

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

П.И. Аношкин, Л.А. Долгова, А.В. Лахно

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Лабораторный практикум

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 23.03.03
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Пенза 2014

УДК. 629.33
ББК 39.3-08я73
А70

Рецензент – главный инженер МУП ППП
А.И. Пинченко;
кандидат технических наук, доцент
А.С. Ширшиков (ПГУАС)

Аношкин П.И.

А70 Топливные системы двигателей внутреннего сгорания: лабораторный практикум / П.И. Аношкин, Л.А. Долгова, А.В. Лахно. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 136 с.

Представлены краткие теоретические сведения по топливным системам, порядок проведения лабораторных работ, контрольные вопросы, тесты.

Лабораторный практикум разработан на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта» и предназначен для студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014

© Аношкин П.И., Долгова Л.А.,
Лахно А.В., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одна из задач изучения специализированных дисциплин – ознакомление с основами конструкций систем питания современных двигателей внутреннего сгорания, выпускаемых отечественными предприятиями, а также ведущими зарубежными фирмами, развитие умения самостоятельно разбираться и анализировать новые схемы и конструкции узлов систем питания двигателей по технической литературе, описаниям и авторским свидетельствам, патентам и пр.

Занятия проводятся в специализированной лаборатории, оснащенной действующими моделями и макетами, плакатами деталей узлов, агрегатов и механизмов в целом.

Лабораторные работы строятся следующим образом:

✓ вводная беседа преподавателя, на которой происходит знакомство с основными конструктивными особенностями изучаемой системы по имеющимся макетам, плакатам и т. п.;

✓ самостоятельное изучение материала в специализированной лаборатории;

✓ оформление рукописного отчета о проделанной работе;

Работа по теме считается зачтенной после положительного ответа на вопросы преподавателя и сдачи отчета.

Указанные материалы необходимы студентам для ознакомления с наиболее прогрессивными системами поршневых двигателей, которые применяются на современной технике.

Однако при выполнении соответствующих лабораторных работ эти материалы должны быть дополнены системами, которые иллюстрируют тенденции развития систем питания. Полное содержание лабораторных работ приведено в соответствующих разделах данного учебного пособия.

Лабораторная работа № 1

УСТРОЙСТВО И РАЗМЕЩЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНОГО ДВС

Цель работы: изучить устройство и размещение на автомобиле систем питания карбюраторных двигателей.

Задачи работы:

1. Изучить систему питания карбюраторного двигателя. Состав горючей смеси и его влияние на работу двигателя. Топливо и его экологические классы.
2. Изучить системы воздухообмена и удаления отработавших газов. Воздушные фильтры. Нагнетатели. Коллекторы. Глушители шума.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Система питания карбюраторного ДВС двигателя предназначена:

- а) для подачи топлива (бензина) и воздуха (кислорода) в определенной пропорции в цилиндры ДВС;
- б) для отвода из ДВС отработавших газов;
- в) для снижения акустического воздействия (глушения) на впуске и на выпуске;
- г) для рециркуляции прорвавшихся (картерных) газов.

Система питания карбюраторного двигателя (рис. 1) должна обеспечивать высокую надежность работы двигателя в различных условиях эксплуатации автомобиля, заданный расход топлива, минимальное загрязнение окружающего воздуха отработавшими газами, безопасность в пожарном отношении, удобство диагностики и технического обслуживания.

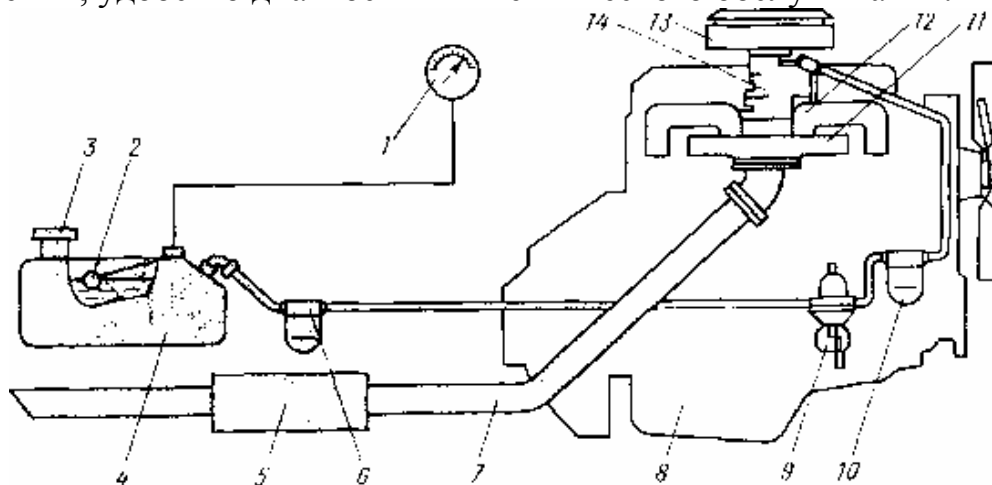


Рис. 1. Принципиальная схема системы питания карбюраторного двигателя:
1 – указатель уровня топлива; 2 – датчик указателя уровня топлива; 3 – крышка горловины топливного бака; 4 – топливный бак; 5 – глушитель; 6 – фильтр отстойник; 7 – приемная труба; 8 – двигатель; 9 – топливный насос; 10 – фильтр тонкой очистки топлива; 11 – выпускной трубопровод; 12 – впускной трубопровод; 13 – воздушный фильтр; 14 – карбюратор

При работе двигателя топливо (бензин) из бака закачивается насосом и, проходя через трубопроводы и топливные фильтры, подается в карбюра-

тор, где распыливается и смешивается в определенной пропорции с воздухом, который поступает в карбюратор через воздушный фильтр. Такая смесь топлива и воздуха, образовавшаяся в карбюраторе, называется *горючей смесью*, которая по впускному трубопроводу подводится в каждый цилиндр двигателя при такте впуска. В цилиндре горючая смесь смешивается с продуктами сгорания, оставшимися после предыдущего такта, и образует *рабочую смесь*. Далее при такте сжатия рабочая смесь сжимается. В конце такта сжатия она воспламеняется от искрового разряда свечи зажигания и сгорает, увеличиваясь в объеме и совершая полезную работу на перемещение поршня. Образовавшиеся при такте рабочего хода отработавшие газы при такте выпуска отводятся через глушитель в атмосферу.

Рассмотрим размещение и состав:

а) систем питания топливом и воздухом

- ✓ топливо;
- ✓ топливный бак (емкость (для топлива) для бензина (один или два));
- ✓ топливозаборники с фильтрами;
- ✓ контрольная лампочка минимального количества топлива;
- ✓ измеритель количества (уровня) топлива;
- ✓ крышка топливного бака с паровым и воздушным клапанами;
- ✓ кран переключения баков (при наличии двух);
- ✓ фильтр грубой очистки;
- ✓ топливный насос;
- ✓ фильтр тонкой очистки;
- ✓ карбюратор;
- ✓ топливные трубопроводы;
- ✓ воздушный фильтр;
- ✓ нагнетатель (если есть);
- ✓ впускной коллектор;

Топливо – бензин экологических классов К2, К3, К4, К5 (прил. 1).

Топливный бак размещен, как правило, в задней части автомобиля. Конструкция состоит из отштампованных из оцинкованной стали сварных частей.

Кран переключения топливных баков трехпозиционный: 1) открыт левый бак; 2) открыт правый бак; 3) баки закрыты.

Фильтр грубой очистки – для очистки топлива от крупных механических примесей и воды. Состав: корпус; крышка; отстойник; фильтрующий элемент, с отверстиями для прохода топлива, сливная пробка.

Топливный насос – для принудительной подачи топлива из баков в поплавковую камеру карбюратора. Тип – диафрагменный, привод механический от вращающихся частей ДВС, герметизированный с рычагом для ручной подкачки горючего.

В корпусе насоса выполнено отверстие для вентиляционной трубки, соединяющей полость насоса с воздушным патрубком карбюратора.

При недостаточной подаче топлива необходимо проверить состояние диафрагмы – подтекание топлива через контрольное отверстие в корпусе.

Фильтр тонкой очистки – для очистки топлива от мелких механических примесей.

Карбюратор предназначен для приготовления и подачи в цилиндры двигателя рабочей смеси воздуха и бензина (на один килограмм топлива (бензина) необходимо подать в двигатель 14,5 килограммов воздуха), а также для регулирования ее количества и состава, обеспечивая экономичный процесс сгорания. При этом должно обеспечиваться как можно более мелкое распыление подаваемой струи топлива, его перемешивание с воздухом и испарение, т.е. в цилиндры должна поступать хорошо гомогенизированная смесь воздуха с топливом.

Воздушный фильтр – для очистки воздуха от механических примесей.

Как правило, у легковых автомобилей бумажный одноразовый. У грузовых автомобилей встречается многоразовый, имеющий следующий принцип работы: под действием разрежения, создаваемого двигателем, воздух поступает в центральную трубу, движется вниз и соприкасается с маслом. Это первая инерционная очистка воздуха. Соприкасаясь с маслом, воздух захватывает его частицы и уносит в дросселирующую кассету и пеномаслоудерживающую набивку, где масло вспенивается. Проходя через другую кассету (2-я ступень) и ПНМ (3-я ступень), воздух очищается от мелких частиц пыли. Очищенный воздух по большому патрубку поступает в карбюратор, а по второму (малому) в компрессор. Подвод воздуха к воздушному фильтру осуществляется через воздушный канал в капоте двигателя, с которым фильтр соединен гофрированным патрубком с пружиной. В канал может поступать как наружный воздух (через жалюзи капота), так и воздух из подкапотного пространства – в зависимости от положения заслонки. В теплое время – наружный, в холодное время – из подкапотного пространства.

Нагнетатель – может быть газотурбинным, с механическим приводом; электрическим или многоступенчатым и т.д.

Впускной трубопровод (коллектор) – алюминиевый сплав – с водяным подогревом горючей смеси.

б) системы отвода из ДВС отработавших газов

✓ выпускной трубопровод;

✓ выпускные трубы;

Выпускной трубопровод (коллектор) – из серого чугуна, устанавливается на головке блока.

Выпускной трубы – соединяют выпускной коллектор и глушители.

в) системы снижения акустического воздействия (глушения) на впуске и на выпуске

Корпус воздушного фильтра – для уменьшения шума на впуске.

Глушитель (один или несколько) – для уменьшения шума выпуска отработанных газов. Газы выходят из двигателя под большим давлением и со значительной скоростью. Расширяясь в атмосфере, создают большой шум. Чем меньше шум, тем большая мощность двигателя затрачена на

вытеснение газов через глушитель в атмосферу. Использовано торможение газового потока его разделением, изменением направления движения и перепуском газов из малого объема в большой, т.е. многократное расширение и охлаждение газов. Следовательно, глушитель должен иметь необходимое сопротивление, чтобы уменьшить затраты мощности. Примерный состав: корпус с вваренными днищами; приемные трубы; перегородки; труба с отверстиями; выпускная труба.

г) системы рециркуляции прорвавшихся (картерных) газов

Золотник – предназначен для рециркуляции картерных газов двигателя, расположен на оси дроссельной заслонки. Канал трубки через канавку золотника сообщается с задроссельным пространством. При положении дроссельной заслонки первичной камеры, соответствующем малым частотам вращения коленчатого вала холостого хода, картерные газы проходят через отверстие малого диаметра, который обеспечивает поддержание необходимого режима их отсоса. По мере открытия дроссельной заслонки, золотник поворачивается вместе со своей осью, сообщая канал трубки с задроссельным пространством через канал увеличенного сечения, которое необходимо для режимов двигателя на мощности.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание системы подачи топлива и воздуха.
2. Схема и краткое описание системы отвода из ДВС отработавших газов.
3. Схема и краткое описание системы снижения акустического воздействия (глушения) на впуске и на выпуске:
4. Схема и краткое описание системы рециркуляции прорвавшихся (картерных) газов.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство глушителей на выпуске.
2. Назначение и устройство топливного насоса.
3. Назначение и устройство воздушного фильтра.
4. Назначение и устройство глушителя на впуске.
5. Экологические классы бензинов.
6. Назначение и устройство впускного коллектора.
7. Назначение карбюратора.
8. Назначение и устройство системы рециркуляции отработавших газов.
9. Назначение и устройство выпускного коллектора.
10. Назначение и устройство топливных баков.
11. Назначение и устройство парового и воздушного клапанов крышки бензобака.
12. Назначение и устройство приводов воздушной и дроссельной заслонок.

Лабораторная работа № 2 УСТРОЙСТВО И РАЗМЕЩЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ КАРБЮРАТОРА РЯДНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВС

Цель работы: изучить устройство и размещение на автомобиле карбюратора бензинового ДВС.

Задачи работы:

1. Изучить устройство карбюратора, состав горючей смеси и его влияние на работу двигателя.
2. Изучить приводы управления системами карбюратора.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Устройство и назначение карбюратора

Карбюратор предназначен для приготовления и подачи в цилиндры двигателя рабочей смеси воздуха и бензина, а также для регулирования ее количества и состава, обеспечивая экономичный процесс сгорания. Для воспламенения и полного сгорания на один килограмм топлива (бензина) необходимо подать в двигатель 14,5 килограммов воздуха. При этом должно обеспечиваться как можно более мелкое распыление подаваемой струи топлива, его перемешивание с воздухом и испарение, т.е. в цилиндры должна поступать хорошо гомогенизированная смесь воздуха с топливом. Процесс приготовления горючей смеси называется карбюризацией, а прибор, в котором этот процесс осуществляется, – карбюратором.

Схема простейшего карбюратора показана на рис. 2. Во время работы двигателя воздух в цилиндры проходит через диффузор 8, который представляет собой плавное сужение и расширение канала. В минимальном сечении давление воздуха понижается, скорость потока увеличивается. В месте выхода смеси топлива с воздухом из распылителя 6 возникает разрежение. Под действием разрежения топливо через жиклер 4, смешиваясь в эмульсионной трубке 7 с воздухом, подаваемым через жиклер 1, поступает в диффузор 8 через распылитель 6, где распыляется и смешивается с общим воздушным пото-

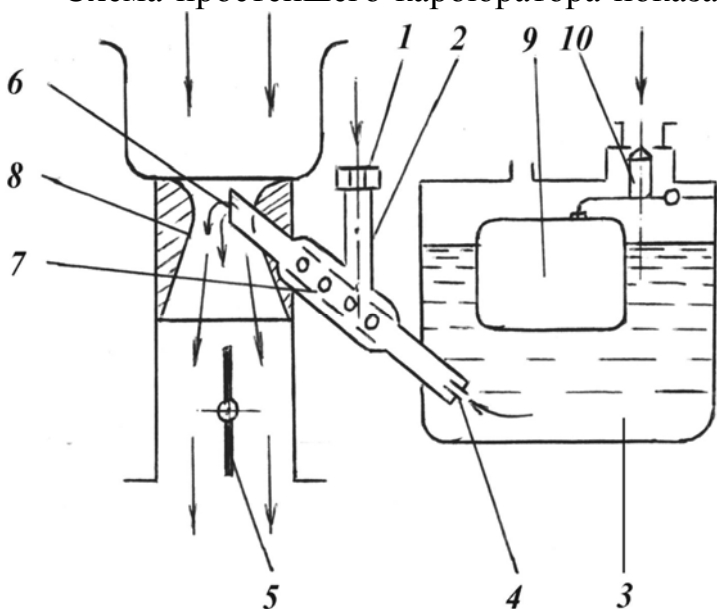


Рис. 2. Принципиальная схема карбюратора:
1 – воздушный жиклер; 2 – воздушный канал;
3 – поплавковая камера; 4 – топливный жиклер;
5 – дроссельная заслонка; 6 – распылитель;
7 – эмульсионная трубка; 8 – диффузор;
9 – поплавок; 10 – игольчатый клапан

ком. В период движения рабочей смеси по каналу от диффузора до дроссельной заслонки 5 капли топлива частично испаряются. Разрежение в диффузоре пропорционально давлению воздуха на входе и обратно пропорционально его температуре, что обеспечивает близкую к оптимуму дозировку топлива. Уровень топлива в поплавковой камере 3 обеспечивается поплавком 9 и игольчатым клапаном 10. Дроссельной заслонкой 5 регулируется мощность двигателя. Для уменьшения ее величины заслонка прикрывается, создавая разрежение во впускном коллекторе и в цилиндрах двигателя. Чем меньше смеси топлива с воздухом (рабочая смесь) в цилиндрах, тем меньше мощность двигателя. Для увеличения мощности процесс выполняется в обратном порядке.

Карбюратор конструктивно состоит из трех частей: верхней части (крышки) карбюратора 25, средней части (корпуса) карбюратора 23 и нижней части (корпуса) дроссельных заслонок 24. В крышке 25 выполнены входные отверстия подачи воздуха в камеры карбюратора, устройство наполнения карбюратора бензином и основная часть пусковой системы. В корпусе карбюратора размещены главная дозирующая система, поплавковая камера и основная часть каналов и жиклеров всех систем карбюратора, связанных с подачей бензина. В корпусе дроссельных заслонок находятся дроссельные заслонки с осями, система холостого хода и системы рычагов управления карбюратором. Рассмотрим двухкамерный вертикальный карбюратор легкового автомобиля (рис. 3.) с последовательным открытием дроссельных заслонок.

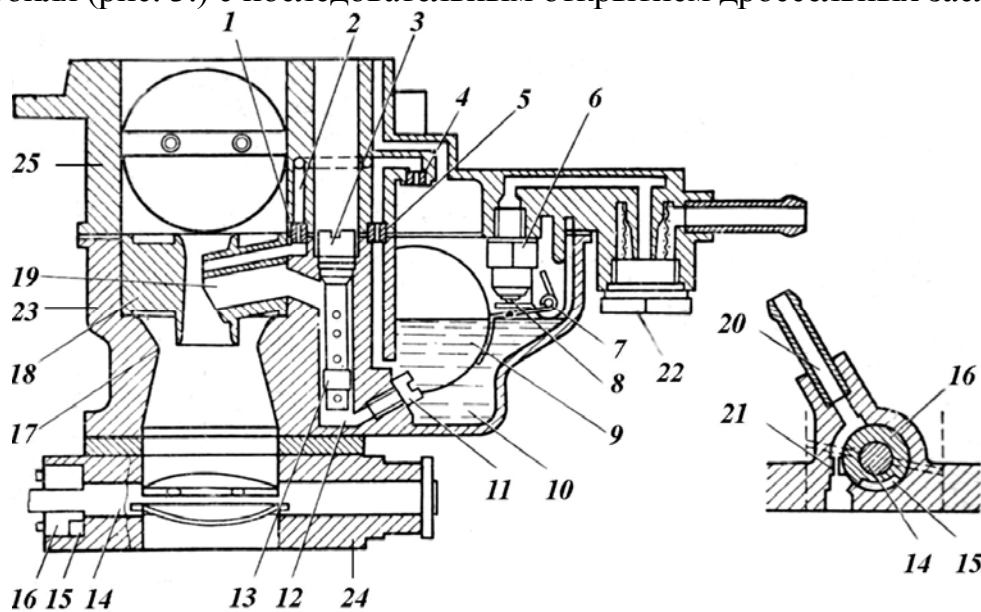


Рис. 3. Главная дозирующая система:

- 1 – эмульсионный жиклер эконостата; 2 – эмульсионный канал эконостата;
- 3 – воздушный жиклер главной дозирующей системы; 4 – воздушный жиклер эконостата; 5 – топливный жиклер эконостата; 6 – игольчатый клапан;
- 7 – ось поплавка; 8 – шарик запорной иглы; 9 – поплавок; 10 – поплавковая камера; 11 – главный топливный жиклер; 12 – эмульсионный колодец;
- 13 – эмульсионная трубка; 14 – ось дроссельной заслонки первичной камеры; 15 – канавка золотника; 16 – золотник; 17 – большой диффузор; 18 – малый диффузор; 19 – распылитель; 20 – трубка притока картерных газов;
- 21 – калиброванное отверстие; 22 – топливный фильтр; 23 – корпус карбюратора; 24 – корпус дроссельных заслонок; 25 – крышка карбюратора

Составляющие карбюратора:

✓ **главная дозирующая система** – предназначенной для обеспечения дозировки бензина в подаваемом в цилиндры воздухе и его распыления.

Топливо через игольчатый клапан 6 (см. рис. 3) поступает в поплавковую камеру 10. Поплавок 9, установленный на оси 7, поддерживает необходимый уровень топлива. Из поплавковой камеры топливо через главный жиклер 11 поступает в эмульсионный колодец 12, где смешивается с воздухом, входящим в эмульсионную трубку 13, через воздушный жиклер 3. Затем топливо через распылитель 19 поступает в малый 18 и большой 17 диффузоры карбюратора;

✓ **привод дроссельной заслонки второй камеры** может быть как механический (осуществляется системой рычагов от оси дроссельной заслонки первой камеры в конце ее открытия), так и пневматический. В карбюраторе дополнительно имеются золотниковое устройство вентиляции картера, клапан разбалансировки поплавковой камеры и подогрев корпуса дроссельных заслонок;

✓ **эконостат** – предназначен для обеспечения дополнительной подачи бензина на частотах вращения коленчатого вала, при полном (75-100%) нажатии на педаль «газа». В карбюраторе имеется обогатительное устройство, включенное во вторичную камеру. Топливо из поплавковой камеры через топливный жиклер 5 (см. рис. 3) поступает в каналы эконостата, расположенные в крышке карбюратора. К нему подмешивается воздух, проходящий через жиклер 4. Топливовоздушная эмульсия по каналу 2 и через эмульсионный жиклер 1 перемещается в канал малого диффузора 18. Эконостат вступает в работу на скоростных режимах, близких к максимальному значению, при полностью открытых дроссельных заслонках;

✓ золотниковое устройство вентиляции картера двигателя

Для вентиляции картера двигателя в карбюраторе имеется золотник 16 (см. рис. 3), сидящий на оси 14 дроссельной заслонки первичной камеры. Канал трубки 20 через канавку 15 золотника сообщается с задрроссельным пространством. При положении дроссельной заслонки первичной камеры, соответствующем малым частотам вращения коленчатого вала холостого хода, картерные газы проходят через отверстие 21 малого диаметра, который обеспечивает поддержание необходимого режима их отсоса. По мере открытия дроссельной заслонки, золотник поворачивается вместе со своей осью, сообщая канал трубки 20 с задрроссельным пространством через канал 15 увеличенного сечения, которое необходимо для режимов двигателя на мощности;

✓ **привод дроссельных заслонок.** При воздействии тяги привода педали управления карбюратором (на схеме не показано) на шаровой палец 26 (рис. 4) рычаг 11, жестко сидящий на оси дроссельной заслонки первичной камеры, поворачивается против часовой стрелки; дроссельная заслонка

открывается. Одновременно поворачивается сектор 13 с выступом 12. В конце вращения дроссельной заслонки первичной камеры, т.е. при ее практически полном открытии рычаг 13 выступом 12 поворачивает рычаг 16, открывая дроссельную заслонку 18 вторичной камеры карбюратора. Соотношения этих трех рычагов подобраны так, что в положение полного открытия обе заслонки приходят одновременно. При возвращении педали привода управления карбюратором в исходное положение движение деталей происходит в обратном порядке;

