; ИД-2; ИД-3)	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-8	Собеседование	57,105	6,345	63,45
ОПК-5 (ИД-1; ИД-2; ИД-3)	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт (письменный)	1,62	0,18	1,8
Итого за 5 семестр			58,725	6,525	65,25
Итого			58,725	6,525	65,25

3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Силовые агрегаты» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Темы для самостоятельного изучения:

1. Альтернативные энергетические установки автомобилей
2. Электрические и гибридные энергетические установки
3. Двигатели внутреннего сгорания
4. Кривошипно-шатунный механизм
5. Газораспределительный механизм (грм)
6. Системы питания двигателей
7. Система смазки двигателей
8. Системы охлаждения

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям

Итоговый продукт: отчет по лабораторной работе

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Силовые агрегаты», направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

5. Методические указания по подготовке к экзамену

Процедура проведения **экзамена** осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются три вопроса (один вопрос для проверки знаний и два вопроса для проверки умений и навыков студента).

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочными таблицами

При проверке лабораторного задания, оцениваются:

- знание параметра;
- последовательность и рациональность выполнения.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Автомобильные двигатели: учебник / (М.Г. Шатров, К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др.) Под ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр. М.: Академия, 2011 – 464 с.; ил. – (Высшее образование. Транспорт). – На учебнике гриф; Доп. УМО. – Библиогр.; с. 458.

Перечень дополнительной литературы:

1. Вахламов В.К. Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник / В.К. Вахламов. – 6 е изд. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 816 с.
2. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 336 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022