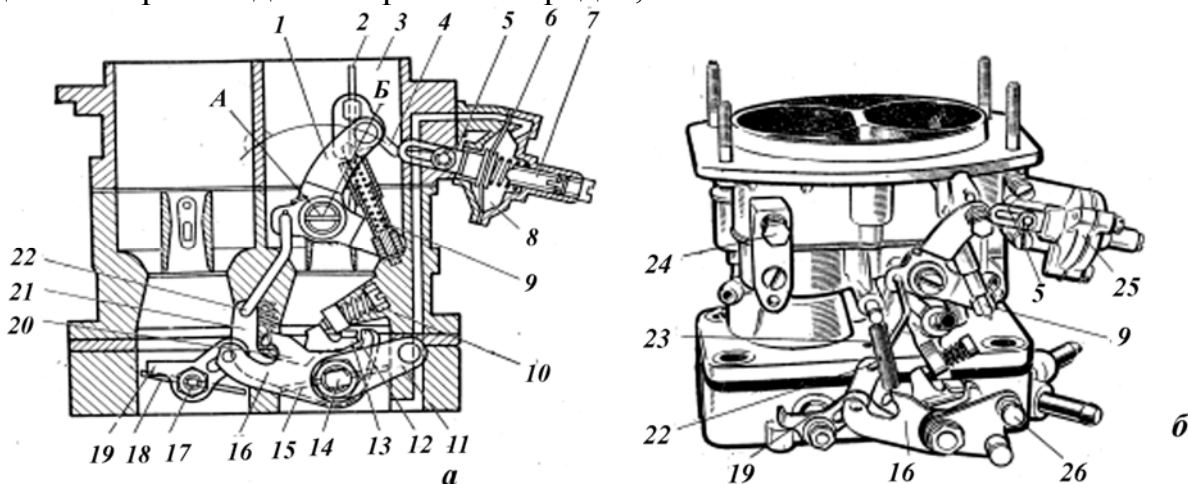


Рис. 4. Пусковое устройство и привод дроссельных заслонок:
 1 – рычаг управления заслонкой пускового устройства; 2 – воздушная заслонка пускового устройства; 3 – воздушный патрубок первичной камеры карбюратора; 4 – тяга; 5 – шток; 6 – диафрагма; 7 – регулировочный винт пускового устройства; 8 – полость, сообщающаяся с пространством за дроссельной заслонкой; 9 – телескопическая тяга; 10 – регулировочный винт дроссельной заслонки первичной камеры; 11 – рычаг управления дроссельными заслонками; 12 – выступ; 13 – сектор; 14 – ось дроссельной заслонки первичной камеры; 15 – дроссельная заслонка первичной камеры; 16 – промежуточный рычаг дроссельной заслонки вторичной камеры; 17 – ось дроссельной заслонки вторичной камеры; 18 – дроссельная заслонка вторичной камеры; 19 – рычаг; 20 – выступ промежуточного рычага; 21 – рычаг; 22 – тяга, связывающая дроссельную заслонку первичной камеры с приводом пускового устройства; 23 – возвратная пружина рычага привода дроссельной заслонки вторичной камеры; 24 – болт крепления троса привода пускового устройства; 25 – корпус диафрагмы пускового устройства; 26 – шаровой палец

✓ **система пуска** – предназначена для обеспечения запуска двигателя. При вытягивании кнопкой (расположена под панелью приборов) троса пускового устройства трехплечий рычаг 1 (см. рис. 4), поворачиваясь вокруг своей оси, занимает положение А. Одновременно тягой 22 и рычагом 21 приоткрывается дроссельная заслонка первичной камеры. Телескопическая тяга 9 воздействует на рычаг, неподвижно сидящий на оси воздушной заслонки. Воздушная заслонка 2 закрывается, а конец тяги 4, перемещаясь в пазу штока 5, занимает крайнее левое положение. При первых вспышках и последующей работе двигателя на холостых частотах вращения коленчатого вала разрежение за дроссельными заслонками передается в полость 8. Диафрагма 6, действуя через шток 5 и рычаг 4, приоткры-

вает воздушную заслонку. Пределы открытия воздушной заслонки, обеспечивающие отсутствие чрезмерного обогащения или обеднения смеси, поступающей в двигатель, регулируются подгибанием тяги 4 и вращением регулировочного винта 7. После прогрева двигателя кнопку воздушной заслонки привода дроссельной заслонки первичной камеры возвращают в исходное положение; рычаг 1 занимает позицию, отмеченную на схеме индексом Б;

✓ **система холостого хода** предназначена для обеспечения дозировки топлива и воздуха на холостом ходу работы двигателя. Система холостого хода включена в канал за главным топливным жиклером. Топливо из эмульсионного колодца 16 (рис. 5) через канал 18 поступает к жиклеру 19 холостого хода. Затем смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер 20, подходит к отверстию 12 через канал 17 и далее во впускной коллектор. Проходное сечение отверстия регулируется подпружиненным винтом 14. Отверстия 13 обеспечивают дополнительную подачу топлива для исключения провалов в работе двигателя на переходных режимах в момент открытия дроссельной заслонки первичной камеры.

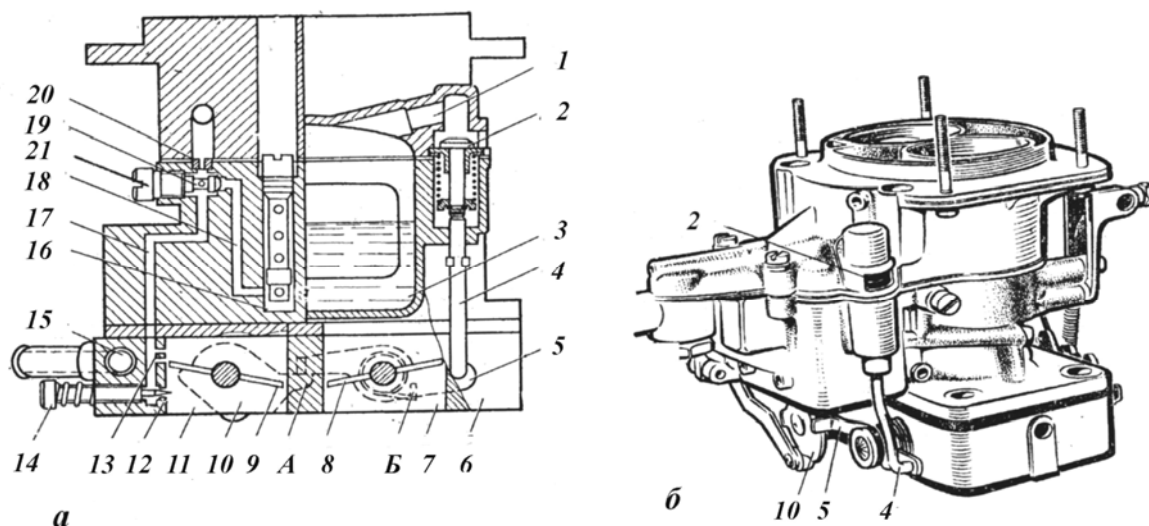


Рис. 5. Система холостого хода:

а – продольный разрез; б – общий вид;

- 1 – канал, соединяющий поплавковую камеру с атмосферой; 2 – клапан;
 3 – поплавковая камера; 4 – шток; 5 – промежуточный рычаг; 6 – корпус карбюратора; 7 – вторичная смесительная камера; 8 – дроссельная заслонка вторичной камеры; 9 – дроссельная заслонка первичной камеры; 10 – рычаг привода насоса-ускорителя с упором А; 11 – первичная смесительная камера;
 12 – отверстие подачи топлива на холостом ходу двигателя; 13 – отверстия переходных режимов; 14 – регулировочный винт; 15 – канал подогрева корпуса дроссельных заслонок; 16 – эмульсионный колодец; 17 – эмульсионный канал системы холостого хода; 18 – канал топливной системы холостого хода;
 19 – эмульсионный жиклер системы холостого хода; 20 – воздушный жиклер системы холостого хода; 21 – винт жиклера холостого хода;
 А – упор; Б – пружина промежуточного рычага привода клапана разбалансировки поплавковой камеры

Во вторичную камеру включена система, отличающаяся от системы холостого хода первичной камеры отсутствием регулировочного винта 14 и отверстия 12. Указанная система обеспечивает исключение провалов в работе двигателя в момент открытия дроссельной заслонки вторичной камеры и называется переходной системой вторичной камеры. Она включена непосредственно в поплавковую камеру карбюратора;

✓ **клапан разбалансировки поплавковой камеры.** При остановке разогретого двигателя в поплавковой камере образуются пары топлива, поступающие во впускной коллектор в период очередного пуска. Переобогащенная рабочая смесь не зажигается в цилиндрах. Двигатель можно запустить только после нескольких оборотов коленвала, т.е. после всасывания из впускной системы переобогащенного состава рабочей смеси. Переобогащение рабочей смеси происходит и на холостых частотах вращения коленчатого вала. Это проявляется в большей степени при высоких температурах окружающей среды. Для исключения этого явления применен клапан разбалансировки поплавковой камеры, через который при остановленном двигателе удаляются в атмосферу пары топлива.

При положении дроссельной заслонки первичной камеры, соответствующем частотам вращения коленчатого вала на холостом ходу и остановленному двигателю, рычаг 10 (см. рис. 5) привода насоса-ускорителя упором А удерживает подпружиненный рычаг 5. Клапан 2, поджимаемый пружиной к штоку 4, находится в крайнем нижнем положении, а поплавковая камера 3 через канал 1 сообщается с атмосферой. В период поворота дроссельной заслонки в сторону открытия упор А освобождает рычаг 5. Поворачиваясь под действием пружины В (по схеме против часовой стрелки) и воздействуя на шток, он закрывает клапан 2. Поплавковая камера при этом разобщается с атмосферой. Чтобы в холодное время года не образовывался лед на устройствах карбюратора, находящихся в зоне дросселирующей щели заслонки первичной камеры, на карбюраторе введен подогрев зоны каналов холостого хода от системы охлаждения двигателя. Входной 16 и выходной 18 патрубки показаны на рис. 6;

✓ **ускорительный насос** – предназначен для подачи дополнительного количества топлива на переходных режимах. Это обеспечивает компенсацию сконденсированного топлива на стенках каналов впускного коллектора при открывании дроссельных заслонок. При открывании дроссельной заслонки первичной камеры рычаг 6, сидящий на ее оси, поворачивается и через рычаг 7 воздействует на подпружиненную чашку 9.

Диафрагма 10, преодолевая усилие возвратной пружины 8, выталкивает топливо из полости А в канал 3, шариковый клапан-винт 1 и через распылитель 13 в диффузор первичной камеры карбюратора. Клапан 11 при этом закрывается. Перепускной жиклер 4 подобран так, что при резком движении диафрагмы обеспечивается необходимый режим работы двигателя, а при плавном ходе диафрагмы или ее колебаниях на неровной

дороге все топливо, вытесненное диафрагмой, поступает в поплавковую камеру, не нарушая требуемого режима работы двигателя. Профиль рычага б выполнен таким образом, чтобы насос осуществлял двойную подачу топлива. Вторая порция поданного топлива совпадает с моментом открытия дроссельной заслонки вторичной камеры карбюратора;

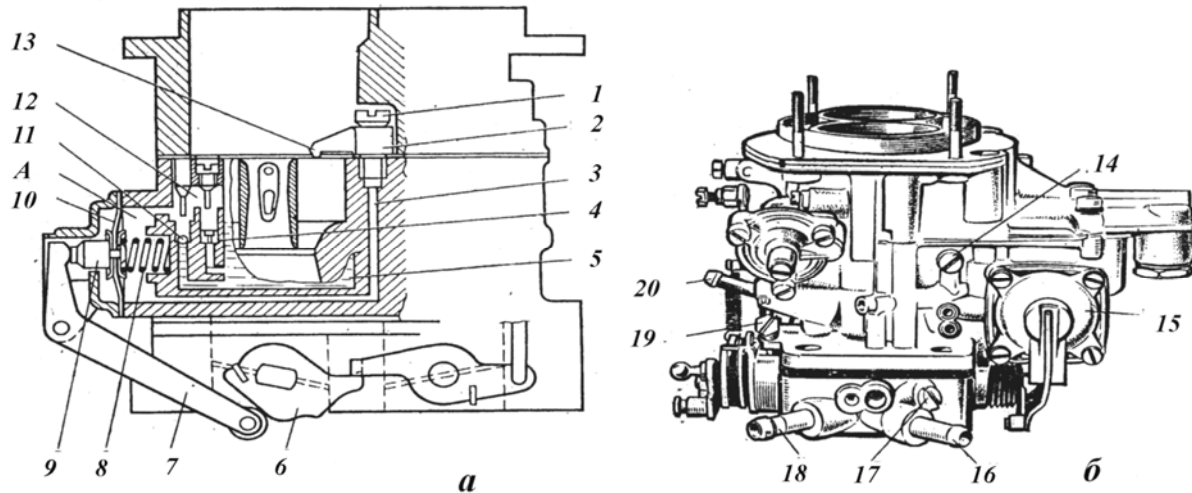


Рис.6. Ускорительный насос (обогащительное устройство):

- 1 – шариковый клапан-винт; 2 – распылитель насоса-ускорителя; 3 – канал топлива; 4 – перепускной жиклер; 5 – поплавковая камера; 6, 7 – рычаги привода насоса-ускорителя; 8 – возвратная пружина насоса; 9 – чашка диафрагмы; 10 – диафрагма насоса; 11 – впускной шариковый клапан; 12 – камера насоса; 13 – распылитель; 14 – корпус эмульсионного жиклера системы холостого хода; 15 – крышка насоса-ускорителя; 16 – подводящий патрубок подогрева корпуса дроссельных заслонок; 17 – винт регулировки состава смеси на холостом ходу двигателя; 18 – отводящий патрубок подогрева корпуса дроссельных заслонок; 19 – винт, регулирующий открытие дроссельной заслонки первичной камеры; 20 – патрубок подвода картерных газов к золотниковому устройству

✓ **экономайзер принудительного холостого хода.** Режим ПХХ представляет собой вынужденное вращение коленчатого вала двигателя при движении автомобиля по инерции с отпущенной педалью управления дросселем и выключенной передачей. ЭПХХ обеспечивает отключение подачи топлива через систему холостого хода во время движения автомобиля под уклон, во время торможения автомобилем двигателем, при переключении передач, а также при остановке двигателя.

Порог срабатывания ЭПХХ является одним из важнейших его параметров, характеризуемых величиной открытия дросселя и частотой вращения коленчатого вала, сущность установления которого заключается в следующем. Во время режима ПХХ впускной тракт очищается от ТП. В этом случае цилиндры остывают, а топливо в каналах ХХ отсутствует. Если нажать на педаль управления дроссельной заслонкой и открыть клапан ЭПХХ, то в каналах автономной СХХ и в ВТ новый поток эмульсии образует ТП, поступающие в цилиндры двигателя с некоторой задержкой. На восстановление нормальной топливоподачи необходимо определенное время, поэтому подачу топлива следует возобновить до снижения

частоты вращения коленчатого вала выше минимально устойчивой. Частоту вращения, при которой происходит включение АСХХ, называют порогом срабатывания. При разомкнутой трансмиссии его целесообразно выбирать высоким, а при замкнутой — низким.

Различают два типа ЭПХХ: с электронной системой, устанавливаемой на карбюраторах "Солекс" мод. 2108, и электронно-пневматической системой, устанавливаемой практически на всех моделях карбюраторов легковых автомобилей. Этими системами оснащены карбюраторы типа "Озон" моделей ВАЗ-2105, -2107, К-151 для двигателей; ЗМЗ-402,10, -4021.10, карбюраторы ДААЗ-2140, -2141 для автомобилей "Москвич"; карбюратор К-133 для двигателя МеМЗ-245.

Принципиальная схема ЭПХХ легковых автомобилей представлена на рис. 7. ЭПХХ содержит запорный ЭМК 3, концевой выключатель 2, закрепленный на карбюраторе, и электронный блок 5, управляемый от частоты импульсов системы зажигания и расположенный в моторном отсеке автомобиля.

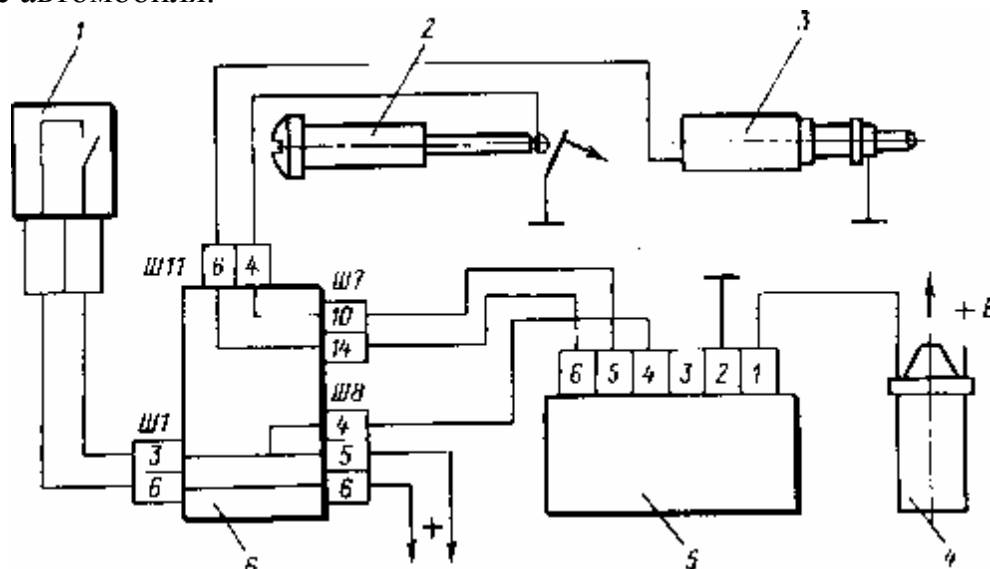


Рис. 7. Принципиальная схема ЭПХХ

Система управления ЭПХХ карбюратора серии 2108 содержит ЭМК 3 с запорным пластмассовым элементом, датчик положения дроссельной заслонки, представляющий собой контактную пару на упорном винте 2 (концевой выключатель) дроссельной заслонки и механически замыкаемый на "массу" при полностью закрытой заслонке, и электронный блок 5 типа 50.3761, управляемый по частоте электрических импульсов от катушки 4 зажигания. Электронный блок 5, содержащий семь штекеров, обеспечивает непрерывный контроль частоты вращения коленчатого вала путем измерения периода повторения импульсов системы зажигания, снимаемых с катушки 4 зажигания и подаваемых на вывод блока 5, подключенного через один из своих выводов к подводу источника питания 12 В от блока предохранителей. Блок 5 размещен в моторном отсеке автомобиля.

При отпущенной педали дроссельных заслонок контакты электрической связи изолированного винта 2 и МП должны быть разомкнуты.

Монтажный блок 6 содержит монтажные колодки Ш1—Ш11, к которым подключены выключатель 1 системы зажигания, катушка 4 зажигания через блок управления, МП и ЭМК.

Электрический провод датчика закрытого положения дроссельной заслонки соединен двумя пружинящими усиками с металлической головкой винта 1 дроссельной заслонки и блоком управления 5. ЭМК 3 выполнен в виде нормально закрытого элемента. В момент замыкания электрической цепи игла с наконечником втягивается во внутрь клапана, открывая топливный жиклер. ЭМК 3 имеет неразборную конструкцию и ремонту не подлежит, поэтому в случае неисправности его необходимо заменить новым элементом.

При отпущенной педали привода дроссельных заслонок выключатель 1 отключает питание ЭМК. Отключение топливоподачи на режимах ПХХ производится при помощи установленного на топливном жиклере системы ХХ ЭМК 3. Блок управления 5 обеспечивает подачу тока в обмотку ЭМК 3 путем соединения электрической цепи с элементами управления системы топливоподачи.

Электрические импульсы тока от катушки зажигания 4 дают информацию о частоте вращения коленчатого вала, а МП дроссельной заслонки сигнализирует о переходе карбюратора на режим ХХ.

Электронный блок 5 отключает через ЭМК 3 подачу топлива при снижении частоты вращения до 2100 мин^{-1} и снова включает, когда обороты снизятся до 1900 мин^{-1} . Управляющие импульсы (пропорциональные частоте вращения) подаются на блок 5 управления с конца первичной обмотки катушки 4 зажигания.

Блок 5 управления отключает ЭМК 3 только в том случае, если будет замкнут на "массу" концевой выключатель 1 карбюратора, т.е. не нажата педаль дроссельной заслонки. Если нажать на педаль дросселя, то клапан открываться не будет (или включаться, если был отключен).

На режиме ПХХ обмотка ЭМК 3 обесточена, и подача топлива через СХХ прекращается. Выключение подачи топлива является результатом одновременной регистрации блоком 5 управления коленчатого вала (более 2000 мин^{-1}) и положения полного закрытия дроссельной заслонки. Пластмассовый наконечник иглы закрывает топливный жиклер системы ХХ, напрессованный на втулку корпуса.

При отпущенной педали привода дроссельных заслонок концевой выключатель отключает питание на ЭМК 3. На режиме ПХХ при частоте вращения коленчатого вала свыше 2100 мин^{-1} и при замкнутом на "массу" концевом выключателе карбюратора (педаль отпущена) запорный ЭМК 3 выключается, подача топлива прекращается. При снижении частоты вращения на ПХХ до 1900 мин^{-1} блок управления 5 включает ЭМК 3 (хотя

МП включен на "массу"), начинается подача топлива через жиклер СХХ, двигатель постепенно выходит на режим ХХ.

При выключенном зажигании происходит обесточивание ЭМК, подача топлива прекращается, что исключает возможность самовоспламенения горючей смеси. Система управления ЭПХХ не оказывает влияния на работу двигателя на других режимах.

Разборка и сборка карбюратора

1. Для снятия крышки карбюратора необходимо отсоединить:
– телескопическую тягу 9 от трехплечевого рычага 1 (см. рис. 4);
– трос привода воздушной заслонки 2 и тягу 22, связывающую дроссельную заслонку с первичной камерой и приводом пускового устройства; а также отвернуть винты крепления крышки и снять ее с корпуса карбюратора вместе с прокладкой.

2. Для разъединения корпуса карбюратора от корпуса дроссельных заслонок необходимо:

– снять телескопическую тягу 9 (см. рис. 4);
– вынуть шплинт и снять тягу 22, пружину 23;
– снять шплинт и шайбу со штока 4 (см. рис. 5) механизма разбалансировки поплавковой камеры;
– отвернуть два винта с нижнего торца карбюратора, разъединить корпуса и снять прокладку.

3. При разборке крышки карбюратора:
– осторожно вытолкнуть ось 7 (см. рис. 3) и вынуть из поплавковой камеры поплавков 9 с иглой клапана;
– вывернуть корпус клапана 6, отвернуть пробку фильтра 22 и вынуть топливный сетчатый фильтр.

4. При разборке пускового устройства:
– отсоединить тягу 22 (см. рис. 4) от рычага 21, повернув ее до совмещения паза в рычаге;
– вынуть шплинт, шайбу и отсоединить тягу 4;
– отвернуть винты и снять крышку с регулировочным винтом 7, пружину и диафрагму 6 со штоком 5;
– отвернуть винт и снять трехплечий рычаг 1, кронштейн и пружину (при отсутствии необходимости воздушная заслонка не снимается, так как винты ее крепления на торце расклепаны).

5. При разборке корпуса дроссельных заслонок:
– вывернуть винт 17 (см. рис. 6) регулировки состава смеси на холостом ходу двигателя;
– отогнуть усик стопорной шайбы, отвернуть гайку, снять рычаги дроссельной заслонки первичной камеры и вынуть золотник 16 (см. рис. 3);
– отвернуть гайку и снять рычаг привода дроссельной заслонки вторичной камеры.

6. При разборке корпуса карбюратора:

– отвернуть винты крепления крышки насоса-ускорителя 15 (см. рис. 6) и снять ее, а также пружину 8 и диафрагму 10 с чашкой 9.

– вывернуть главные воздушные 3 (см. рис. 3) и топливные 11 жиклеры, вынуть эмульсионные трубки;

– вывернуть жиклеры холостого хода 21 (см. рис. 5) первичной и вторичной камер;

– вывернуть шариковый клапан-винт 1 (см. рис. 6) и снять распылитель 2 с двумя прокладками;

– вынуть два малых диффузора 18 (см. рис. 3) (с двух камер) с распылителями 19.

Сборку карбюратора первоначально произвести по отдельным системам, а затем собрать полностью весь карбюратор в обратной последовательности. Перед сборкой необходимо вымыть и продуть воздухом все детали, проверить, нет ли касания поплавка за стенки поплавковой камеры.

Рекомендации по выполнению лабораторной работы

1. Изучить методику, обратив особое внимание на следующее:

– общие сведения о карбюраторах;

– устройство и работу карбюратора легковых автомобилей ;

– перечень, назначение, устройство и работу систем карбюратора.

2. Разобрать карбюратор и в отдельности каждую его систему, рассмотреть устройство и их работу; собрать карбюратор.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание систем главной дозирующей системы.

2. Схема и краткое описание системы эконостата.

3. Схема и краткое описание системы ускорительного насоса.

4. Схема и краткое описание систем вторичной камеры.

Контрольные вопросы

1. Назначение карбюратора.

2. Назначение и устройство ускорительного насоса.

3. Назначение и устройство привода дроссельных заслонок.

4. Назначение и устройство обогатительного устройства максимальной мощности (эконостата).

5. Экологические классы бензинов.

6. Назначение и устройство системы пуска.

7. Назначение вторичной камеры карбюратора.

8. Назначение и устройство системы холостого хода.

9. Назначение и устройство клапана разбалансировки поплавковой камеры.

10. Назначение и устройство поплавковой камеры.

11. Назначение и устройство топливных и воздушных жиклеров.

12. Назначение и устройство приводов воздушной и дроссельной заслонок.

Лабораторная работа № 3 СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ВПРЫСКОВОГО (ИНЖЕКТОРНОГО) ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучение устройства впрысковых (инжекторных) двигателей автомобилей.

Задачи работы:

1. Провести диагностирование системы топливоподачи впрыскового автомобиля.

2. Определить причины возможных неисправностей по характерным их признакам.

3. Дать техническое заключение.

Техническое оборудование: манометр топливный МДФ-1, объект исследования – автомобиль с впрысковым двигателем.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Устройство и работа системы топливоподачи распределенного впрыска

На рис. 8 представлена схема системы топливоподачи распределенного впрыска. В настоящее время система распределенного впрыска наиболее распространена и устанавливается на большинство автомобилей отечественного и иностранного производства.

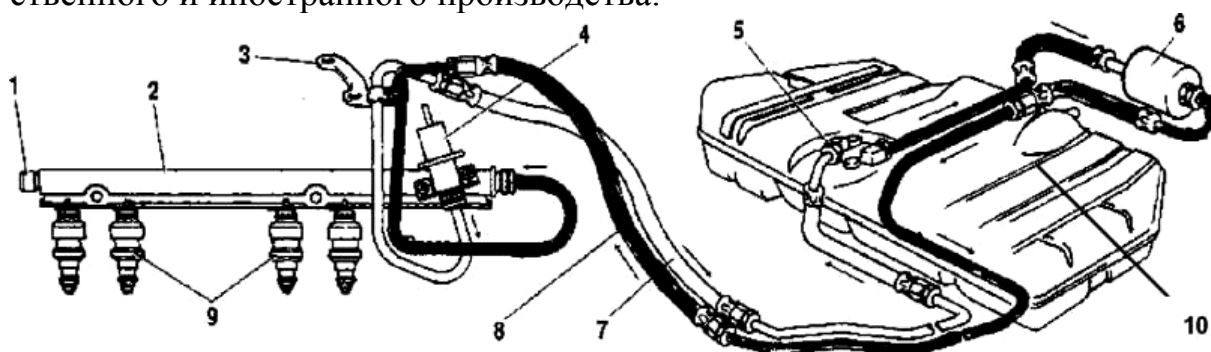


Рис. 8. Система топливоподачи с распределенным впрыском:

- 1 – штуцер для контроля давления топлива; 2 – рампа форсунок; 3 – кронштейн крепления топливных трубок; 4 – регулятор давления топлива;
- 5 – электробензонасос; 6 – топливный фильтр; 7 – сливной трубопровод;
- 8 – подающий трубопровод; 9 – форсунки; 10 – топливный бак

Система состоит из топливного бака 10 (рис. 8), внутри которого в специально отведенной секции устанавливается электробензонасос (ЭБН) 5. Во время работы его электродвигатель охлаждается бензином. Электробензонасос обеспечивает подачу топлива под давлением $2,9-3,3 \text{ кгс/см}^2$ ($2,84-3,25 \text{ бар}$) из топливного бака через магистральный топливный фильтр 6 на рампу 2 форсунок 9.

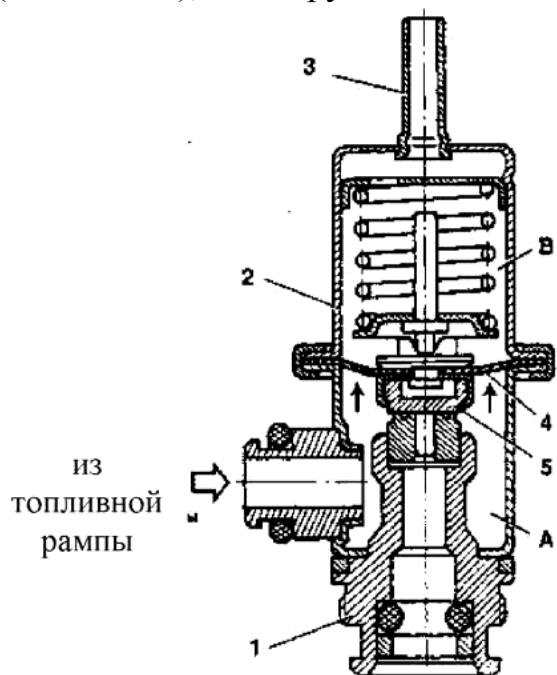
Топливная рампа 2 предназначена для раздачи топлива по форсункам и служит как накопитель. На торцевой части рампы установлен штуцер 1 для измерения давления топлива в рампе.

Топливный бак имеет плоскую форму, что необходимо учитывать. Если бензина в баке мало, то при наклоне автомобиля или при поворотах возможно, что ЭБН окажется выше уровня бензина, т.е. будет без охлаждения. И конечно, нельзя выработать весь бензин из бака до остановки двигателя.

Топливные форсунки 9 представляют собой электромагнитные клапаны, открываемые при подаче импульса от БУ. От продолжительности импульса зависит количество впрыскиваемого топлива. Конус распыла (факел) топлива форсункой захватывает впускной клапан, который при этом закрыт. Топливные форсунки закреплены на рампе с помощью пружинных фиксаторов.

На рампе форсунок крепится регулятор давления топлива (РДТ) 4. Назначение РДТ – поддерживать постоянный перепад давления на форсунках, с одной стороны – давление топлива, с другой – давление (разрежение) во впускном трубопроводе. Без поддержания постоянного перепада количество впрыскиваемого форсунками топлива при одинаковой длительности импульса, поступающего от блока управления (БУ) ЭСУД, было бы различным. Во впускном трубопроводе давление уменьшается при закрытии дроссельной заслонки и увеличивается при ее открывании.

На мембрану 4 (рис. 9) с одной стороны воздействует давление топлива (полость А), а с другой – давление пружины и давление (разрежение),



подведенное из впускного трубопровода. При падении давления во впускном трубопроводе мембрана, прогибаясь, сжимает пружину, открывает клапан 5 и бензин сливается в топливный бак. Места подвода бензина и слив в топливный бак показаны стрелками (см. рис. 9). При неисправности РДТ давление топлива повышается или понижается, что нарушает нормальную работу двигателя. Регулятор не разбирается и не ремонтируется.

Работа системы топливоподдачи

При включенном стартере или работающем двигателе бензонасос работает непрерывно до тех пор, пока БУ получает сигнал от датчика положения коленчатого вала (ДПКВ) ЭСУД. При включении только зажигания сигнал от ДПКВ на БУ не поступает, и включение бензонасоса

Рис. 9. Регулятор давления топлива:
1 – корпус; 2 – крышка; 3 – патрубок для вакуумного шланга;
4 – мембрана; 5 – клапан;
А – топливная полость;
В – вакуумная полость

происходит на 2 с, после чего он отключается. После трех таких кратковременных включений очередное включение бензонасоса происходит только с началом вращения коленчатого вала. Электробензонасос 5 (см. рис. 8) через топливный фильтр 6 подает топливо по подающему топливопроводу 8 в рампу 2 форсунок, где регулятором 4 поддерживается постоянный перепад давления топлива на форсунках 9. Избыток топлива через шланг сливного топливопровода 7 возвращается в топливный бак.

Регулятор давления 4 посредством вакуумного шланга (на рис. 8 не показан) соединен с впускной трубой двигателя. В результате этого регулятор компенсирует рост нагрузки двигателя увеличением давления топлива в рампе при возрастании давления во впускной трубе. При снижении давления во впускной трубе (уменьшении открытия дроссельной заслонки) регулятор уменьшает давление топлива, сбрасывая его излишек в топливный бак. При неработающем двигателе и включенном бензонасосе давление топлива в системе составляет 2,9-3,3 кгс/см (284-325 кПа). При работе двигателя на холостом ходу это давление уменьшается на 0,2-0,7 кгс/см (21-69 кПа) за счет разрежения, создаваемого во впускном трубопроводе.

Для проведения диагностики топливной системы электробензонасос может быть включен без пуска двигателя и включения зажигания. Это обеспечивается подачей напряжения от аккумуляторной батареи (АБ) на контакт «G» колодки диагностики.

Признаки неисправности системы подачи топлива

Неисправность элементов системы топливоподачи проявляется в следующем:

- ✓ двигатель не запускается или запускается с трудом;
- ✓ двигатель на холостом ходу работает неустойчиво или может глохнуть сразу после пуска;
- ✓ двигатель не развивает необходимой мощности и приемистости;
- ✓ при работе под нагрузкой нет необходимой мощности и приемистости;
- ✓ при работе под нагрузкой происходят рывки, провалы, задержки, подергивания.

Последовательность и описание проверок при диагностике системы топливоподачи

1. Предварительно следует проверить электрические цепи бензонасоса и форсунок и систему зажигания (в данной работе не рассматривается).

2. Проверяется давление топлива и работоспособность системы. Для этого необходимо:

Сбросить давление топлива в системе. Выключить зажигание. Вывернуть золотник из штуцера на торце рампы форсунок. Во избежание возможного пролива топлива штуцер следует обернуть ветошью. Надеть на штуцер и закрепить хомутом шланг с манометром. Для этого можно ис-

пользовать манометр от воздушного насоса и шланг с внутренним диаметром 10 мм (рис. 10).

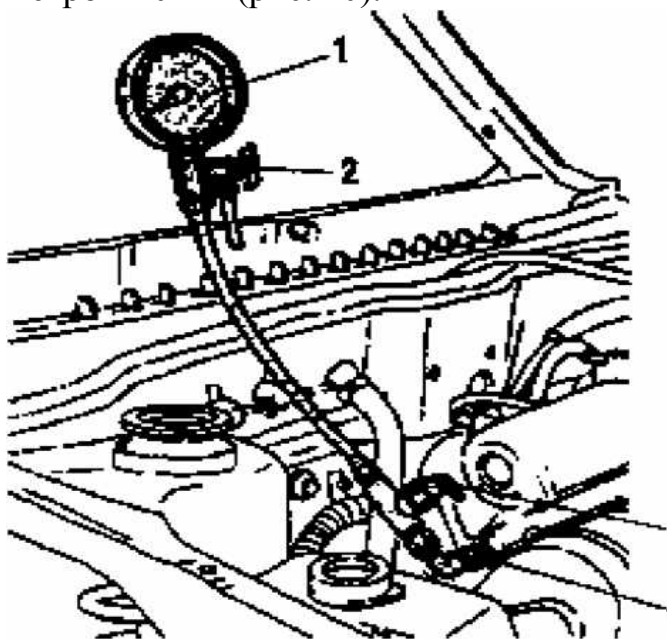


Рис. 10. Подключение манометра к топливной рампе системы топливоподачи:

- 1 – манометр для проверки давления топлива; 2 – воздушный вентиль;
- 3 – нагнетательный клапан; 4 – штуцер для проверки давления топлива

ся и затем должно стабилизироваться. Если давление нестабильное – выполнить проверку № 5.

4. Проверяется работоспособность регулятора давления топлива. Для этого необходимо пустить двигатель. Он должен работать на холостом ходу. Отсоединить вакуумный шланг от регулятора давления. Давление топлива должно находиться в пределах 2,9-3,3 кгс/см (284-325 Па). Присоединить вакуумный шланг к регулятору давления. Давление топлива должно уменьшиться относительно предыдущего значения на 0,2-0,7 кгс/см². Если это не так, то необходимо проверить герметичность вакуумного шланга или самого регулятора давления. Если давление уменьшилось – регулятор давления исправлен и проверка окончена.

5. Проверка № 5. Определяется причина негерметичности топливной системы. Проводится, если давление продолжает падать (см. проверку № 3). Вновь включить бензонасос на 10 с, подав напряжение +12 В от АБ на контакт «G» колодки диагностики (см. рис. 3). Сразу после выключения бензонасоса полностью пережать резиновый шланг сливного топливопровода 7. Контролировать, стабилизируется ли давление топлива после пережатия шланга.

Если стабилизируется – проверить герметичность и соединения в топливопроводе между регулятором давления и топливным баком.

Включить бензонасос на 10 с, подав от АБ напряжение +12 В на контакт «G» колодки диагностики (см. рис. 4.3). В течение этих 10 с давление топлива должно быть в пределах 2,9-3,3 кгс/см² (284-325 кПа). Если давление менее 2,9 кгс/см (284 кПа), необходимо выполнить проверку № 6 (см. ниже). Если давление более 3,3 кгс/см² (325 кПа), необходимо выполнить проверку № 7 (см. ниже).

3. Проверяется герметичность системы. Для этого необходимо контролировать падение давления после выключения бензонасоса по показаниям манометра. Давление топлива может незначительно уменьшиться

Если не стабилизируется – определить и заменить негерметичную топливную форсунку. Это делается проверкой свечей на нагар или на намокание. Если таким способом определить негерметичную форсунку не удастся, то следует проверить герметичность форсунок на специализированном диагностическом стенде.

6. Проверка № 6. Определяется причина пониженного давления топлива. Проводится, если давление ниже 2,9 кгс/см (284 кПа) (см. проверку № 2). Вновь включить бензонасос, подав напряжение +12 В от АБ на контакт «G» колодки диагностики. При работающем бензонасосе постепенно, но не до конца пережимать шланг сливного топливопровода 7, одновременно наблюдая за показаниями манометра.

Если давление растёт более 325 кПа – заменить регулятор давления.

Если давление остаётся ниже 2,9 кгс/см (284 кПа) – проверить герметичность подающего топливопровода, наличие ослабших соединений, топливный фильтр и сетку топливopриемника бензонасоса на загрязнение. Если все исправно, то заменить бензонасос.

7. Проверка № 7. Определяется причина повышенного давления топлива. Проводится, если давление более 3,3 кгс/см² (325 кПа) (см. проверку № 2). Сбросить давление в системе топливоподачи. Отсоединить резиновый шланг 7 от стальной трубки, ведущей к топливному баку. Опустить шланг 7 в ёмкость для сбора бензина. Включить бензонасос, подав напряжение +12 В от АБ на контакт «G» колодки диагностики.

Если давление более 3,3 кгс/см² (325 кПа) – определить место ограничения прохода бензина по сливному топливопроводу к топливному баку и устранить препятствие.

Если давление продолжает оставаться выше 3,3 кгс/см² (325 кПа) – заменить регулятор давления.

Рекомендации по выполнению лабораторной работы

- Изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
- Изучить устройство и принцип работы системы топливоподачи с распределённым впрыском топлива.
- Подключить топливный манометр к системе топливоподачи.
- Продиагностировать систему топливоподачи и дать техническое заключение

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание топливной системы инжекторного двигателя.
2. Схема и краткое описание рампы.
3. Схема и краткое описание электробензонасоса.
4. Схема и краткое описание регулятора давления.
5. Схема и краткое описание электромагнитной форсунки.

Контрольные вопросы

1. Назначение электромагнитной форсунки.
2. Назначение и устройство регулятора давления.
3. Назначение и устройство привода дроссельной заслонки.
4. Назначение и устройство электронного блока управления.
5. Экологические классы бензинов.
6. Назначение и устройство топливной рампы.
7. Назначение топливного фильтра.
8. Назначение и устройство штуцера для контроля давления топлива.
9. Назначение и устройство клапана бензобака.
10. Назначение и устройство указателя уровня топлива.
11. Назначение и работа системы топливоподачи.

Лабораторная работа № 4 ДИАГНОСТИКА РЕГУЛЯТОРА ХОЛОСТОГО ХОДА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВПРЫСКОМ

Цель работы: изучение методики и определение технического состояния регулятора холостого хода и электромагнитных форсунок системы топливоподачи впрысковых автомобилей и получение навыков работы.

Задачи работы:

1. Провести диагностирование регулятора холостого хода и электромагнитных форсунок системы топливоподачи впрыскового автомобиля.
2. Определить причины возможных неисправностей по характерным их признакам.
3. Дать техническое заключение.

Техническое оборудование: мультиметр цифровой модели «Электроника ММЦ-1», тестер электромагнитных форсунок ТДФ-1, тестер регулятора холостого хода (РХХ) модели ТРДХ-1, комплект для проверки цепей и соединений J-35616, набор ключей и отверток, набор мерных стаканов, объект исследования (автомобиль с впрысковым двигателем и ЭСУД).

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Назначение, устройство и работа регулятора холостого хода и топливных электромагнитных форсунок

Регулятор холостого хода (добавочного воздуха) и топливные форсунки относятся к исполнительным устройствам ЭСУД, которые также называют исполнительными механизмами (ИМ). Эти механизмы получают от БУ сигналы и выполняют определенные действия.

Регулятор холостого хода (РХХ)

РХХ (рис. 11, а) обеспечивает проход воздуха по обходному каналу (байпасу) при закрытой дроссельной заслонке при холостом ходе. Клапан РХХ установлен в обходном канале подачи воздуха дроссельного патрубка (рис. 11, б). В РХХ шаговый электродвигатель 1 (рис. 11, б) перемещает запорную иглу с конусом 4, выполняющую роль клапана.



а)



б)

Рис. 11. Регулятор холостого хода (а) и место его установки на двигателе (б)

При поступлении сигнала с БУ игла втягивается (перемещается короткими шагами), изменяя (увеличивая) проходное сечение байпасного воздушного канала 2. В результате обороты холостого хода непрогретого двигателя возрастают, а по мере его прогрева БУ закрывает клапан, уменьшая количество воздуха, подаваемого в обход дроссельной заслонки, что приводит к уменьшению оборотов холостого хода, которые далее поддерживаются постоянными.

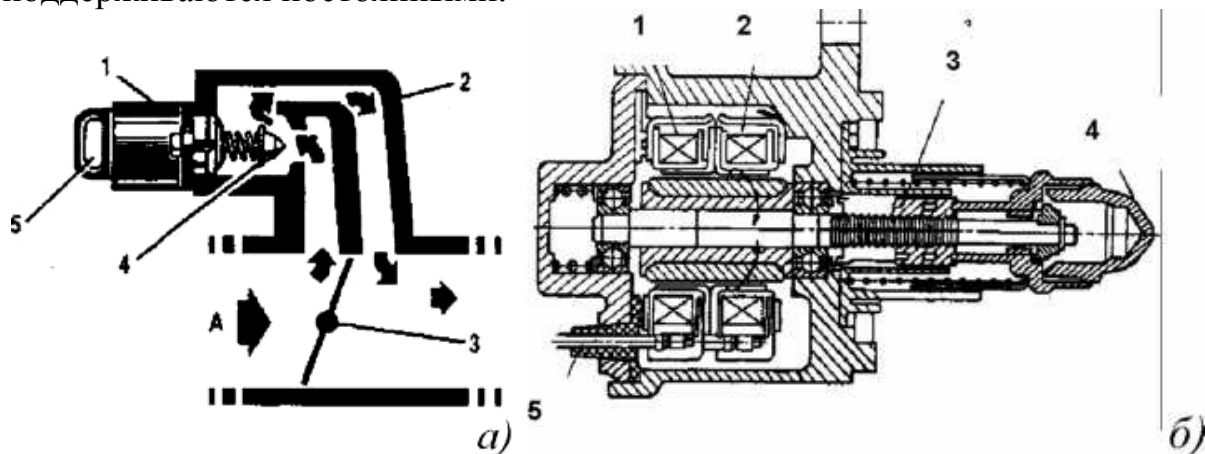


Рис. 12. Регулятор холостого хода:

Схема регулировки подачи воздуха (а):

1 – шаговый электродвигатель; 2 – обходной канал (байпас); 3 – дроссельная заслонка; 4 – дросселирующий элемент (игла); 5 - электрический разъем;

А – поступающий воздух и эскиз РХХ (б):

1, 2 – обмотки шагового электродвигателя; 3 – передача винт-гайка; 4 – игла; 5 – электрический разъем

Кроме того, когда дроссельная заслонка резко закрывается (при торможении двигателем), РХХ открывается и воздух идет в обход дроссельной заслонки, при этом обеспечивается обеднение топливной смеси с целью уменьшения токсичности отработавших газов (ОГ) и повышения топливной экономичности двигателя.

Перед установкой нового РХХ необходимо измерить расстояние от острия иглы клапана до привалочной плоскости датчика. Это расстояние должно быть не более 23 мм, в противном случае устанавливать такой датчик или давить на иглу нельзя. Датчик заменяют или регулируют при помощи тестера РХХ.

При неисправности РХХ может происходить самопроизвольное колебание оборотов холостого хода от нормальных до 4000 мин^{-1} .¹⁰ Запуск двигателя невозможен без приоткрытия дроссельной заслонки при помощи педали газа, а при отпускании педали газа двигатель глохнет. Обычно эту неисправность принято называть «пропал холостой ход», а для ее удержания регулируют трос привода дроссельной заслонки (приоткрывают ее).

Электромагнитные топливные форсунки

Топливные форсунки (рис. 13) представляют собой электромагнитные клапаны, открываемые при подаче импульса от БУ. От продолжительности

импульса зависит количество впрыскиваемого топлива. Конус распыла (факел) топлива форсункой захватывает впускной клапан, который при этом закрыт. Топливные форсунки закреплены на рампе (рис. 13, а) с помощью пружинных фиксаторов.

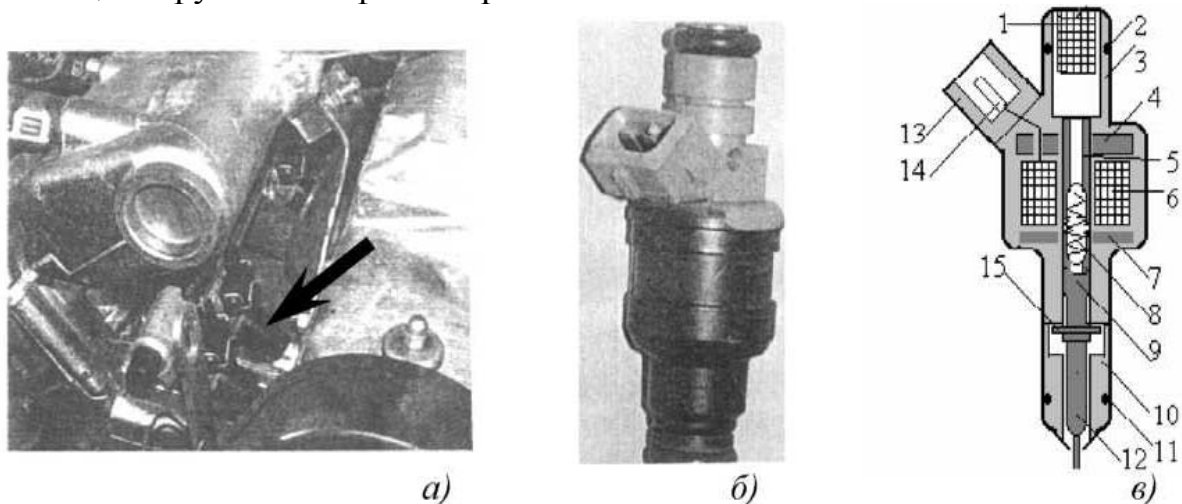


Рис. 13. Топливная форсунка:
а – место установки; б – общий вид; в – конструктивная схема

Форсунка (рис.3в) имеет распылитель 10 с запирающим конусом 12. Запирающий конус 12 снабжен штифтом, который находится в сопловом отверстии распылителя 10. В корпусе форсунки 3 помещен электромагнит с магнитной системой 5, обмоткой 6 и подвижной частью электромагнита - якорем 9. Якорь 9 электромагнита связан с запирающим конусом 12. Пружина помещенная между неподвижной частью магнитной системы 5 и якорем 9, прижимает запирающий конус 12 к седлу корпуса распылителя 10. На корпусе форсунки 3 установлен электрический разъем 13 с выходными контактами 14. Внутри корпуса форсунки 3 через магнитную систему 5 к сопловому отверстию распылителя 10 проходит канал подачи бензина, снабженный фильтром 1. Форсунка распылителем 10 устанавливается в отверстие головки цилиндров или во впускной трубопровод и уплотняется резиновым кольцом 11, а корпусом 3 – в отверстие рампы и уплотняется резиновым кольцом 2. Рампу устанавливают на головке цилиндров или на впускном трубопроводе, закрепляя форсунки на двигателе.

Топливо может подаваться в соответствии с положением коленчатого вала (синхронно) и независимо от положения коленчатого вала (асинхронно).

Асинхронная подача топлива используется на режиме пуска двигателя. Длительность импульса при этом формируется БУ в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. При холодном двигателе длительность импульса, подаваемого на форсунку, увеличивается с целью обогащения топливовоздушной смеси. Это позволяет ускорить пуск двигателя и сделать его более надежным. Режим сохраняется, пока частота вращения коленчатого вала не превысит 900 мин^{-1} . На прогревом двигателе длительность импульса, подаваемого на форсунку, уменьшается.

Если при прокрутке двигателя стартером дроссельная заслонка будет открыта более чем на 75 %, это воспринимается БУ как режим ликвидации перелива топлива и подача топлива форсунками прекращается. Подача топлива прекращается БУ при торможении двигателем, при выключении зажигания и при чрезмерно больших оборотах двигателя (более 6200 мин⁻¹). Управление длительностью импульса впрыска может происходить с учетом сигналов датчиков ЭСУД. Характерной неисправностью форсунок является нарушение соответствия между длительностью импульса и количеством впрыскиваемого топлива. Это принято называть «засорением» и «зависанием» клапанов форсунок. При «засорении» форсунки топлива впрыскивается меньше, а при «зависании» – больше. Если топлива впрыскивается меньше, происходит падение мощности двигателя, работа на холостом ходу становится неустойчивой (двигатель «троит»), возникают провалы при разгоне.

Если же топлива излишек (переобогащение смеси), то также падает мощность двигателя, затрудняется пуск, двигатель неустойчиво работает на холостом ходу и, естественно, при этом повышается расход топлива.

Под «засорением» форсунок часто скрываются два дефекта: «залипание» (клапан форсунки не открывается) и закоксовывание (отложение смолистых веществ).

Диагностика регулятора холостого хода

Признаки неисправности:

- 1) двигатель неустойчиво работает на холостом ходу и может глохнуть;
- 2) обороты холостого хода выше или ниже нормы.

Предварительно необходимо проверить, что воздушный фильтр чистый, подсос воздуха в воздушный тракт отсутствует.

Для проверки мест возможного подсоса воздуха можно использовать аэрозольный баллончик с жидкостью для облегчения зимнего пуска двигателя. При обрызгивании жидкостью негерметичных мест произойдет увеличение оборотов двигателя.

Свои функции РХХ может выполнять только при условии, что остальные устройства и системы ЭСУД, влияющие на холостой режим работы двигателя, исправны. Для устранения неисправностей, не относящихся к РХХ, но влияющих на работу двигателя на холостом ходу, следует выполнить следующие проверки:

– переобедненная смесь - в этом случае обороты холостого хода могут быть высокими, низкими или колебаться. Следует проверить систему топливоподачи на падение давления топлива (см. лабораторную работу № 3), засорение форсунок (см. п. 5.3 настоящей лабораторной работы) или наличие воды в топливе.

– переобогащенная смесь – в этом случае обороты холостого хода низкие. Следует проверить систему топливоподачи на повышенное давле-

ние (см. лабораторную работу № 1), на герметичность форсунок (см. п. 5.3 настоящей лабораторной работы).

– система вентиляции картера – проверить засорение жиклера в дроссельном патрубке и шлангов системы вентиляции картера.

Схемы соединений РХХ блоков управления BOSCHMP 7.0N и Январь-5.1 показаны на рис. 14 и 15 соответственно.

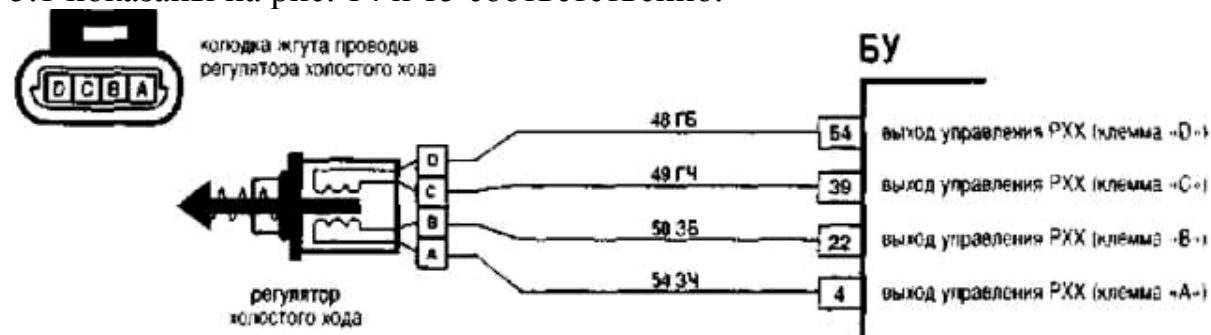


Рис. 14. Схема соединений РХХ (БУ BOSCHMP 7.0N)

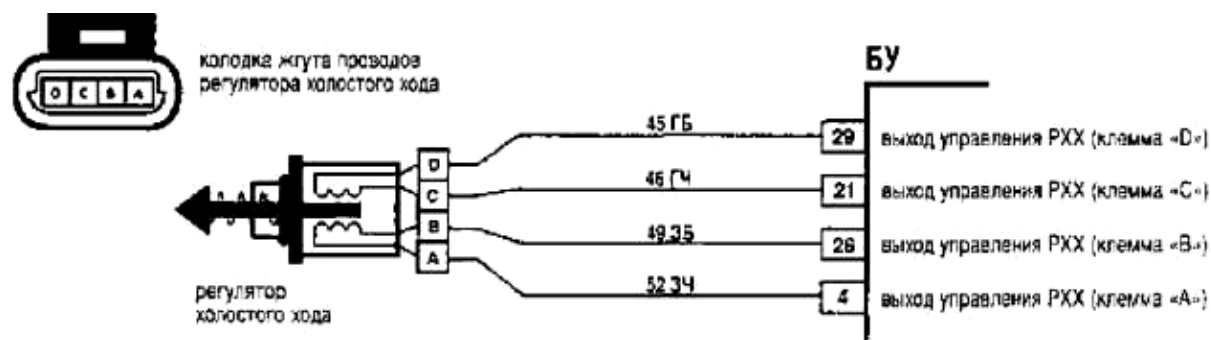


Рис. 15. Схема соединений РХХ (БУ М 1.5.4N, Январь-5.1)

Порядок и описание проверок

1. Проверяется исправность обмоток шагового двигателя. Отсоединить колодку жгута от РХХ. Мультиметром измерить сопротивление обмоток шагового двигателя между контактами «А» и «В», «С» и «D» колодки РХХ. Сопротивление должно быть в пределах 40-80 Ом. Если это не так, необходимо заменить РХХ.

2. Проверяется наличие напряжения питания РХХ. Включить зажигание. Мультиметром, соединенным с «массой», измерить напряжение на каждом контакте колодки жгута РХХ. Напряжение должно быть в пределах 4-6 В. Если это не так, выяснить причину отсутствия питания, для этого провести последовательно проверки № 3 и № 4.

3. Проверяются цепи питания на отсутствие обрыва. Отсоединить «минусовую» клемму от АБ. Отсоединить колодку жгута от БУ. Соединить перемычками контакты «А» и «В», «С» и «D» колодки жгута РХХ. Мультиметром измерить сопротивление между контактами 54 и 39 (29 и 21), 22 и 4 (26 и 4) колодки жгута БУ. Сопротивление должно быть менее 1 Ом. Если это не так – устранить обрыв.

4. Проверяются цепи питания на отсутствие замыкания с «массой». Удалить перемычки из колодки и измерить мультиметром сопротивление каждого контакта относительно «массы», а также сопротивление между всеми контактами колодки жгута РХХ. Сопротивление должно быть более 100 кОм. Если это не так - устранить замыкание.

5. Если признак неисправности по-прежнему сохраняется – проверить надежность контактов в колодках или неисправность БУ.

Проверка герметичности и баланса топливных форсунок

Признаки неисправности:

- 1) двигатель запускается с трудом, на холостом ходу работает
- 2) неустойчиво или можетглохнуть сразу после пуска;
- 3) мощность и приемистость двигателя низкие;
- 4) в движении происходят рывки, провалы, подергивания;
- 5) самовоспламенение топлива после выключения зажигания.

Проведение проверки баланса форсунок проводится, как правило, после проверки системы зажигания и подачи топлива (см. лабораторную работу № 1).

Под балансом топливных форсунок понимается идентичность их основных параметров: все форсунки должны иметь одинаковую пропускную способность, одинаковую форму конуса распыла топлива, быть герметичными в закрытом состоянии.

Точная и полная проверка баланса форсунок является довольно сложной и трудоемкой операцией, поэтому ниже будет рассмотрен упрощенный вариант такой проверки.

Перед выполнением непосредственно проверок необходимо выполнить следующие подготовительные операции:

- снять винты крепления топливной рампы и отвернуть винт крепления топливных трубок к кронштейну 3, оставив топливопроводы 7 и 8 подсоединенными к рампе 2 и регулятору давления 4;
- приподнять рампу с форсунками и поместить под каждой форсункой мерный стакан с делениями (или просто одинаковые стаканы).

Порядок и описание проверок

1. Проверяется герметичность форсунок. Включить зажигание. Включить на 10 с бензонасос, подав напряжение +12 В от АБ на контакт «G» колодки диагностики. Форсунки во время работы бензонасоса не должны пропускать топливо. Если это не так – заменить форсунку, пропускающую топливо.

2. Проверяется баланс форсунок. Удерживая форсунки над мерными стаканами, прокручивать двигатель стартером. Точность измерения зависит от количества собранного топлива, поэтому прокручивать двигатель следует достаточно долго. Конус распыла топлива каждой форсунки должен не отличаться по форме от остальных. Количество топлива в мерных

стаканах не должно отличаться между наибольшим и наименьшим значениями более чем на 20 %.

Порядок выполнения лабораторной работы

- Изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
- Изучить устройство и принцип работы регулятора холостого хода и электромагнитных форсунок системы топливоподачи с распределенным впрыском топлива.
- Провести проверку РХХ и электромагнитных форсунок.
- Дать техническое заключение о состоянии регулятора холостого хода и электромагнитных форсунок.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание регулятора холостого хода.
2. Схема и краткое описание электромагнитных топливных форсунок.
3. Схема и краткое описание диагностики системы регулятора холостого хода.
4. Схема и краткое описание диагностики герметичности и баланса электромагнитных топливных форсунок.

Контрольные вопросы

1. Назначение регулятора холостого хода.
2. Назначение и устройство электромагнитных топливных форсунок.
3. Порядок диагностики баланса электромагнитных топливных форсунок.
4. Порядок диагностики герметичности электромагнитных топливных форсунок.
5. Экологические классы бензинов.
6. Порядок диагностики обмоток шагового двигателя регулятора холостого хода.
7. Порядок диагностики напряжения питания регулятора холостого хода.
8. Признаки неисправности регулятора холостого хода.

Лабораторная работа № 5 КОНТРОЛЬНЫЙ ОСМОТР СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучить методику и проведение осмотра дизельного двигателя с механическим распределением топлива и получить навыки выполнения этой процедуры.

Задачи работы:

1. Провести проверку герметичности в соединениях приборов топливной системы и всасывающего тракта, наличия охлаждающей жидкости, масла и топлива в заправочных емкостях.

2. Запустить двигатель, проверить герметичность его систем, прослушать работу двигателя на всех режимах и снять показания КИП, при необходимости отрегулировать обороты холостого хода, вынести техническое заключения.

Техническое оборудование: стробоскоп К269, приспособление для проверки давления топлива, бачок для проверки герметичности топливной системы, набор ключей и отверток, набор мерных стаканов, объект исследования (стенд с рабочим двигателем ЯМЗ).

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В отработавших газах дизельных двигателей концентрация сажи и токсичных элементов во многом зависит от геометрических и гидравлических параметров, регулировочных факторов, технического состояния насоса высокого давления и форсунок, оказывающих непосредственное влияние на характер впрыска топлива, процессы смесеобразования, сгорание и догорание топлива. Поэтому техническое состояние дизельного двигателя определяется диагностическими параметрами, существенно отличающимися от бензиновых двигателей.

На систему питания дизельных двигателей приходится до 25 % всех неисправностей автомобилей. Характерными неисправностями являются:

- 1) нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления;
- 2) загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров;
- 3) попадание масла в турбонагнетатель;
- 4) износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления;
- 5) потеря герметичности форсунками и снижение давления начала подъема иглы;
- 6) износ выходных отверстий форсунок их закоксовывание и засорение.

Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи топлива, неравномерной работе топливного насоса – различному количеству топлива, подаваемого нагнетательными секциями, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение

дымности отработавших газов и приводит к незначительному повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя на 3...5 %.

Внешними признаками отказов и неисправностей систем питания двигателя являются:

- 1) затрудненный пуск,
- 2) повышенный расход топлива,
- 3) неравномерная работа,
- 4) дымление,
- 5) снижение мощности двигателя,
- 6) жесткая со стуком работа двигателя,
- 7) неизменность частоты вращения коленчатого вала.

Затрудненный пуск двигателя обычно происходит в результате недостаточной подачи топлива в цилиндры двигателя, причиной чего могут быть подсос воздуха в систему питания, засорение фильтрующих элементов, неисправность топливopодкачивающего насоса, снижение давления впрыска из-за износа плунжерных и насоса высокого давления и ухудшение распыливания топлива при закоксовывании или износе сопловых отверстий распылителя форсунки. Неустойчивая работа двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала может происходить также в результате подсоса воздуха в систему питания, неравномерной подачи топлива секциями топливного насоса, ухудшения состояния форсунок.

Дымление (появление черного дыма) является результатом неполноты сгорания вследствие преждевременной или большой подачи топлива насосом высокого давления, увеличения площади сопловых отверстий форсунок вследствие их износа (что снижает давление впрыска), позднего начала подачи топлива, подтека форсунок, засорения воздушного фильтра, ухудшения распыливания вследствие закоксовывания или засорения сопел форсунки, наличия в топливе воды.

Снижение мощности двигателя может происходить из-за подсоса воздуха в топливную систему, засорения воздушного фильтра, недостаточной цикловой подачи топлива, нарушения регулировки угла опережения впрыска, ухудшения распыливания топлива форсунками, уменьшения количества и неравномерности подачи топлива насосом высокого давления, недостаточной величины компрессии и применения соответствующего топлива.

Диагностирование топливной системы дизельного двигателя

Диагностирование герметичности системы питания производится при каждом очередном обслуживании автомобиля. Негерметичность работающих под давлением топливопроводов обнаруживается по подтеканию топлива в местах их соединений при работе двигателя на оборотах холостого хода.

Негерметичность топливопроводов и соединений на участках, находящихся под разрежением, приводит к подсосу воздуха в систему. Наличие в системе воздуха может быть обнаружено по выделению пены или пузырьков воздуха из-под ослабленной контрольной пробки на крышке фильтра тонкой очистки при работе двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала.

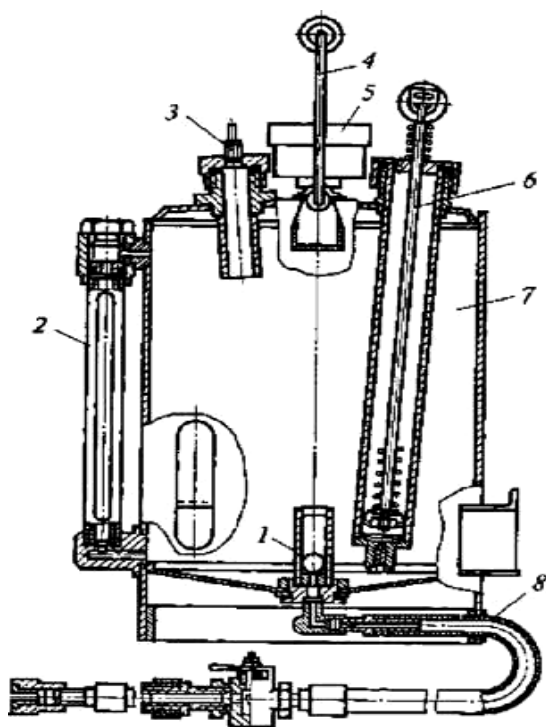


Рис. 16. Бачок для проверки герметичности топливной системы дизеля:

- 1 – клапан; 2 – топливомерная трубка; 3 – кран для выпуска воздуха; 4 – рукоятка; 5 – манометр; 6 – воздушный насос; 7 – бачок; 8 – шланг

1) Негерметичность в топливопроводах системы, в том числе на линии всасывания (до топливоподкачивающего насоса), можно выявить при помощи бачка (рис. 16). Для этого отсоединяют от топливного бака топливопровод, отводящий излишек топлива, герметизируют его заглушкой, затем отсоединяют от бака подающий топливопровод и присоединяют к нему шланг бачка.

Топливо из частично заполненного бачка подают в систему под давлением 0,3 МПа, которое предварительно создается имеющимся в бачке воздушным насосом. Негерметичность топливопроводов обнаруживают по появлению в местах соединений пузырьков воздуха и подтеканию топлива.

При этом проверяют:

- момент начала подачи топлива насосными секциями ТНВД;
- равномерность подачи топлива насосными секциями ТНВД;
- производительность насоса.

Нарушение моментов начала подачи топлива отдельными секциями насоса вызывает несвоевременное поступление топлива через форсунки в цилиндры двигателя. В результате появляются стуки в двигателе (ранняя подача) или дымный выпуск (поздняя подача). Для проверки и регулировки момента начала подачи топлива насосом высокого давления кулачковый вал насоса соединяют с валом привода стенда.

Начало подачи топлива проверяют с помощью моментоскопа (рис. 18), который поочередно присоединяют к штуцеру каждой нагнетательной секции насоса в порядке работы двигателя. Для определения начала подачи топлива каждой секцией специальным градуированным от 0 до 360° (с ценой деления 1°) диском последний устанавливается в корпусе насоса со стороны привода, а на валу привода закрепляют тарелку.

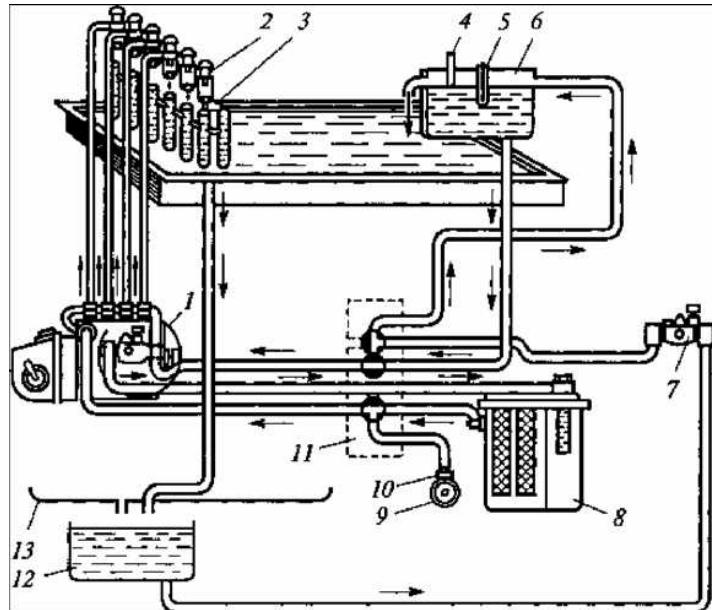


Рис. 17. Гидравлическая схема подачи топлива стенда СДТА-1:
 1 – испытуемый топливный насос; 2 – форсунка; 3 – мерные цилиндры;
 4 – указатель уровня топлива; 5 – термостат; 6 – верхний топливный бак;
 7 – подкачивающий насос стенда; 8 – топливный фильтр;
 9 – манометр; 10 – демпфер; 11 – распределитель топлива;
 12 – нижний топливный бак; 13 – стол стенда

После присоединения моментоскопа к штуцеру первой секции насоса, вращая его кулачковый вал, заполняют до половины объема стеклянную трубку моментоскопа и фиксируют положение кулачкового вала. Это положение определяет момент начала подачи топлива первой секцией и служит началом отсчета углов поворота кулачкового вала, соответствующего подаче топлива остальными секциями насоса. Начало подачи первой секцией происходит при набегании кулачка на толкатель за $38-39^\circ$ до оси симметрии кулачка. Положение оси симметрии определяют с помощью моментоскопа. Приняв указанное положение кулачкового вала ($38-39^\circ$ до оси симметрии) условно за 0° или начало отсчета, определяют начало подачи топлива остальными секциями, которое должно быть для двигателя ЯМЗ-236 (в соответствии с порядком работы цилиндров).

Также для проверки угла опережения впрыска используется стробоскоп. При этом синхронным подсвечиванием

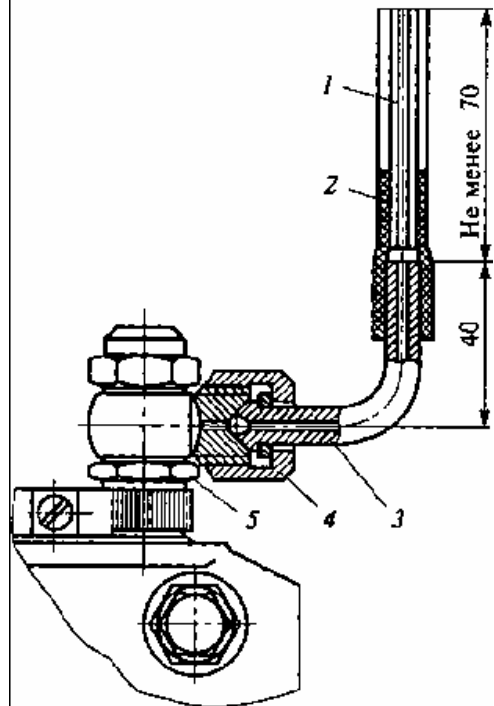


Рис. 18. Моментоскоп:
 1 – стеклянная трубка;
 2 – резиновая трубка;
 3 – топливопровод;
 4 – накидная гайка; 5 – штуцер секции топливного насоса

определяется положение меток на шкиве и контрольных меток на картере двигателя. Стробоскоп К269 – электронный переносной прибор (рис. 19) – предназначен для проверки технического состояния топливной аппаратуры дизельных двигателей непосредственно на автомобиле. Стробоскоп позволяет определять частоту вращения коленчатого вала двигателя, угол опережения впрыска топлива, качество работы регулятора частоты вращения и автоматической муфты опережения впрыска топлива.



Рис. 19. Стробоскоп дизельный К269

При регулировке равномерности подачи топлива отдельными секциями насоса углы поворота его кулачкового вала регулируют при помощи болта, ввернутого в толкатель плунжера секции насоса до получения нужного значения угла.

Проверка количества и равномерности подачи топлива секциями насоса высокого давления заключается в определении количества топлива, подаваемого каждой секцией насоса в мерные цилиндры, и промежутков времени между подачами, которые должны быть одинаковыми у всех секций насоса. Проверку равномерности и количества подачи топлива нагнетательными секциями насоса производят на этом же стенде.

Количество подаваемого топлива проверяют на эталонных форсунках. Одновременно проверяют и регулируют минимальную частоту вращения кулачкового вала, соответствующую полному выдвиганию рейки включения подачи топлива регулятором. Регулируют подачу топлива на частоте вращения кулачкового вала 225-275 мин⁻¹ изменением положения рейки подачи, пользуясь винтом регулировки, имеющимся в регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Технология выполнения работ

Подготовительные операции:

- 1) проверить наличие воды, масла и топлива, герметичность в соединениях всех приборов двигателя;
- 2) исправность и действие механизма управления подачей топлива и остановка двигателя;
- 3) подключить систему отсоса отработавших газов;
- 4) установить преобразователь давления стробоскопа К269 через адаптер к трубке высокого давления форсунки первого цилиндра;
- 5) подключить аккумуляторные батареи;
- 6) запустить и прогреть двигатель до температуры 70-80 °С;
- 7) проверить осмотром герметичность всех соединений;

- 8) снять показания КИП;
- 9) установить работу двигателя на холостом ходу;
- 10) присоединить жгут преобразователя давления к стробоскопу через разъем, а зажимы «—» и «+» - к бортовой сети двигателя;
- 11) проверить герметичность в соединениях стробоскопа.

Проведение измерений.

Измерение минимальной частоты вращения коленчатого вала:

- 1) при работающем двигателе отпустить кнопку стробоскопа и по его шкале определить **ОБОРОТЫ хх**;
- 2) сверить фактические значения **ОБОРОТЫ** с их номинальными значениями.

Регулировка частоты холостого хода на двигателях ЯМЗ производится в следующей последовательности:

- 1) ослабить контргайку и вывернуть корпус буферной пружины на 2-3 мм (рис. 20);
- 2) болтом ограничения подрегулировать **ОБОРОТЫ хх** до появления небольших ее колебаний;
- 3) ввертывая корпус буферной пружины, добиться устойчивой работы двигателя при **ОБОРОТЫ хх**;
- 4) проверку **ОБОРОТЫ хх** произвести по порядку операций, описанных выше.

Определение состояния регулятора частоты вращения коленчатого вала:

- если при проведении указанных операций двигатель устойчиво не держит **ОБОРОТЫ хх** и частота измеряется больше чем на 30-50 об/мин, то регулятор неисправен.

Измерение максимальной частоты вращения коленчатого вала:

- 1) установить максимальную частоту вращения коленчатого вала, при этом рычаг управления регулятором 1 (см. рис. 20) должен упираться в болт 2 ограничения максимальной частоты вращения;

- 2) отрегулировать тягу привода рычага управления 1 и измерить стробоскопом максимальную частоту вращения;

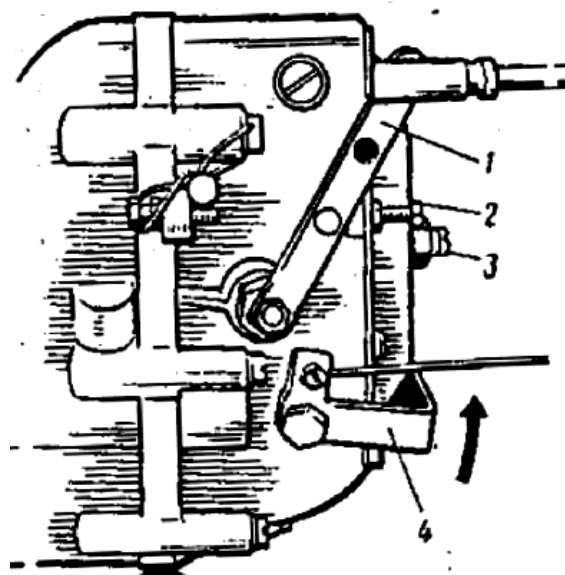


Рис. 20. Регулировка дизельного двигателя:

- 1 – рычаг управления подачей топлива;
- 2 – болт ограничения;
- 3 – корпус буферной пружины;
- 4 – скоба останова

3) отвернуть гайку и болтом 2 ограничения максимальной частоты вращения отрегулировать n_{\max} согласно паспортным данным.

П р и м е ч а н и е . Если при полном нажатии на педаль подачи топлива двигатель не развивает n_{\max} , то необходимо проверить исправность привода управления регулятора.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Провести проверку системы питания и регулировку ТНВД.
3. Дать техническое заключение о состоянии системы питания и ТНВД.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание систем питания топливом дизеля.
2. Схема и краткое описание бачка для проверки герметичности систем питания топливом дизеля..
3. Схема и краткое описание системы ускорительного насоса.
4. Схема и краткое описание стенда СДТА.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Назначение рычага управления подачей топлива.
2. Назначение и устройство топливного бака.
3. Назначение и устройство ручного подкачивающего насоса.
4. Назначение и устройство топливного насоса низкого давления.
5. Экологические классы дизельных топлив.
6. Назначение и устройство системы пуска.
7. Назначение форсунки.
8. Назначение и устройство топливного насоса высокого давления.
9. Назначение и устройство топливного фильтра тонкой очистки топлива.
10. Назначение и устройство отсечного клапана.
11. Назначение и устройство плунжера.
12. Назначение и устройство гильзы.
13. Назначение и устройство муфты опережения впрыска.
14. Назначение и устройство регулятора числа оборотов.

Лабораторная работа № 6 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТОПЛИВА

Цель работы: изучить методику определения технического состояния форсунок дизельных систем питания с механическим распределением топлива и получить навыки выполнения этой процедуры.

Задачи работы:

1. Провести диагностирование форсунок дизельных систем питания с механическим распределением топлива.
2. Определить причины возможных неисправностей по характерным их признакам.
3. Дать техническое заключение.

Техническое оборудование: приборы моделей КП1609А, КИ3333, К261, НЦ 50 «Моторпал»; набор форсунок, инструмента и приспособлений, исправные дизельные двигатели.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Диагностирование дизельных форсунок на работающем двигателе

Исправность форсунок на работающем двигателе определяется анализатором топливной аппаратуры модели К261 (рис. 21), который обеспечивает определение параметров:

- 1) частоты вращения коленчатого вала;
- 2) давления начала и максимального впрыска топлива.

Прибор состоит из корпуса 5 с ручкой 2 и шасси 3, преобразователя давления 11, осветителя 1 и провода сетевого питания 12. На передней панели шасси расположены: измерительный прибор 4, кнопочный переключатель 6 для включения соответствующего измерителя (800 и 3000 мин^{-1} ; 15° и 40° ; 20 , 40 и 60 МПа), кнопочный выключатель измерителя давления 7, кнопочный выключатель сети 9, сигнальная лампа 8 включения сети и ручка регулировки импульса синхронизации 10 для запуска внешних устройств. Осветитель (стробоскоп 1) включает в себя линзу, стробоскопическую лампу, конденсатор, импульсный трансформатор и переменный резистор, регулировочная ось которого выведена наружу.

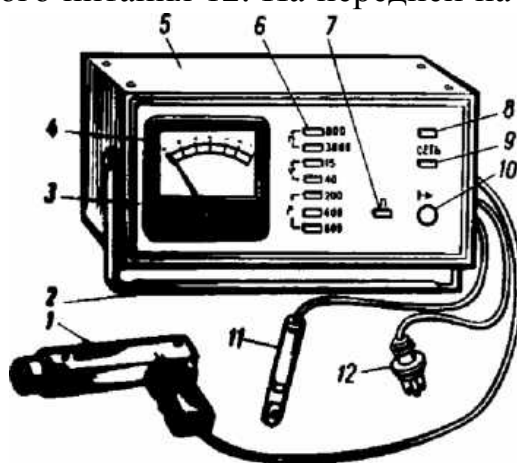


Рис. 21. Анализатор топливной аппаратуры К 261

Порядок работы

- 1) включить вилку 12 в сеть питания (220 В, 50 Гц), а преобразователь давления 11 присоединить к топливопроводу высокого давления;
 - 2) запустить, прогреть двигатель и установить средние обороты;
 - 3) включить кнопочный выключатель 9 «Сеть» и выключатель 7 измерения давления топлива;
 - 4) снять показания измерительного прибора 4 и сравнить с нормативными данными давления впрыска топлива форсунок двигателей.
- Допустимое понижение давления при впрыске топлива может быть 8 МПа (8 кгс/см²).

Диагностирование снятых с двигателя дизельных форсунок

Снятая с двигателя форсунка подвергается испытанию на герметичность, давление впрыска и качество распыливания топлива определяются на специальном приборе модели КП 1609А и подобном ему НЦ 50 «Моторпал» или КИЗ3333 (рис. 22, б).

Прибор КП1609А (рис. 22, а) состоит из корпуса 10, в который вмонтирован плунжерный насос высокого давления с рычагом 11, манометра 6, соединительных элементов 4, 7, 9, бачка для топлива 5, колпака 2, ванны 1, крана подачи топлива 8 к испытываемой форсунке 3.

Аналогичное устройство имеют приборы НЦ50 и КИЗ3333.

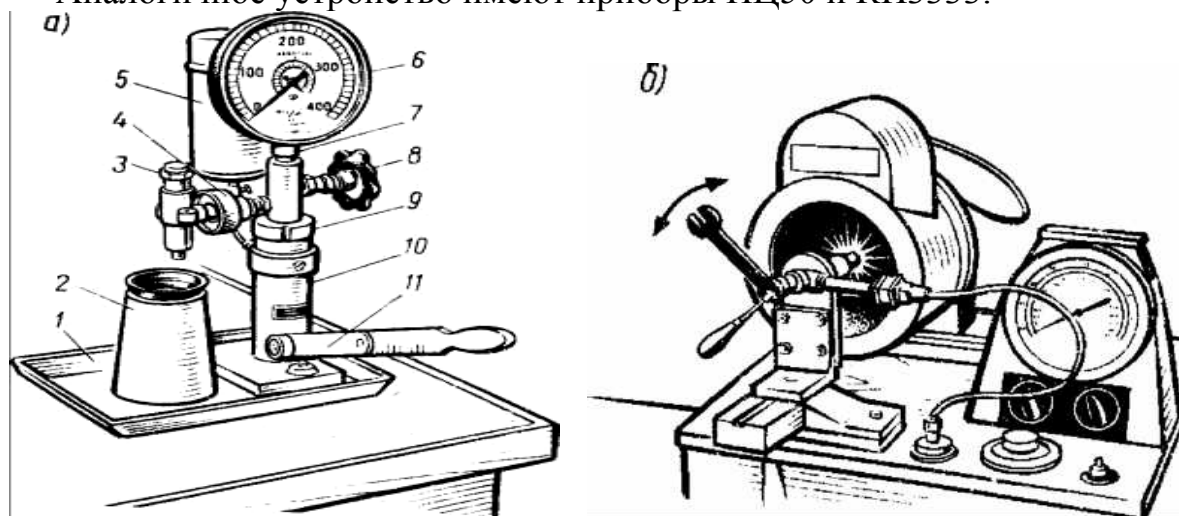


Рис. 22. Приборы для испытания форсунок:
а – КП1609А; б – КИЗ3333

Порядок работы

1. На герметичность форсунки испытывается под давлением 30 МПа (300 кгс/см²), создаваемым насосом прибора при соответствующем положении ее регулировочного винта (ЯМЗ-236 (238), ЗИЛ-645), время выдержки 20-30 с, допустимое падение давления 25 МПа (250 кгс/см²).

Начало подъема иглы распылителя определяется по моменту впрыска топлива, для чего предварительно создается давление топлива в приборе до 20-25 МПа (200-250 кгс/см²), и регулировочным винтом достигается нормативное значение. На форсунках двигателя ЯМЗ-740 регулировка

давления впрыска производится за счет регулировочных шайб 11 и 12 (рис. 23). Изменение их толщины на 0,05 мм приводит к изменению давления начала подъема иглы на 0,30-0,35 МПа (3-3,5 кгс/см²). При этом форсунку необходимо разобрать.

2. Качество распыливания топлива форсункой проверяется при закрытом кране 8, а рычагом 11 производят несколько резких качков (70-80 в 1 мин). Начало и конец впрыска должны быть четкими и сопровождаться резким звуком, а распыл – туманообразным. Угол конуса распыливания определяется по контрольным линиям на защитном колпаке 2.

3. Момент затяжки гайки распылителя 69-78 Н·м и штуцера форсунки 78-98 Н·м определяется динамометрической рукояткой.

Примечание. Перед испытанием форсунки необходимо прочистить отверстия распылителя стальной иглой диаметром 0,3 мм.

Технология выполнения работ

Подготовка форсунки. Очистив от грязи и нагара, ее моют и производят разборку. Перед разборкой регулировочным винтом снимают натяжение пружины. Детали форсунки промывают чистым топливом и проводят осмотр. При осмотре деталей обращают внимание на качество: резьб и сопряженных поверхностей корпуса форсунки и корпуса распылителя; торца иглы распылителя и корпуса форсунки.

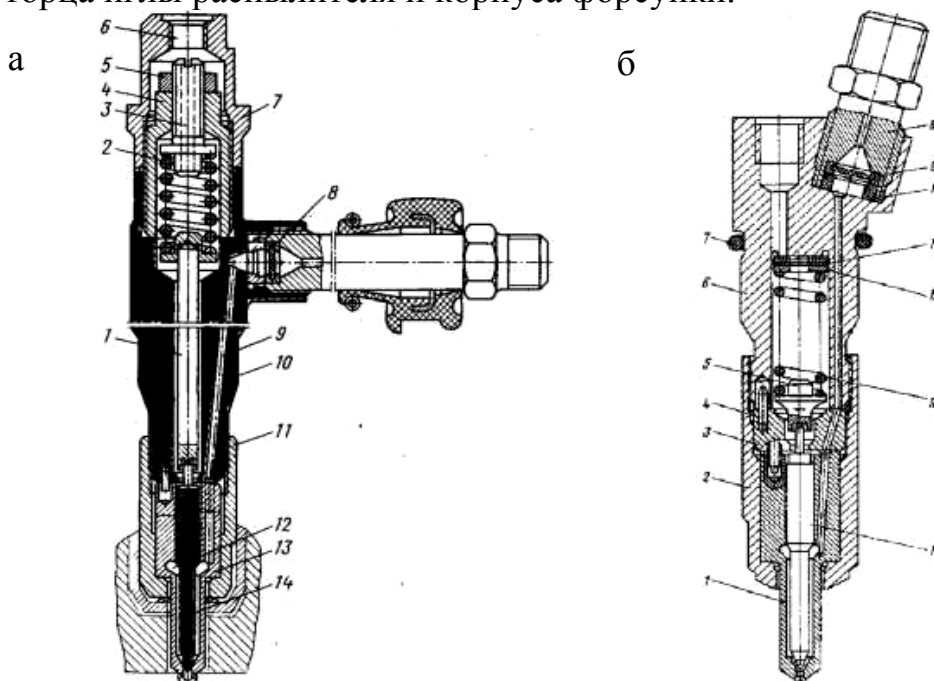


Рис. 23. Устройство форсунок двигателей ЯМЗ-236 (238) (а) и КамАЗ 740 (б):
 а) 1 – нажимной шток, 2 – пружина, 3 – регулировочный болт, 4 – стакан, 5 – контргайка, 6 – сливное отверстие, 7 – колпак, 8 – сетчатый фильтр, 9 – топливные каналы (3 шт.), 10 – корпус, 11 – соединительная гайка, 12 – кольцевая полость, 13 – распылитель, 14 – запорная игла;
 б) 1 – корпус распылителя, 2 – гайка распылителя, 3 – проставка, 4 – установочные штифты, 5 – штанга, 6 – корпус, 7 – уплотнительное кольцо, 8 – штуцер, 9 – фильтр, 10 – уплотнительная втулка, 11, 12 – регулировочные шайбы, 13 – пружина, 14 – игла распылителя

Забоины на сопряженной поверхности корпуса, по возможности, убирают или выбраковывают корпус форсунки. Износ на корпусе форсунки в месте контакта с заплечиком иглы повышает пропускную способность форсунки.

Осматривают запорный конус иглы распылителя. Если имеются забоины, риски или нагар, то распылитель будет не герметичен. Забоины, риски и нагар могут быть устранены притиркой.

Проверяют плавность перемещения иглы распылителя в корпусе распылителя. Иглу и корпус распылителя тщательно промывают и смачивают профильтрованным топливом. Игла, выдвинутая из корпуса распылителя на 1/3 длины ее рабочей части, должна плавно и безостановочно опускаться под действием собственного веса при любом угле поворота вокруг своей оси относительно корпуса распылителя, установленного под углом 45 к горизонту.

При сборке форсунок необходимо подбирать распылители в соответствии с маркой двигателя. Многодырчатые распылители устанавливаются в строго определенном положении, фиксируемом штифтами. Гайки распылителей затягивают с усилием 70-80 Нм, стакан пружины – 100-120 Нм, штуцер – 80-100 Нм, колпак форсунки – 80-100 Нм.

Проверка форсунки

Герметичность форсунки проверяют на приборе КП-1609А (рис. 22, а) опрессовкой и оценивают временем падения давления. Опрессовку проводят на приборе, заправленном профильтрованным дизельным топливом. Перед каждым замером плотности распылителя должен производиться хотя бы один впрыск, при этом подтекание топлива в виде капель и увлажнения на корпусе распылителя не допускается.

Форсунку устанавливают на прибор и, ослабив контргайку, регулировочным винтом устанавливают давление по манометру 30 МПа. Затем секундомером измеряют время падения давления с 28 до 23 МПа. Оно должно быть не менее 5 секунд для работавших форсунок и не менее 15 секунд для новых.

Герметичность по запирающему конусу распылителя проверяют созданием в системе давления топлива на 1-1,5 МПа меньше давления впрыска данной форсункой, при этом в течение 20 секунд на торце корпуса распылителя не должно наблюдаться подтекания топлива, допускается увлажнение носика корпуса распылителя.

Давление начала впрыска проверяют манометром прибора КП-1609А. В случае необходимости производят регулировку давления начала впрыска путем ослабления контргайки и заворачивания или выворачивания регулировочного винта. После окончания регулировки контргайкой стопорят регулировочный винт.

Качество распыливания топлива определяют при впрыске на приборе при рабочем давлении начала впрыска топлива визуально с частотой впрыска 60-70 впрысков в минуту по следующим параметрам: тонкость распыливания; равномерность распыливания; подтек; отсечка.

Т а б л и ц а 1

Алгоритм диагностирования форсунки

№ п/п	Наименование диагностируемого параметра/предельное значение	Показатель диагностируемого параметра	Норма	Соответствует норме	
				Да	Нет
1	Гидроплотность: корпус распылителя – игла/падение давления с 28 до 23 МПа в ед. времени	Время t , с	Не менее 5	Переход к операции 2	Выборка распылителя
2	Герметичность распылителя по запорному конусу иглы при давлении на 1-1,5 МПа меньше давления начала впрыска	Утечка топлива	Не допускается увлажнение носика распылителя	Переход к операции 3	Ремонт форсунки
3	Давление начала впрыска	Давление P , МПа	15,0+0,5	Переход к операции 4	Регулировка форсунки
4	Качество впрыска при частоте впрысков 60-70 впрысков/мин	Тонкость распыливания	Туманообразное без видимых струй и капель	Установка на двигатель	Ремонт форсунки
		Равномерность распыливания	Равномерное распределение капель по сечению струи		
		Утечка топлива	Не допускается перед впрыском и после него		
		Отсечка топлива	Впрыск четкий, с характерным звуком		

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
2. Изучить устройство и принцип работы диагностических приборов.
3. Провести диагностирование и регулировку форсунок.
4. Дать техническое заключение о состоянии форсунок

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание анализатора топливной аппаратуры К-261.
2. Схема и краткое описание прибора для испытания форсунок КП 1609А.
3. Схема и краткое описание прибора для испытания форсунок КИ 3333.
4. Схема и краткое описание систем топливной системы дизеля.

Контрольные вопросы

1. Назначение форсунки.
2. Назначение и устройство иглы распылителя.
3. Назначение и устройство гайки распылителя.
4. Назначение и устройство форсунки ЯМЗ-236.
5. Экологические классы дизельного топлива.
6. Назначение и устройство фильтра тонкой очистки.
7. Назначение и устройство кулачкового вала топливного насоса высокого давления.
8. Назначение и устройство отсечного клапана.
9. Назначение и устройство трубопроводов высокого давления.
10. Назначение и устройство топливного бака.

Лабораторная работа № 7

СДВОЕННЫЕ КАРБЮРАТОРЫ БЕНЗИНОВЫХ ДВС ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучить устройство и размещение на автомобиле сдвоенного карбюратора бензинового ДВС.

Задачи работы:

1. Изучить устройство карбюратора. Состав горючей смеси и его влияние на работу двигателя.
2. Изучить приводы управления системами карбюратора.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На автомобилях грузовых автомобилей применяются сдвоенные карбюраторы (рис. 24). Это вертикальный карбюратор, с падающим потоком смеси, двухкамерный, с диффузорами постоянного сечения, ускорительным насосом, экономайзером и ограничителем частоты вращения двигателя. Камеры работают параллельно и включаются в работу одновременно. Он состоит из корпусов воздушной горловины, смесительных камер и дроссельных заслонок. В корпусе воздушной горловины размещаются воздушная заслонка и поплавков с клапаном; в корпусе смесительных камер – поплачковая камера, обогатительное устройство переходных режимов, малые и большие диффузоры, каналы и жиклеры всех систем. Корпус дроссельных заслонок включает в себя две дроссельные заслонки, ограничитель максимальной частоты вращения, узел регулировки холостого хода и привод дроссельных заслонок.

Главная дозирующая система. Топливо через штуцер подается в сетчатый фильтр 3 (см. рис. 24), игольчатый клапан 2 и далее в поплачковую камеру, где уровень его регулируется поплавком 48 с пружиной 49. При достижении заданного уровня поплавков через лепестковый рычаг закрывает игольчатый клапан. Подача топлива прекращается. При его расходе поплавков опускается и открывает игольчатый клапан. Из поплачковой камеры топливо через жиклеры 47 и 8 поступает в кольцевую канавку 11 малого диффузора 10, где распыляется и, смешиваясь с потоком воздуха, направляется в канал дроссельной заслонки. В жиклере 8 к нему подмешивается воздух, дозируемый жиклером 9. При этом получается эмульсия, улучшающая распыл смеси, дозирование которой относительно общего расхода воздуха осуществляется большим диффузором. Во второй камере происходит идентичный процесс.

Регулирование мощности двигателя осуществляется дроссельными заслонками. Чем меньше открыты заслонки, тем больше разрежение в задроссельном пространстве и во впускном коллекторе, а следовательно, меньше заряд рабочей смеси и мощность двигателя. С увеличением открытия дроссельных заслонок давление во впускном коллекторе увеличивается, что приводит к увеличению мощности двигателя.

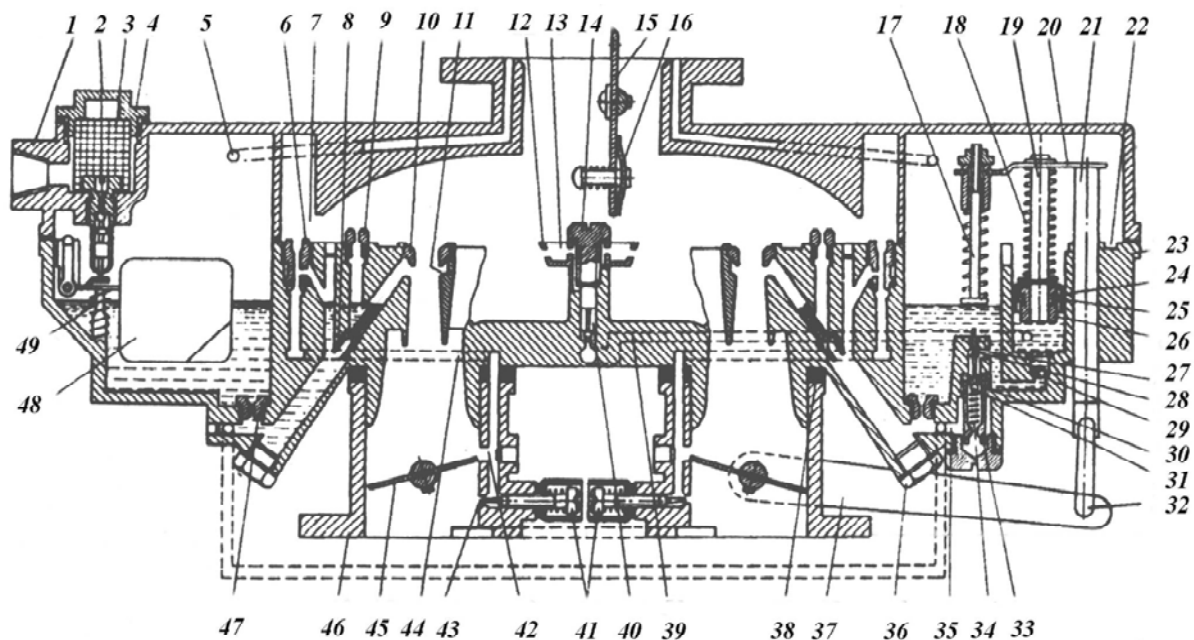


Рис. 24. Карбюратор:

- 1 – корпус воздушной горловины; 2 – игольчатый клапан подачи топлива; 3 – сетчатый фильтр; 4 – пробка фильтра; 5 – канал балансировки поплавковой камеры; 6 – жиклер холостого хода; 7 и 13 – воздушные полости; 8 – жиклер полной мощности; 9 – воздушный жиклер; 10 – малый диффузор; 11 и 22 – кольцевые канавки; 12 – форсунки; 14 – винт; 15 – воздушная заслонка; 16 – автоматический клапан; 17 – толкатель; 18 и 34 – пружины; 19 и 21 – штоки; 20 – планка; 23 – корпус поплавковой камеры; 24 – манжета; 25 – пружина манжеты; 26 – втулка штока; 27 – отверстие; 28 – промежуточный толкатель; 29 и 31 – шариковые клапаны; 30 – седло; 32 – тяга; 33 – клапан экономайзера с механическим приводом; 35, 39 и 44 – топливные каналы; 36 – пробка; 37 – рычаг; 38 – прокладка; 40 – нагнетательный игольчатый клапан; 41 – винты регулировки холостого хода; 42 и 43 – соответственно прямоугольное и круглое отверстия системы холостого хода; 45 – дроссельная заслонка; 46 – корпус смесительных камер; 47 – главный жиклер; 48 – поплавок; 49 – пружина поплавка

Система холостого хода

Карбюратор имеет две самостоятельные системы холостого хода, одинаковые для обеих камер.

При малой частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу разрежение из его впускного коллектора передается через отверстие 43 в канал, в котором установлен топливоздушный жиклер 6 (см. рис. 24). Под действием разрежения топливо из поплавковой камеры через жиклер 47 главной дозирующей системы поступает к жиклеру 6. Далее он смешивается с воздухом, поступающим через верхнюю часть жиклера 6, проходит через винт качества регулировки холостого хода и в виде распыленной струи поступает в канал дроссельной заслонки.

Основная часть воздуха поступает в этот канал через дроссельную заслонку 45, где регулируется винтом количества, расположенным снаружи карбюратора около рычагов привода дроссельных заслонок.

В карбюраторах К-90 и К-96 вместо пробки 36 в обеих камерах устанавливается электромагнитный клапан, отключающий подачу топлива при остановке двигателя и при принудительном холостом ходе от колес автомобиля.

При переходе работы двигателя от холостого хода к режиму движения автомобиля происходит задержка включения в работу главной дозирующей системы, компенсируемая дополнительной подачей топлива через отверстия или прорезь 42. Когда кромка дроссельной заслонки находится значительно выше этого отверстия, разрежение во впускном коллекторе и в задроссельном объеме уменьшается, и поступление топлива из системы холостого хода через отверстия 42 и 43 прекращается.

Система пуска двигателя. При запуске двигателя в холодном состоянии топливо, попадающее в цилиндры, имеет значительно большую вязкость, чем при регулярной работе, что приводит к обеднению смеси. Это дополняется отсутствием разрежения на пусковой частоте вращения коленчатого вала в первоначальный момент вращения стартером. Для исключения указанных недостатков в карбюраторе применена отдельная система пуска, которая включает в себя воздушную заслонку 15 (см. рис. 24) с автоматическим клапаном 16 и тягу, соединяющую воздушную заслонку с отдельным рычагом в приводе дроссельных заслонок.

Чтобы запустить холодный двигатель необходимо закрыть воздушную заслонку 15 тросовым приводом, имеющим ручку в кабине. При этом тягой и рычагом системы пуска дроссельная заслонка приоткрывается. Топливо поступает во впускной коллектор через отверстие 42 из главной дозирующей системы под атмосферным давлением, имеющимся в поплавковой камере. Воздух из атмосферы поступает по каналу 5. После запуска двигателя открывается автоматический клапан 16, обеспечивающий увеличенную подачу воздуха в цилиндры двигателя. При прогреве двигателя необходимо заслонку 15 постепенно, соответственно увеличению частоты вращения коленчатого вала двигателя, ручным приводом вернуть в вертикальное исходное положение.

Ускорительный насос. В карбюраторе испаряется только 30...40 % бензина. Основная его часть оседает на стенках впускного коллектора, где проходит стадию испарения от тепла, передаваемого охлаждающей жидкостью через стенки каналов. Часть топлива, не успевшая испариться, поступает в жидкой фазе в цилиндр.

При закрытии дроссельных заслонок и соответственно увеличении разрежения в коллекторе бензин имеет возможность испаряться со стенок впускных каналов в большей степени, чем при открытых. На стенках остается меньше неиспарившегося топлива. Смесь в первоначальный период будет переобогащена топливом в сравнении со стационарным режимом. При открытии дроссельных заслонок давление во впускном коллекторе увеличивается, и испаряемость бензина со стенок уменьшается.

Часть топлива задерживается во впускной системе и не попадает в цилиндр. Обедненная смесь воспламеняется с пропусками сгорания топлива в цилиндрах. Мощность двигателя уменьшается, и автомобиль не может получить ускоренное движение.

Чтобы компенсировать обеднение смеси, в карбюратор подается дополнительное топливо ускорительным насосом при движении вниз штоков 19 и 21 от рычага 37. При этом закрывается шариковый клапан 29, а топливо по каналу 39, поднимая игольчатый клапан 40, проходит в форсунку 12 и в распыленном виде подается в канал дроссельной заслонки.

При обратном ходе штока насоса-ускорителя клапан 40 закрывается, а клапан 29 открывается, пропуская топливо в объем насоса. Далее цикл повторяется. Между манжетой 24 и цилиндром насоса имеется зазор, поэтому при медленном и малом движении штока насоса-ускорителя бензин не поступает в карбюратор, вытекая в поплавковую камеру. Это может быть при вибрации автомобиля, неустойчивом положении педали и при отсутствии необходимости подачи дополнительного бензина в период медленного изменения положения дроссельных заслонок.

Экономайзер. Максимальная мощность двигателя соответствует увеличению количества топлива в рабочей смеси на 5...10 % больше, чем это необходимо для стехиометрического соотношения с воздухом. Эта мощность необходима при крутых подъемах дорог и при обгоне транспорта.

Увеличение подачи топлива осуществляется экономайзером при полном открытии дроссельных заслонок и больших скоростях движения автомобиля. В этом состоянии привода от педали к карбюратору рычаг 37 находится в крайнем нижнем положении. Толкатель 17 через планку 20 и шток 21 перемещен вниз, что соответствует открытию клапана экономайзера 33 с пружиной 34. Топливо из поплавковой камеры дополнительно поступает в главную дозирующую систему топливного жиклера. При промежуточном положении дроссельных заслонок толкатель 17 поднят вверх, клапан 33 закрыт, и топливо через него в карбюратор не поступает. В период работы экономайзера автомобиль имеет перерасход топлива.

Ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала

Работа двигателя при частоте вращения вала, превышающей номинальную, приводит к увеличению износа его деталей, а также к повышению расхода топлива и масла. Поэтому карбюраторные двигатели часто снабжаются специальным регулятором, ограничивающим максимальную частоту вращения двигателя. В данном случае на автомобиле ЗИЛ устанавливается центробежный ограничитель максимальной частоты (ОМЧ). Он состоит из вакуумного центробежного датчика и исполнительного механизма. Центробежный датчик присоединяется корпусом к фланцу блока по центру распределительного вала, ротор – к распределительному валу. В корпусе датчика 1 (рис. 25) вращается корпус ротора 3 с грузом 14,

который под действием центробежной силы прижимается к корпусу *1* и перекрывает отверстие *B*. В этом случае канал *K* запирается и на диафрагму *20* действует разрежение, имеющееся до и после дроссельной заслонки. Оно определяется жиклерами *15* и *16*. Жиклер *16* имеет большее сечение, чем *15*, поэтому он и определяет величину вакуума. Под действием разрежения диафрагма *20* поднимается вверх, через шток *19* поворачивает вал и закрывает дроссельные заслонки. Частота вращения коленчатого вала двигателя уменьшается. С уменьшением частоты вращения пружина *9* перемещает груз *14* к центру, открывая отверстие *B*. В этом положении воздух с атмосферным давлением поступает из полости воздушного фильтра внутрь корпуса *1* датчика, внутрь корпуса *3* ротора (через отверстие *B*), в канал *K* и в пространство над диафрагмой *20* исполнительного вакуумного механизма карбюратора. Так как отверстие *Ж* соединено с полостью воздушного фильтра, то давление воздуха с обеих сторон диафрагмы становится одинаковым.

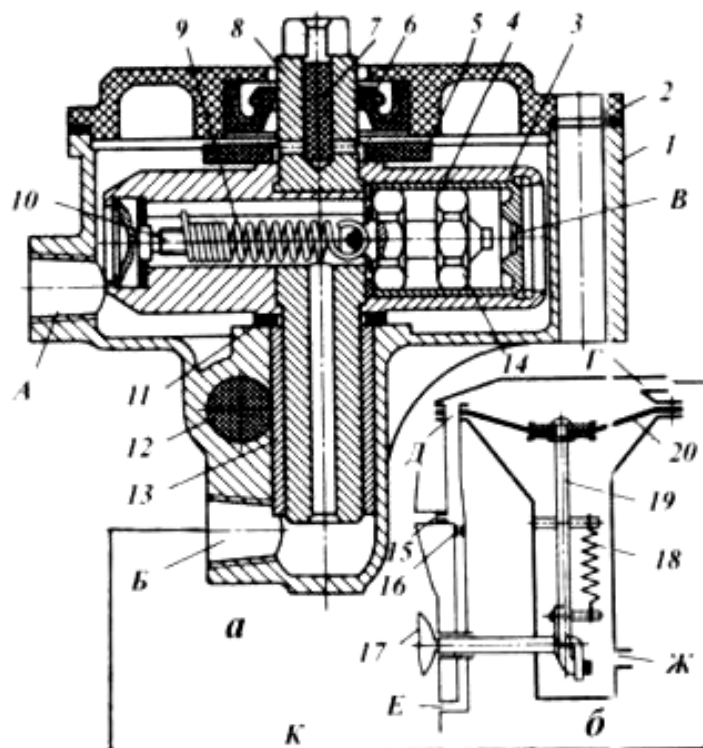


Рис. 25. Ограничитель максимальной частоты вращения коленчатого вала: а – чувствительный элемент; б – исполнительный механизм; 1 – корпус датчика; 2 – крышка датчика; 3 – корпус ротора; 4 – седло клапана; 5 – опорная шайба; 6 – сальник; 7 – фитиль вала ротора; 8 – вал ротора; 9 и 18 – пружины; 10 – регулировочный винт; 11 – шайба ротора; 12 – фитиль втулки; 13 – втулка; 14 – груз датчика; 15 и 16 – воздушные жиклеры; 17 – дроссельная заслонка; 19 – шток диафрагмы; 20 – диафрагма; А и Ж – каналы подвода воздуха из воздушной камеры карбюратора; Б и Г – каналы датчиков; В – отверстие; Д и Е – каналы, сообщающие полость под диафрагмой с пространством соответственно перед дроссельной заслонкой и после нее; К – канал подвода воздуха от датчика к вакуумному исполнительному механизму

Под действием пружины 18 шток 19 перемещается вниз. Жиклеры 15 и 16 имеют малое сечение, поэтому утечка атмосферного воздуха незначительна. Для создания разрежения в исполнительном механизме используется разрежение в диффузоре карбюратора и в смесительной камере. Разрежение в диффузоре велико при полной и близкой к ней нагрузках, а в пространстве за дроссельной заслонкой оно мало при полной нагрузке и велико при частичных. Чтобы получить разрежение на максимальных частотах вращения коленчатого вала при любых нагрузках, эти две полости соединены жиклерами 15 и 16.

Разборка и сборка карбюратора К-88 АТ

1. Отвернуть винты крепления воздушной горловины и гайку крепления рычагов управления карбюратором.

2. Снять рычаги, тягу соединения воздушной заслонки 15 (см. рис. 24) с осью дроссельной заслонки и отсоединить воздушную горловину 1.

3. Отвернуть пробку 4, вынуть сетчатый фильтр 3 и вывернуть игольчатый клапан 2.

4. Отвернуть гайку и снять рычаги, пружину привода воздушной заслонки, поплавков 48, прокладку и пружину.

5. Перевернуть карбюратор нижней плоскостью вверх и, отвернув четыре болта, разъединить корпус дроссельных заслонок от корпуса камер.

6. Снять крышку привода исполнительного вакуумного механизма ОМЧ.

7. Отсоединить рычаг привода и пружину. Снять крышку диафрагмы, диафрагму с тягой и пружину. Отвернуть винты качества 41 и винт количества холостого хода.

8. Отсоединить серьгу и вынуть комплект штоков с планкой и пружиной насоса ускорителя.

9. Отвернуть пробки поплавковой камеры и вынуть клапан экономайзера.

10. Вывернуть винт уровня топлива в поплавковой камере, топливные и воздушные жиклеры главной дозирующей системы и системы холостого хода.

11. Вынуть клапан 40. Снять прокладку уплотнения верхней плоскости.

12. Для разборки центробежного датчика отвернуть болты крепления его к фланцу блока в месте установки распределительного вала и снять датчик в сборе.

13. Отсоединить крышку датчика и вынуть корпус ротора в сборе.

14. Отсоединить пружину, снять стопорное кольцо и вынуть центробежный груз вместе с седлом клапана 4 (см. рис. 25).

Сборку карбюратора вести в обратной последовательности. Перед сборкой необходимо вымыть и продуть воздухом все детали, проверить, нет ли касания поплавка со стенками поплавковой камеры. Чтобы не

перепутать местами жиклеры первичной и вторичной камер, обратить внимание на маркировку жиклеров.

Изучить методику, обратив особое внимание на следующее:

- общие сведения о карбюраторах;
- устройство и работу сдвоенных карбюраторов грузовых автомобилей;
- перечень, назначение, устройство и работу систем карбюратора.

2. Разобрать карбюратор и в отдельности каждую его систему, рассмотрев устройство и их работу; собрать карбюратор.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание систем главной дозирующей системы.
2. Схема и краткое описание системы эконостата.
3. Схема и краткое описание системы ускорительного насоса.
4. Схема и краткое описание систем вторичной камеры.

Контрольные вопросы

1. Назначение карбюратора.
2. Назначение и устройство ускорительного насоса.
3. Назначение и устройство привода дроссельных заслонок.
4. Назначение и устройство обогатительного устройства максимальной мощности (эконостата).
5. Экологические классы бензинов.
6. Назначение и устройство системы пуска.
7. Назначение и устройство системы холостого хода.
8. Назначение и устройство клапана разбалансировки поплавковой камеры.
9. Назначение и устройство поплавковой камеры.
10. Назначение и устройство топливных и воздушных жиклеров.
11. Назначение и устройство приводов воздушной и дроссельной заслонок.

Лабораторная работа №8 СИСТЕМА ПИТАНИЯ ТОПЛИВОМ ДИЗЕЛЯ. РАЗБОРКА И СБОРКА ФОРСУНОК

Цель работы: изучить устройство и размещение на автомобиле элементов системы питания топливом дизеля и устройство форсунок.

Задачи работы:

1. Изучить систему питания топливом дизельного двигателя.
2. Изучить устройство форсунок дизельного двигателя.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Система питания топливом предназначена для подачи топлива под большим давлением в камеры сгорания цилиндров в определенные моменты времени (характеризуемые углом опережения подачи топлива) и в определенном количестве в зависимости от нагрузки двигателя и положения педали.

Состав:

- топливные баки;
- дизельное топливо;
- ручной подкачивающий насос;
- фильтр грубой очистки (ФГО);
- топливный насос низкого давления (ТННД);
- фильтр тонкой очистки (ФТО);
- топливный насос высокого давления (ТНВД);
- форсунки;
- манометр;
- трубопроводы низкого давления;
- трубопроводы высокого давления;
- сливные трубопроводы.

Топливные баки - для хранения топлива.

Ручной подкачивающий насос – для удаления воздуха и заполнения топливом магистралей, фильтров, насосов после длительной стоянки автомобиля.

Фильтр грубой очистки – для предварительной очистки топлива. Состоит из корпуса и фильтрующего элемента, представляющего металлический каркас с отверстиями, на который навит хлопчатобумажный шнур.

Топливный насос низкого давления – для подачи топлива из топливного бака к насосу высокого давления.

ТННД приводится в действие от эксцентрика кулачкового вала топливного насоса высокого давления.

Состав:

- поршень с пружиной;
- впускной и выпускной клапаны;
- толкатель с роликом.

Эксцентрик кулачкового вала ТНВД перемещает толкатель с роликом вверх, тем самым перемещает поршень вверх. Под действием давления топлива в полости над поршнем впускной клапан закрывается, а выпускной открывает и топливо перетекает в полость под поршнем.

Когда эксцентрик сходит с ролика, толкатель и поршень под действием пружины перемещаются в исходное положение. Над поршнем создается разрежение, и впускной клапан открывается, закачивая новую порцию топлива, а выпускной закрывается. В это время под поршнем – повышенное давление, под действием которого топливо поступает к фильтру тонкой очистки.

Фильтр тонкой очистки – для окончательной очистки топлива перед поступлением его в топливный насос высокого давления.

Состоит из корпуса и фильтрующего элемента. Сменный фильтрующий элемент состоит из стального каркаса с отверстиями. Каркас обмотан слоем ткани из ситца, поверх которой располагается слой фильтрующей массы из древесной муки, пропитанной специальным связывающим веществом. Наружная поверхность фильтрующего элемента обмотана марлевой лентой.

На входе в фильтр имеется жиклер, через который избыток топлива отводится по сливному трубопроводу в баки, минуя фильтрующий элемент, что предотвращает излишнее загрязнение фильтра и способствует непрерывной циркуляции топлива в магистрали низкого давления; последнее исключает попадание воздуха в систему высокого давления.

Форсунка – для впрыскивания и распыления топлива, а также для распределения его частиц по объему камеры сгорания.

Состав:

- корпус;
- распылитель с 4 отверстиями;
- игла;
- пружина (15 МПа).

Для того чтобы топливо сгорело в цилиндре полностью и за короткий промежуток времени (0,002...0,003 с), необходимый для получения высокого коэффициента полезного действия двигателя, к форсункам предъявляются следующие требования:

– тонкость распыления топлива – получение диаметра капель не более 0,005...0,020 мм;

– однородность распыления топлива – получение капель наиболее близкого диаметра;

– оптимальность длины топливного факела, характерная для отработанного процесса сгорания конкретного дизеля;

– равномерность распределения топлива по камере сгорания;

– четкость начала и конца подачи топлива;

– длительность моторесурса.

При доводке процесса сгорания параметры работы форсунки на 50 % определяют качество процесса сгорания и соответственно эксплуатационный расход топлива.

Незначительное повреждение деталей, поверхностей трения форсунки и посадочного места иглы распылителя приводит к резкому снижению мощности дизеля и увеличению расхода топлива транспортным средством.

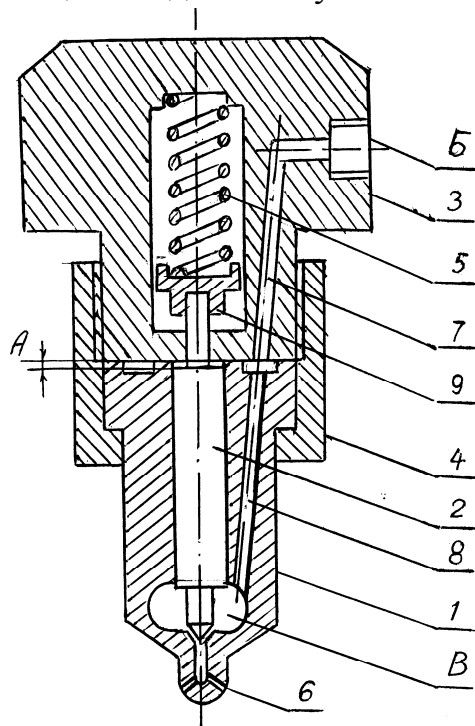


Рис. 26. Схема простейшей форсунки:

- 1 – корпус распылителя; 2 – игла распылителя; 3 – корпус форсунки; 4 – гайка крепления распылителя; 5 – пружина; 6 – сопловое отверстие; 7 и 8 – каналы подвода топлива к игле распылителя; 9 – тарелка пружины; А – зазор у верхнего торца иглы; Б – отверстие подвода топлива к форсунке; В – объем стабилизации движения потока топлива

На рис. 26 приведена схема упрощенной форсунки. Топливо под давлением подается от топливного насоса высокого давления (ТНВД) в объем *В* распылителя *1* через отверстие *Б* по каналам *7* и *8*. Под воздействием давления топлива и вследствие разницы площадей посадочного места и стержня иглы *2* появляется сила, преодолевающая усилие пружины *5* и инерцию подвижной системы; игла поднимается на величину зазора *А* (0,1...0,3 мм). В образовавшийся зазор между иглой *2* и корпусом распылителя *1* топливо впрыскивается через отверстия *б* в камеру сгорания в виде распыленной струи. После прекращения подачи его в форсунку давление в каналах уменьшается, и игла распылителя под усилием пружины *5* прижимается к посадочному месту корпуса *1*.

Так как пружина опускает иглу с заданным усилием, то распылитель закрывается раньше, чем полностью упадет давление в подводящих каналах. В топливной системе высокого давления остается избыточное давление топлива в пределах 5...10 МПа. Это позволяет исключить разрывы движущейся струи

топлива в каналах системы топливоподачи.

Разность усилий от пружины и остаточного давления топлива должна быть больше, чем усилие действия на иглу максимального давления газов в цилиндре в период сгорания топлива.

При движении топлива по трубкам высокого давления и каналам от ТНВД до распылителя часть давления его теряется (15...20 МПа). Это приводит к увеличению нагрузок на детали топливного насоса и к уменьшению давления в распылителе. Уменьшение давления, в свою

очередь, увеличивает длительность процесса подачи топлива в цилиндры; процесс сгорания растягивается по времени, снижая коэффициент полезного действия двигателя.

Форсунка дизеля

На рис. 27 показана форсунка, надежная и простая конструкция которой получила наибольшее распространение. Топливо к игле форсунки поступает от ТНВД по трубке 2 и каналу 17. Распыление топлива осуществляется в сопловых отверстиях корпуса распылителя 15. Усилие от пружины 9 к игле 14 распылителя передается через штангу 11. Винтом 7 регулируется давление топлива, при котором игла 14 отрывается от места посадки в корпусе распылителя 15. Обычно оно составляет 15...25 МПа. Контргайка 6 стопорит винт 7.

Слив топлива, просочившегося между иглой и корпусом распылителя, осуществляется через сливную трубку 4 в расходный бак.

Насос-форсунка

Для исключения вредного влияния трассы топливоподдачи применяются насос-форсунки, в которых форсунка и топливный насос высокого давления совмещены в одном корпусе (рис. 28).

К преимуществам применяемых в практике насос-форсунок относятся компактность, малый вес и стоимость.

Усилие от рычага, приводимого в движение отдельным кулаком распределительного вала, передается толкателю 1. При перемещении его вверх под действием пружины 2 двигается и плунжер 3, совершая ход всасывания. Топливо поступает из топливоподводящей магистрали через штуцер 4, канал 5 и отверстие 6. При частичном перемещении толкателя 1 и соответственно

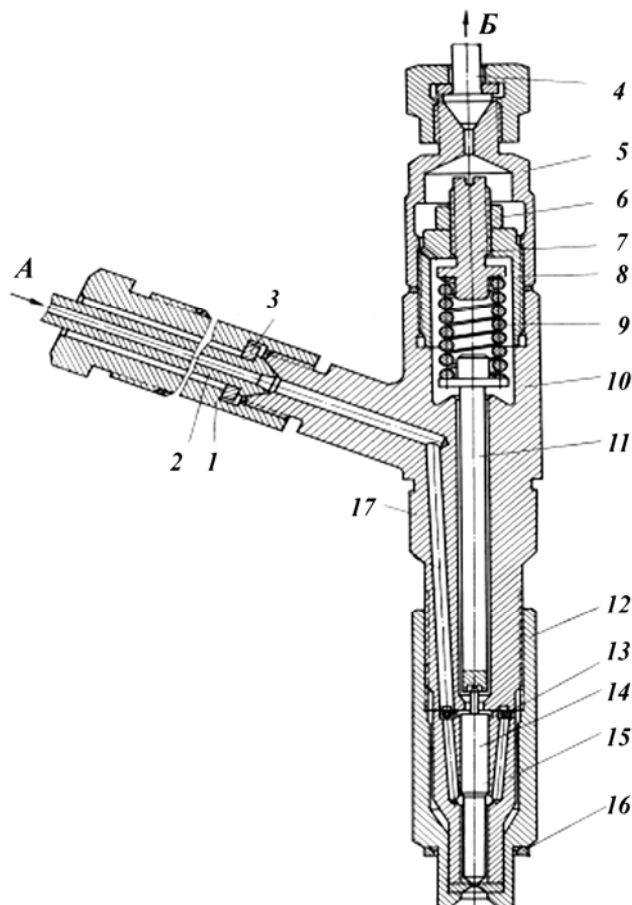


Рис. 27. Форсунка дизеля:

- 1 – накидная гайка; 2 – трубка высокого давления; 3 – кольцо; 4 – трубка слива топлива; 5 – гайка-колпак; 6 – контргайка; 7 – регулировочный винт; 8 – колпак пружины; 9 – пружина; 10 – корпус; 11 – штанга; 12 – гайка распылителя; 13 – фильтр; 14 – игла распылителя; 15 – корпус распылителя; 16 – уплотнительное кольцо; 17 – канал подачи топлива к распылителю

плунжера 3 отверстие 6 перекрывается, и выполняется процесс нагнетания топлива в форсунку.

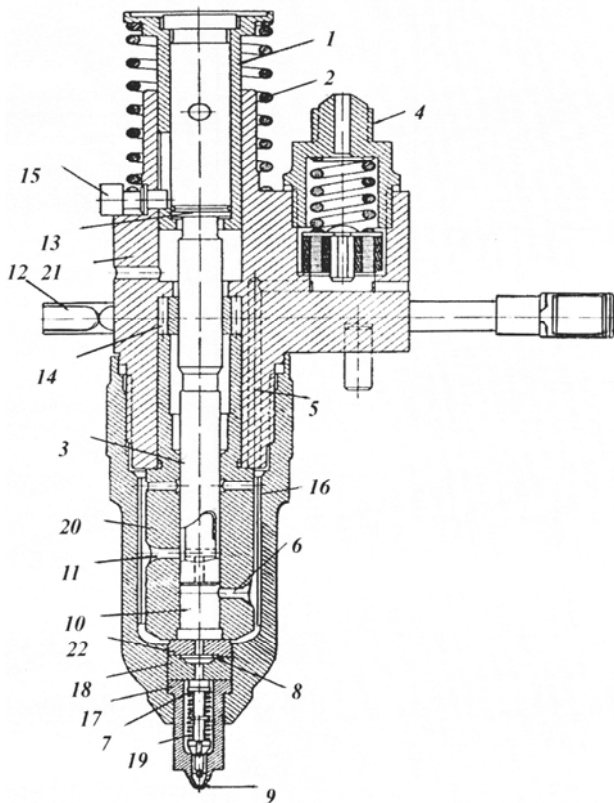


Рис. 28. Насос-форсунка дизеля:

- 1 – толкатель; 2 – пружина толкателя;
- 3 – плунжер топливного насоса высокого давления; 4 – штуцер подвода топлива к форсунке; 5 – канал подвода топлива к распылителю; 6 – впускное отверстие;
- 7 – пластинчатый подпружиненный клапан форсунки; 8 – свободный клапан форсунки; 9 – сопло распылителя;
- 10 – объём над плунжером; 11 – отсечное отверстие; 12 – рейка цикловой подачи топлива; 13 – пята плунжера;
- 14 – зубчатая втулка; 15 – ограничитель разворота плунжера; 16 – корпус форсунки; 17 – корпус распылителя;
- 18 – нижняя проставка распылителя; 19 – пружина клапана распылителя;
- 20 – втулка плунжера топливного насоса;
- 21 – топливный насос;
- 22 – верхняя проставка

контргайку 6, винт 7, колпак пружины 8 и вынуть штангу 11.

4. Отвернуть гайку распылителя 12 и вынуть распылитель.

Сборка форсунки выполняется в обратной последовательности. Перед сборкой все детали промыть дизельным топливом. К прецизионным поверхностям распылителя после промывки руками и ветошью прикасаться нельзя. Винт 7 должен быть вывернут до конца.

Форсунка выполнена по клапанно-сопловой схеме с подпружиненным 7 и свободным пластинчатым 8 клапанами. Топливо из надплунжерного объема 10 в сопло 9 вначале поступает через клапан 8, а затем – через клапан 7. В сопловых отверстиях происходит дросселирование давления, что приводит к его распылению на мелкие капли.

В конце хода плунжера, после подачи требуемой порции топлива, открывается отверстие 11, куда сбрасывается его излишек.

Регулирование цикловой подачи топлива осуществляется, приводимой от регулятора частоты вращения коленчатого вала, рейкой 12 через зубчатую втулку 14, которая жестко связана с нижней частью плунжера 3. При перемещении рейки плунжер поворачивается, изменяя положение скошенной отсечной кромки относительно окна 11. Это приводит к корректировке величины цикловой подачи топлива.

Разборка и сборка форсунки дизеля

1. Отвернуть гайку 1 (см. рис. 26) и снять трубку высокого давления.

2. Отвернуть накидную гайку и снять трубку 4 слива топлива.

3. Отвернуть гайку-колпак 5,

Разборка и сборка насос-форсунки

1. Вывернуть ограничитель 15 (см. рис. 28) разворота толкателя.
2. Вынуть толкатель 1 вместе с плунжером 3, снять пружину 2 и отсоединить плунжер.
3. Вывернуть штуцер 4 подвода топлива к ТНВД от топливоподкачивающего насоса.
4. Отвернуть корпус форсунки 16 и вынуть распылитель с проставками 18 и 22.
5. Отсоединить корпус распылителя 17 от проставки 18, вынуть клапаны 7, 8 и пружину 19.
6. Вынуть втулку 20 плунжера и зубчатую рейку 14 из корпуса топливного насоса 21.
7. Отвернуть ограничитель и вынуть из корпуса 21 насоса рейку 12.

Сборка насос-форсунки осуществляется в обратной последовательности. Перед сборкой детали промыть в дизельном топливе. Касаться руками или ветошью прецизионных поверхностей плунжера 3 и распылителя 17 запрещается во избежание попадания грязи с последующим повреждением деталей. Плунжер вставляется во втулку вертикально под собственным весом.

Задание на выполнение лабораторной работы

1. Изучить методику, обратив особое внимание на следующее:
 - общие сведения о форсунках, включающие принцип работы, назначение и требования, предъявляемые к ним;
 - устройство и работу форсунки дизеля;
 - устройство и работу насос-форсунки;
 - разборку и сборку форсунки дизеля и насос-форсунки.
2. Разобрать и собрать форсунку дизеля.
3. Разобрать и собрать насос-форсунку.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание системы питания топливом дизеля.
2. Схема и краткое описание топливных форсунок.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство ручного подкачивающего насоса.
2. Назначение и устройство топливных форсунок.
3. Назначение и устройство топливных баков.
4. Назначение и устройство фильтра грубой очистки.
5. Назначение топливного насоса низкого давления.
6. Назначение топливного насоса высокого давления.
7. Назначение и устройство фильтра тонкой очистки.
8. Назначение и устройство муфты опережения впрыска.
9. Назначение и устройство регулятора давления.
10. Назначение и устройство привода педали подачи топлива.

Лабораторная работа №9

УСТРОЙСТВО ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: изучить устройство и размещение на автомобиле топливных насосов системы питания топливом дизеля.

Задачи работы:

1. Изучить устройство топливных насосов высокого давления (ТНВД).
2. Изучить устройство топливных насосов низкого давления (ТННД).
3. Изучить устройство ручного топливного насоса (РТН).

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Топливные насосы высокого давления (ТНВД) предназначены для подачи топлива через форсунки в цилиндры дизеля под давлением 80...150 МПа и его дозировки соответствующей задаваемой мощности. Минимальная подача топлива соответствует частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя, максимальная – на номинальном режиме (полная мощность и частота вращения коленчатого вала). От качества работы ТНВД во многом зависит расход топлива дизелем. Чем меньше период времени подачи топлива через форсунку, тем лучше распыл его в цилиндре и процесс сгорания. Чем равномернее подача топлива по цилиндрам, тем устойчивее частота вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя и большая мощность на номинальном режиме.

Циклы всасывания и нагнетания топлива происходят при возвратно-поступательном движении плунжера 13 (рис. 29) во втулке (гильзе) 14. Кулачковый вал 1 насоса приводится во вращение от коленчатого вала дизеля с помощью распределительных шестерен. Выступающая часть кулачка, набегающая на ролик 20, перемещает толкатель 19 вверх. Вместе с толкателем через регулировочный болт 17 поднимается плунжер 13. Когда выступающая часть кулачка выйдет из-под ролика, плунжер и толкатель под действием сжатой пружины 15 опустятся и займут первоначальное положение. При движении плунжера вверх происходит ход нагнетания топлива, при движении вниз – ход всасывания.

В гильзе 14 сделаны два отверстия: впускное 10 и перепускное 5. Впускное отверстие расположено несколько выше перепускного. Гильзы насосных секций установлены в одной общей головке 3. Впускные отверстия каждой гильзы соединены с каналом 11, а перепускные – с каналом 4. Верхнее отверстие гильзы закрывается нагнетательным клапаном 8, установленным в седле 9. Седло прижимается к гильзе штуцером 7, ввернутым в головку, а нагнетательный клапан – пружиной 6, вставленной в штуцер.

При движении плунжера вниз топливо в надплунжерный объем поступает через впускное отверстие 10 (см. рис. 29,в) и канала 11 (см. рис. 29,а).

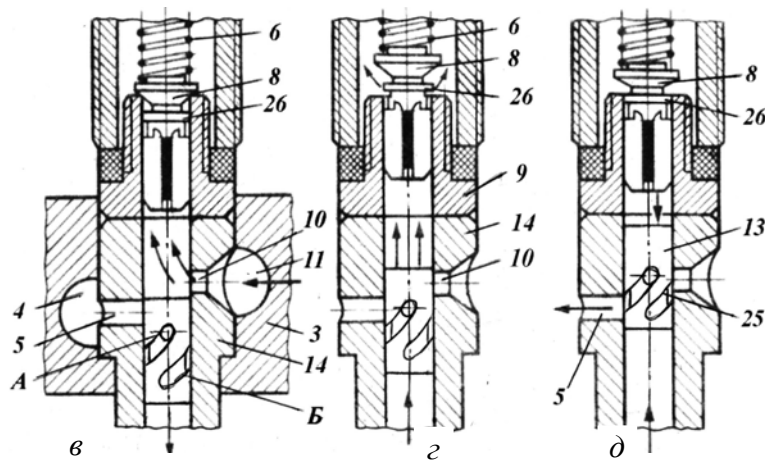
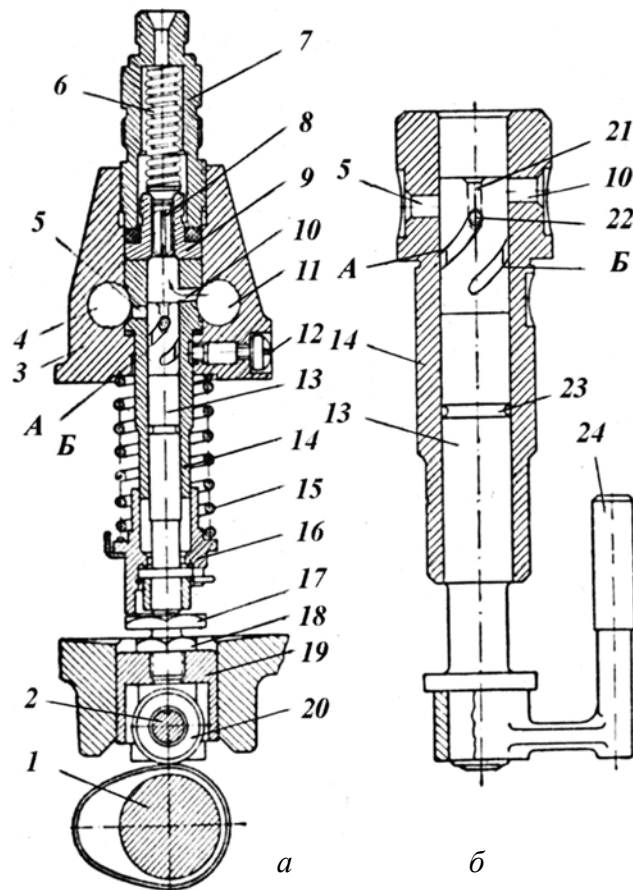


Рис. 29. Устройство и работа секции топливного насоса:
 а – секция топливного насоса; б – пара плунжер-гильза;

в – впуск; г – нагнетание; д – перепуск;

- 1 – кулачковый вал; 2 – ось ролика; 3 – головка; 4 и 11 – каналы; 5 – перепускное отверстие; 6 и 15 – пружины; 7 – штуцер; 8 – клапан; 9 – седло клапана; 10 – впускное отверстие; 12 – установочный винт; 13 – плунжер; 14 – втулка; 16 – тарелка плунжера; 17 – регулировочный болт; 18 – контргайка; 19 – толкатель; 20 – ролик толкателя; 21 – центральное отверстие; 22 – диаметральный канал; 24 – поводок; 25 – отсечная кромка; 26 – цилиндрический поясок нагнетательного клапана; А и Б – винтовые канавки

При движении плунжера вверх топливо в начальный период вытесняется из гильзы через впускное отверстие обратно в канал 11. Активный

ход плунжера начинается при перекрытии впускного отверстия. Когда давление превысит противодействие топлива, находящегося в топливном трубопроводе, и пружины *б*, клапан *8* откроется (см. рис. 29,*е*), топливо поступит в топливопровод и далее через форсунку в цилиндр дизеля. При дальнейшем движении плунжера отсечная кромка канавки *А* (см. рис. 29,*б*) откроет перепускное отверстие *5*. Вследствие большого давления в надплунжерной полости топливо через центральное отверстие *21* и винтовую канавку *А* плунжера начнет перетекать по перепускному отверстию *5* в канал *4* (см. рис. 29,*а*) головки. Подача топлива через форсунку прекратится. В результате резкого уменьшения давления над плунжером пружина *б* (см. рис. 29,*д*) прижмет нагнетательный клапан к седлу *9*, и клапан разъединит надплунжерное пространство гильзы и топливопровод.

При опускании нагнетательного клапана вначале в седло входит цилиндрический пояс, называемый разгрузочным. Когда клапан опустится на седло, в топливопроводе высокого давления освободится объем, который занимали клапан и его пояс *26*. В результате давление топлива в топливопроводе высокого давления резко снизится (до 30...50 МПа), и форсунка мгновенно прекратит подачу топлива в цилиндр дизеля.

Дальнейшее движение плунжера вверх происходит без подачи топлива, так как оно перетекает через вертикальное и диагональное отверстия в плунжере и перепускное отверстие *5* (см. рис. 29,*а*) в канал *4* головки. Когда кулачок *1* выходит из-под ролика, плунжер под действием пружины *15* опускается, открывая впускное отверстие *10*. Далее процесс повторяется.

Винтовая канавка *Б* симметрична и противоположна канавке *А*. Они соединены диаметрально каналом *22*. Наличие двух канавок выравнивает боковое давление на плунжер, в результате чего уменьшается износ плунжерной пары.

Мощность дизеля регулируют, увеличивая или уменьшая количество топлива, подаваемого в его цилиндры. Для этого изменяют активный геометрический ход плунжера *13*, поворачивая его за поводок. При повороте плунжера (см. рис. 29,*з*) против часовой стрелки (если смотреть сверху) подача топлива увеличивается, а при повороте по часовой стрелке – уменьшается. Таким образом, поворачивая плунжер вокруг его оси, регулируют количество подаваемого в цилиндр топлива и мощность дизеля. При этом общий ход плунжера и момент начала подачи топлива остаются постоянными, а момент окончания подачи меняется в зависимости от положения отсечной кромки плунжера относительно перепускного отверстия.

При увеличении давления топливо сжимается, а топливопроводы увеличиваются по диаметру и соответственно по объему, что задерживает начало подачи топлива. Кроме того, перед началом сгорания существует период задержки воспламенения. В связи с этим, оптимальный угол подачи топлива соответствует 20...25° поворота коленчатого вала при ходе

поршня до верхней мертвой точки. В паспорте ТНВД для каждой модели дизеля указывается наиболее благоприятное значение угла подачи топлива.

Продольный и поперечный разрезы топливного насоса высокого давления приведены на рис. 30. Принятый для рассмотрения топливный насос высокого давления имеет четыре одинаковые секции, что соответствует четырем цилиндрам дизеля. Диаметр плунжера 8,5 мм, ход – 10 мм.

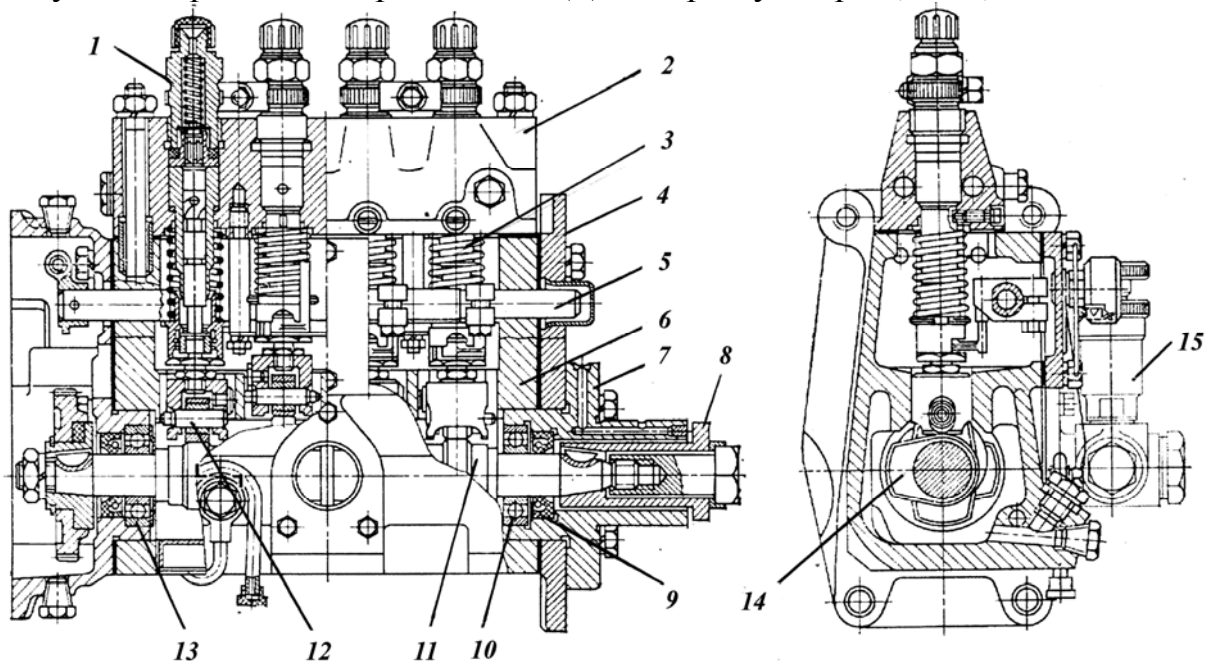


Рис. 30. Топливный насос высокого давления:

- 1 – нагнетательный клапан; 2 – головка ТНВД; 3 – возвратная пружина;
- 4 – плита крепления ТНВД; 5 – рейка; 6 – корпус насоса; 7 – фланец;
- 8 – шлицевая втулка; 9 – манжета; 10 и 13 – подшипники; 11 – кулачковый вал;
- 12 – роликовый толкатель; 14 – кулачок; 15 – подкачивающий насос

Корпус 6 насоса представляет собой коробчатую отливку из алюминиевого сплава, в которой устанавливаются все узлы и детали. Внутри корпус разделен горизонтальной перегородкой на верхнюю и нижнюю полости. В верхней полости размещаются выступающие из чугунной головки части плунжерных пар и механизм изменения количества подаваемого топлива. В четырех вертикальных отверстиях горизонтальной перегородки установлены толкатели 12. К передней стенке корпуса привернута плита 4 для его крепления к блоку дизеля и фланец с подшипником 13. К задней стенке корпуса присоединяется всережимный регулятор частоты вращения коленчатого вала дизеля.

В нижней части корпуса расположен кулачковый вал 11, вращающийся в шарикоподшипниках 10 и 13. Четыре одинаковых кулачка 14 вала тангенциального профиля расположены согласно порядку работы цилиндров, под углом 90° друг к другу. Пятый кулачок (эксцентрик) приводит в действие топливоподкачивающий насос 15.

Для исключения утечки масла из топливного насоса по обоим концам вала установлены резиновые манжеты.

Устройство головки ТНВД показано на рис. 31. Гильза 3 устанавливается в вертикальное отверстие головки 20. Каждую гильзу закрепляют в головке в определенном положении с помощью установочных винтов 10, входящих в канавку на наружной поверхности гильзы. Для уплотнения под опорный буртик гильзы устанавливается медная прокладка 4.

Чтобы удерживать плунжер 2 и пружину 1 в собранном положении при установке головки на корпус и снятии ее с корпуса, тарелки пружин стопорятся снизу общей планкой 14, прикрепленной шпильками 24 и гайками 25 к корпусу насоса.

Для обеспечения герметичности нагнетательный клапан 7 и седло 5 притираются друг к другу с применением пасты. Между фланцем седла 5 и нижним торцом штуцера 9 для уплотнения устанавливается капроновая или медная прокладка 6. На верхнюю часть штуцера 9 навертывается накидная гайка крепления топливопровода высокого давления, идущего к форсунке. От самоотворачивания каждая пара штуцеров удерживается двумя планками 19 зажима, стянутыми винтом 18.

В головке сделаны два продольных канала 11 и 12, связанные между собой поперечным каналом. Топливо из фильтра тонкой очистки поступает по топливопроводу и полуму болту в канал 11.

Для работы дизеля требуется только часть подаваемого топливоподкачивающим насосом топлива. Для удаления излишков топлива в канале 12 головки установлен шариковый перепускной клапан 21, который при давлении топлива 0,07...0,09 МПа открывается и перепускает избыток его по топливопроводу 23 обратно в топливоподкачивающий насос. Перепускной клапан 21 дает возможность постоянно поддерживать в топливоподводящем 11 и в топливоотводящем 12 каналах низкое давление. Клапан установлен в стальной втулке (гнездо) 22, ввернутой в головку 20.

Толкатель (рис. 32) состоит из корпуса 4, оси 2, ролика 1, втулки 8, регулировочного болта 5 с контргайкой 6 и фиксатора 7.

Топливный насос низкого давления. Топливоподкачивающий насос поршневого типа (см. рис. 33) служит для подачи топлива с давлением 0,1...0,2 МПа от расходного бака к топливному насосу высокого давления. На рис. 2 показано крепление его к корпусу 6 ТНВД. Приводится он в движение эксцентриком, изготовленным заодно с кулачковым валом.

При вращении эксцентрика 14 (рис. 33) кулачкового вала поршень 11 получает возвратно-поступательное движение в корпусе 1. Всасывание топлива происходит через клапан 7, подача к ТНВД – через клапан 2. Роликовый толкатель 8 постоянно прижат к эксцентрику 14 пружинной 9. Постоянный контакт поршня с толкателем 8 обеспечивается пружинной 12.

Прокачка топливной системы перед пуском двигателя производится ручным насосом. Для этого необходимо отвернуть головку 3 и придать возвратно-поступательное движение поршню 5. При всасывании топливо

проходит из бака через клапан 7 и запорный шарик 6 в полость под поршнем.

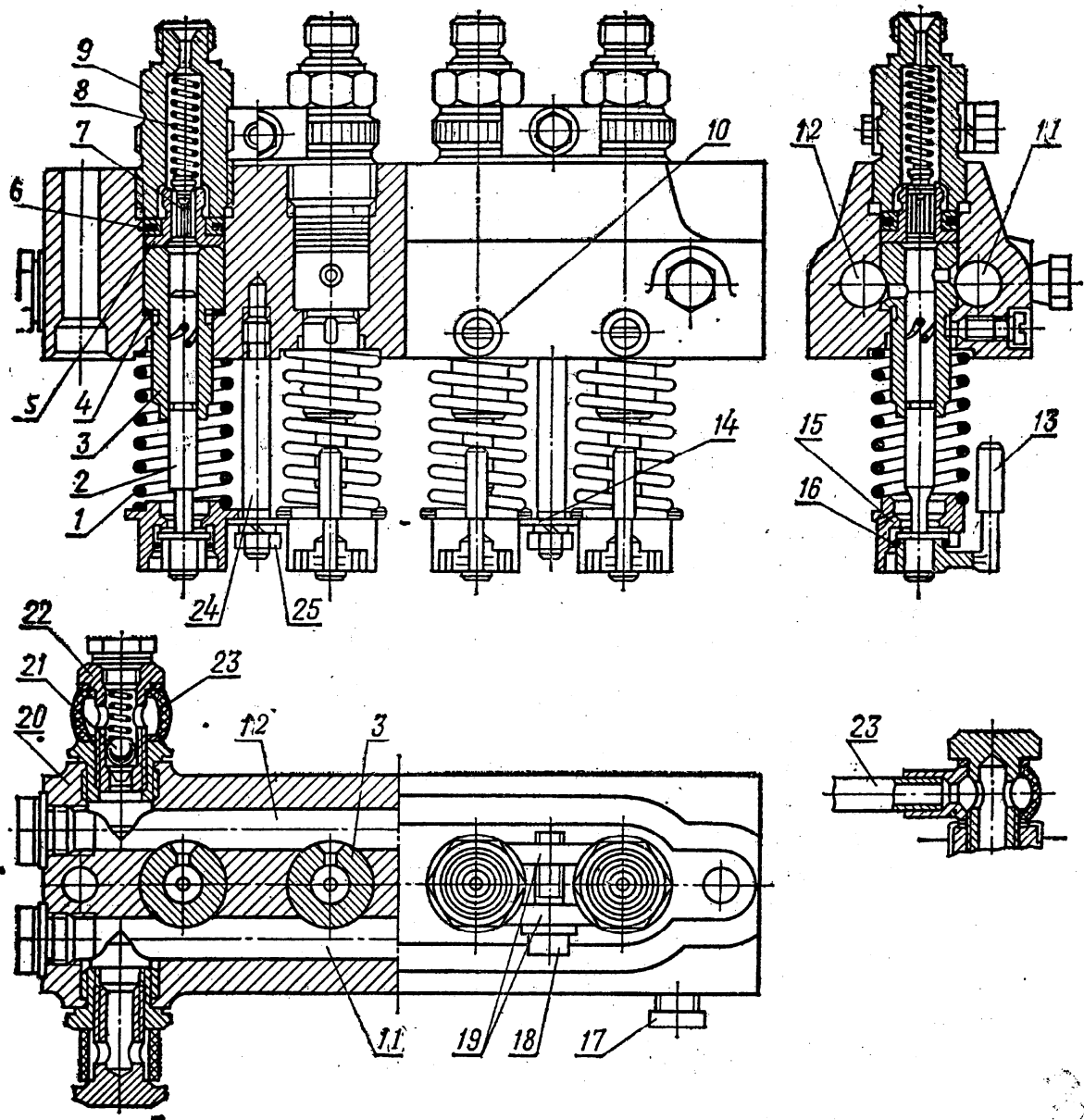


Рис. 31. Головка ТНВД:

- 1 – пружина плунжера; 2 – плунжер; 3 – гильза; 4 и 6 – прокладки; 5 – седло нагнетательного клапана; 7 – нагнетательный клапан; 8 – пружина нагнетательного клапана; 9 – штуцер; 10 – установочный винт; 11 – топливоподводящий канал; 12 – топливоотводящий канал; 13 – поводок; 14 – планка; 15 – тарелка; 16 – пружинное кольцо; 17 – пробка; 18 – винт; 19 – планка; 20 – головки; 21 – перепускной клапан; 22 – гнездо перепускного клапана; 23 – топливопровод; 24 – шпилька; 25 – гайка

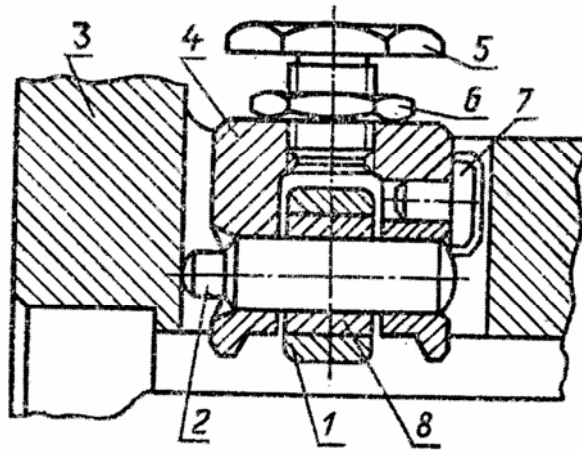


Рис. 32. Толкатель:

1 – ролик; 2 – ось; 3 – корпус насоса; 4 – корпус толкателя;
5 – регулировочный болт; 6 – контргайка; 7 – фиксатор; 8 – втулка

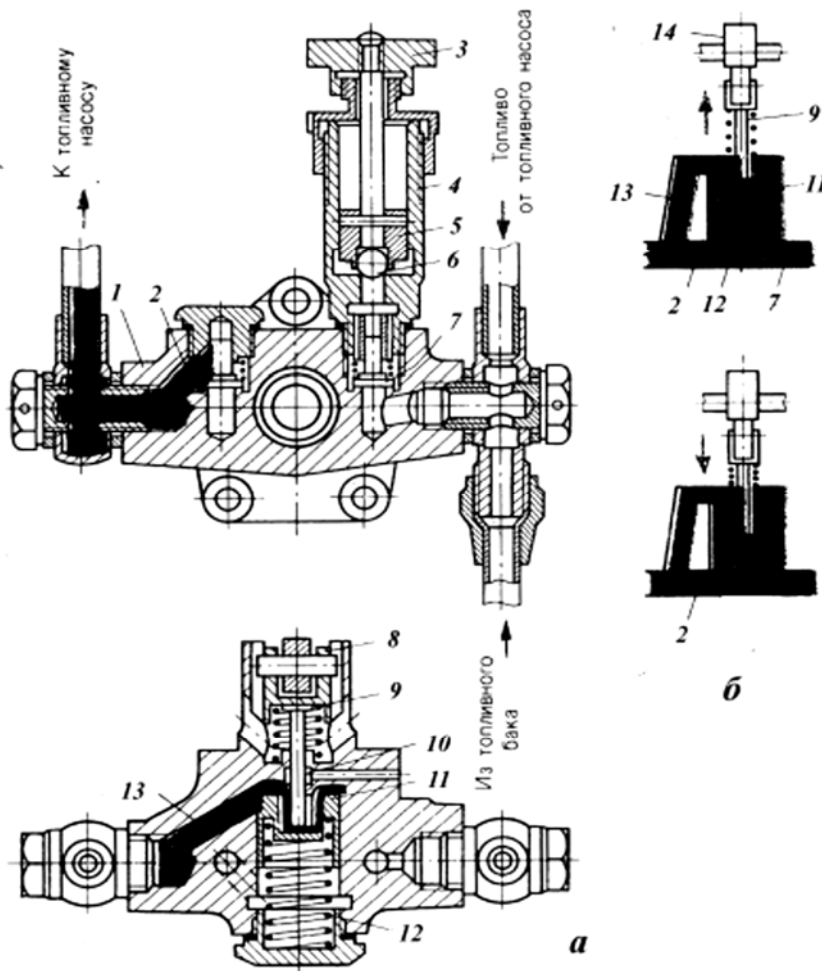


Рис. 33. Универсальный поршневой топливоподкачивающий насос:
а – конструкция насоса; б – схема работы; 1 – корпус; 2 – нагнетательный клапан; 3 – головка ручного привода; 4 – корпус ручного насоса; 5 – поршень насоса с ручным приводом; 6 – запорный шарик; 7 – впускной клапан; 8 – роликовый толкатель; 9 – возвратная пружина; 10 – канавка «масляного затвора»; 11 – рабочий поршень подкачивающего насоса; 12 – пружина поршня; 13 – соединительный клапан; 14 – эксцентрик кулачкового вала

Разборка и сборка топливного насоса высокого давления

Отсоединение узлов и разборка деталей корпуса насоса

1. Отвернуть болты крепления, снять регулятор частоты вращения коленчатого вала и отсоединить вилку от рейки 5 (см. рис. 30) регулировки цикловой подачи топлива секциями насоса путем перемещения корпуса регулятора поперек оси кулачкового вала.

2. Отвернуть гайки крепления и снять головку (см. рис. 31) топливного насоса в сборе с секциями.

3. Вращая кулачковый вал 11 (см. рис. 30) за шлицевую втулку 8, вынуть толкатели 12.

4. Отвернуть болт крепления и съемником снять шестерню привода регулятора и шпонку.

5. Отогнуть края стопорной шайбы и отвернуть болт крепления шлицевой втулки 8, удерживая кулачковый вал 11 от проворачивания специальным шлицевым ключом. С помощью отвертки снять шлицевую втулку и шпонку.

6. Отвернуть болты крепления и снять фланец 7 с манжетой 9 и шарикоподшипником 10 опоры кулачкового вала.

7. Отвернуть болты крепления и снять плиту 4 крепления ТНВД.

8. Вынуть кулачковый вал в сторону заднего торца.

9. Отвернуть болты крепления и снять проставку крепления регулятора к корпусу ТНВД.

10. Отвернуть болты крепления и снять топливоподкачивающий насос 15.

Разборка головки ТНВД

1. Отвернуть гайки 25 (см. рис. 31), снять планку 14, вынуть пружины 1 и плунжеры 2.

2. Снять стопоры самопроизвольного отворачивания штуцеров 9.

3. Отвернуть штуцеры 9 и вынуть пружины 8, клапаны 7, седла 5 нагнетательных клапанов (специальным съемником).

4. Вывернуть винты 10 и с помощью оправки, осторожно постукивая молотком, выбить гильзы 3.

5. Отвернуть штуцер и вынуть пружину и шарик перепускного клапана 21.

Разборка толкателя

1. Отвернуть контргайку 6 (см. рис. 32) и вывернуть регулировочный болт 5

2. С помощью оправки выбить ось 2 и вынуть ролик 1 с втулкой 8.

Разборка ТННД

1. Вынуть толкатель 8 (см. рис. 33) со штоком и пружину 9.

2. Вытолкнуть ось ролика и вынуть ролик.

3. Отвернуть пробку и вынуть пружину 12 и поршень 11.

4. Отвернуть накидную гайку и вынуть поршень насоса с ручным приводом.

Сборка узлов и общая сборка ТНВД выполняется в обратной последовательности. Перед сборкой детали вымыть и смазать маслом трущиеся поверхности. Особое внимание обратить на чистоту плунжерных пар и нагнетательных клапанов секций. Применение ветоши и прикосновение руками запрещено, так как мельчайшая грязь приводит к задирам (зазор между втулкой и плунжером 0,001...0,002 мм). Перед сборкой их нужно окунуть в дизельное топливо и, поставив плунжер вертикально, опустить его под собственным весом.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание ТНВД.
2. Схема и краткое описание ТННД.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство ручного подкачивающего насоса.
2. Назначение и устройство ТНВД.
3. Назначение и устройство ТННД.
4. Назначение и устройство плунжерной пары ТНВД.
5. Назначение рейки ТНВД.
6. Назначение кулачкового вала ТНВД
7. Назначение и устройство РТН.
8. Назначение и устройство муфты опережения впрыска.
9. Назначение и устройство регулятора давления.
10. Назначение и устройство привода педали подачи топлива.

Лабораторная работа №10

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Цель работы: изучить устройство распределительного топливного насоса высокого давления (РТНВД).

Задачи работы:

1. Изучить работу распределительного топливного насоса высокого давления (РТНВД)
2. Изучить работу плунжерной секции.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для того чтобы реализовать в двигателе превращение тепловой энергии сгорания топлива в полезную механическую работу, необходима система подачи его в цилиндр через форсунку. Высокое давление необходимо для получения мелкого распыления топлива, короткого периода его подачи и придания топливной струе высокой скорости (до 400 м/с). Для выполнения этих условий созданы различные типы и конструкции топливных насосов высокого давления с прецизионными элементами, непосредственно осуществляющими подачу топлива под высоким давлением.

Особенностью РТНВД является то, что для подачи топлива в 2...4 цилиндра используется одна прецизионная пара плунжер – втулка вместо нескольких на каждую форсунку – в многосекционных ТНВД. Отсюда и ряд преимуществ, заключающихся в меньших габаритах, весе и стоимости. К преимуществам следует отнести и отдельную смазку всех движущихся деталей дизельным топливом, находящихся в корпусе насоса. В связи с этим нет разжижения масла дизельным топливом, что характерно для многосекционных насосов. Последние имеют общую с двигателем систему смазки под давлением 0,2...0,6 МПа, куда попадает дизельное топливо из зазоров во многочисленных прецизионных парах под давлением.

В распределительных ТНВД применяется более тонкая фильтрация топлива и очистка его от конденсата воды. Это связано с попаданием в топливо частиц износа и влажного воздуха из атмосферы при изменении температуры деталей.

Недостатком этого насоса в сравнении с многосекционными является меньший моторесурс. Это объясняется тем, что количество ходов плунжера распределительных ТНВД больше во столько раз, во сколько цилиндров подается топливо от одной секции. Обычно их моторесурс не превышает 5 000 ч, после которого плунжерная пара подлежит замене.

В РТНВД входит:

- топливоподкачивающий насос (РТН);
- топливный насос высокого давления;
- центробежный регулятор частоты вращения коленчатого вала двигателя;

– ограничители движения рукоятки управления режимом работы двигателя.

Принцип работы распределительного ТНВД. На рис. 34 приведена секция рассматриваемого насоса. Описанный цикл повторяется идентично для всех подсоединенных к топливной секции цилиндров. Работа регулятора частоты вращения коленчатого вала двигателя будет рассмотрена далее при описании конструкции РТНВД.

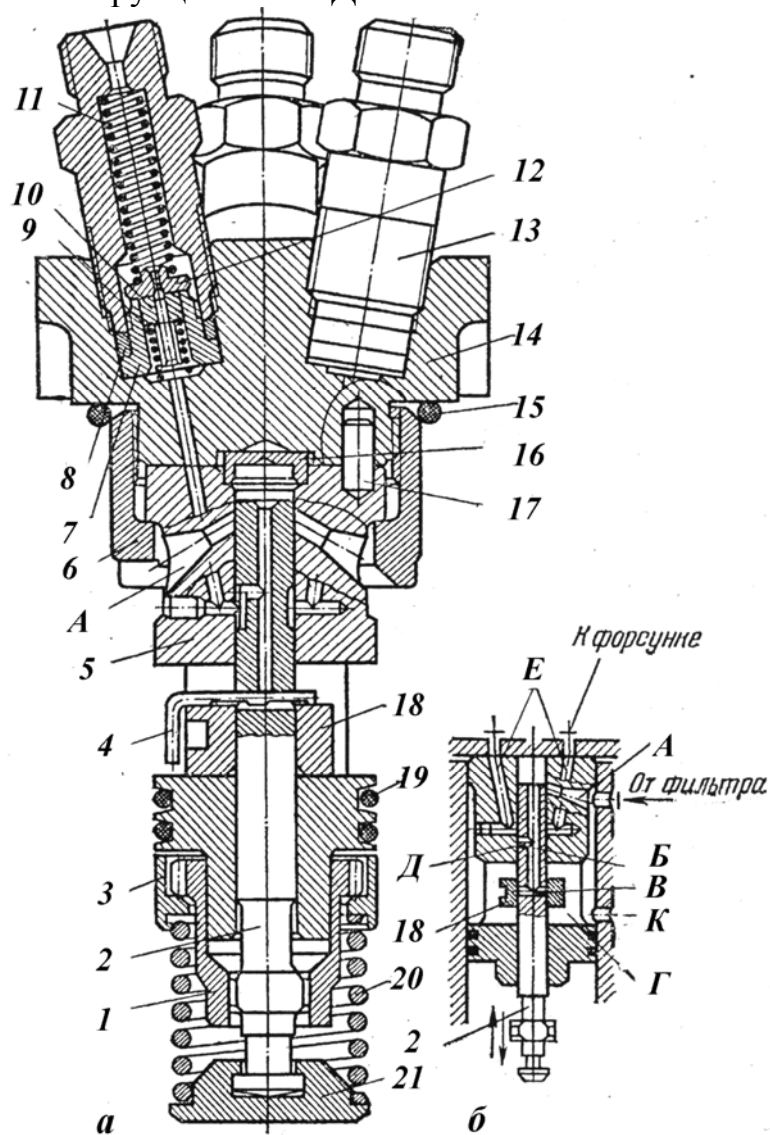


Рис. 34. Секция распределительного ТНВД:
 а – конструкция; б – схема действия; 1 – зубчатая втулка; 2 – плунжер;
 3 – верхняя тарелка пружины; 4 – монтажная чека; 5 – втулка плунжера;
 6 – соединительная гайка; 7 – седло нагнетательного клапана; 8 – прокладка клапана; 9 – пружина обратного клапана; 10 – обратный клапан; 11 – пружина нагнетательного клапана; 12 – нагнетательный клапан; 13 – штуцер;
 14 – головка; 15 – уплотнительное кольцо; 16 – колпачок втулки плунжера;
 17 – установочный штифт; 18 – дозатор; 19 – уплотнительное кольцо;
 20 – пружина толкателя; 21 – нижняя тарелка пружины; А – впускные отверстия;
 Б – центральный канал; В – отсечное отверстие; Г – окно во втулке плунжера;
 Д – распределительное отверстие; Е – распределительные каналы;
 К – отверстие к топливоподкачивающему насосу

Плунжер 2 насоса имеет вертикальное возвратно-поступательное движение во втулке 5. При движении вниз (ход всасывания) из своего положения в верхней мертвой точке (ВМТ) в полости между ним и головкой 14 создается вакуум. Нагнетательные клапаны 12 всех цилиндров и отсечное отверстие В закрыты. При движении плунжера около нижней мертвой точки (НМТ) верхней кромкой плунжера открывается впускное отверстие А и под действием вакуума и давления от топливоподкачивающего насоса топливо заполняет надплунжерный объем. В период движения плунжера 2 вверх (ход нагнетания) вначале закрывается отверстие А, затем сжимается топливо в надплунжерном объеме до давления большего, чем оно имеется над нагнетательным клапаном 12 (2...4 МПа). При дальнейшем движении плунжера нагнетательный клапан открывается и топливо через распределительное отверстие Д под давлением 70...100 МПа поступает из штуцера 13 через топливопровод высокого давления в форсунку. В конце подачи заданной порции топлива открывается отсечное отверстие В. Излишек его сливается в окно Г и далее – в топливную систему. Дозатор 18 получает перемещение от регулятора вдоль плунжера 2. Чем выше его положение, тем позже откроется отсечное отверстие В, тем большая порция топлива подается в цилиндр. При перемещении дозатора вниз порция подаваемого топлива уменьшается.

Отдельно рабочий процесс секции РТНВД схематично показан на рис. 2.. На нем мы можем более наглядно проследить процесс впуска топлива через канал 9 (см. рис. 35,а) в надплунжерное пространство 10, когда он находится практически в крайнем правом положении. При движении плунжера влево (см. рис. 35,б) топливо подается через канал 2 в форсунку одного из двух цилиндров. На рис. 35,в показана отсечка подачи топлива в конце рабочего процесса секции ТНВД; открывается отверстие 5, и остаток топлива сливается в полость 8 нагнетательной магистрали топливоподкачивающего насоса.

Для создания условий подачи топлива в другие цилиндры плунжеру сообщается вращательное движение через зубчатую втулку 1 (см. рис. 34). При его ходе к ВМТ распределительное отверстие Д совмещается с каналом нагнетательного клапана очередного цилиндра.

Когда подача топлива закончена и открыто отсечное отверстие под нагнетательным клапаном 12, давление уменьшается до его величины перед топливоподкачивающим насосом. Под действием давления в трубопроводе высокого давления и пружины 11 вначале опускается обратный клапан 10, затем садится на седло 7 нагнетательный клапан 12, препятствующий сливу топлива из трубопровода высокого давления. За нагнетательным клапаном давление снижается до величины (2...4 МПа) меньшей, чем необходимо для открытия (подъема иглы) форсунки. Это происходит за счет перемещения клапанов и слива части топлива через жиклер в нагнетательном клапане 12, который перекрывается под действием

пружины обратным клапаном 10. На этом заканчивается рабочий цикл топливного насоса.

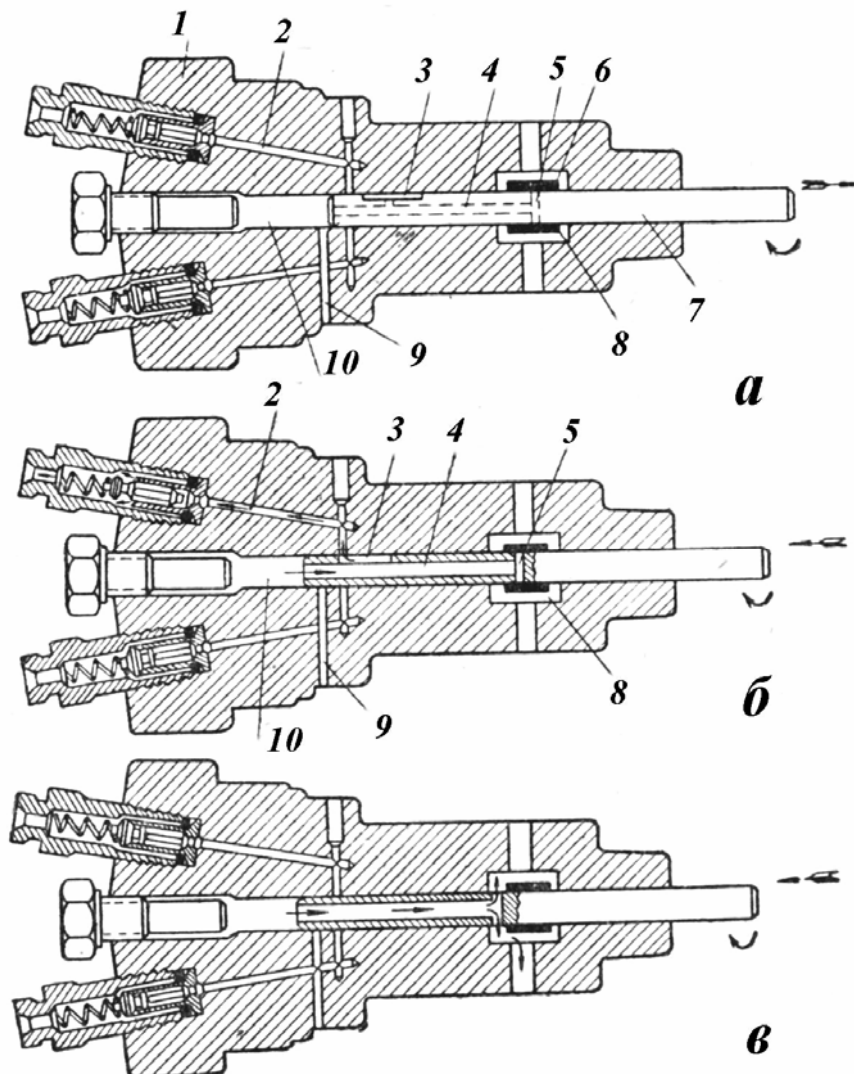


Рис. 35. Схема действия секции распределительного насоса высокого давления:
 1 – головка насоса; 2 – отводящий канал; 3 – распределительный паз;
 4 – центральный канал; 5 – отсечное отверстие; 6 – дозатор; 7 – плунжер;
 8 – полость низкого давления; 9 – впускной канал;
 10 – надплунжерное пространство

Топливный насос РТНВД представлен на рис. 36. В корпусе 24 размещены секция топливного насоса высокого давления, регулятор частоты вращения коленчатого вала двигателя и кулачковый механизм. Топливный насос присоединяется к двигателю установочным фланцем 1. Шлицы втулки 2 входят в зацепление с приводом насоса, передающим вращательное движение кулачковому валу 32 от распределительных шестерен двигателя. Кулачковый вал 32 расположен в шарикоподшипниках, вставленных в горизонтальную расточку корпуса 24 топливного насоса. С переднего торца к нему присоединена коническая шестерня привода регулятора и эксцентриковый валик 25 привода топливоподкачивающего

насоса. К заднему торцу кулачкового вала крепится шлицевая втулка 2. При вращении вала 32 толкатель 3, копируя профиль кулачка, передает возвратно-поступательное движение плунжеру 5. За один оборот кулачкового вала плунжер 5 совершает четыре хода (четыре цикла) с подачей топлива в четыре цилиндра. В четырехтактном двигателе частота вращения коленчатого вала больше, чем у кулачкового вала в два раза. К боковой стенке корпуса насоса 24 фланцем крепится топливоподкачивающий насос 42, поршень которого получает возвратно-поступательное движение от эксцентрикового валика 25. Секция топливного насоса (рис. 34) вставляется в вертикальную расточку блока.

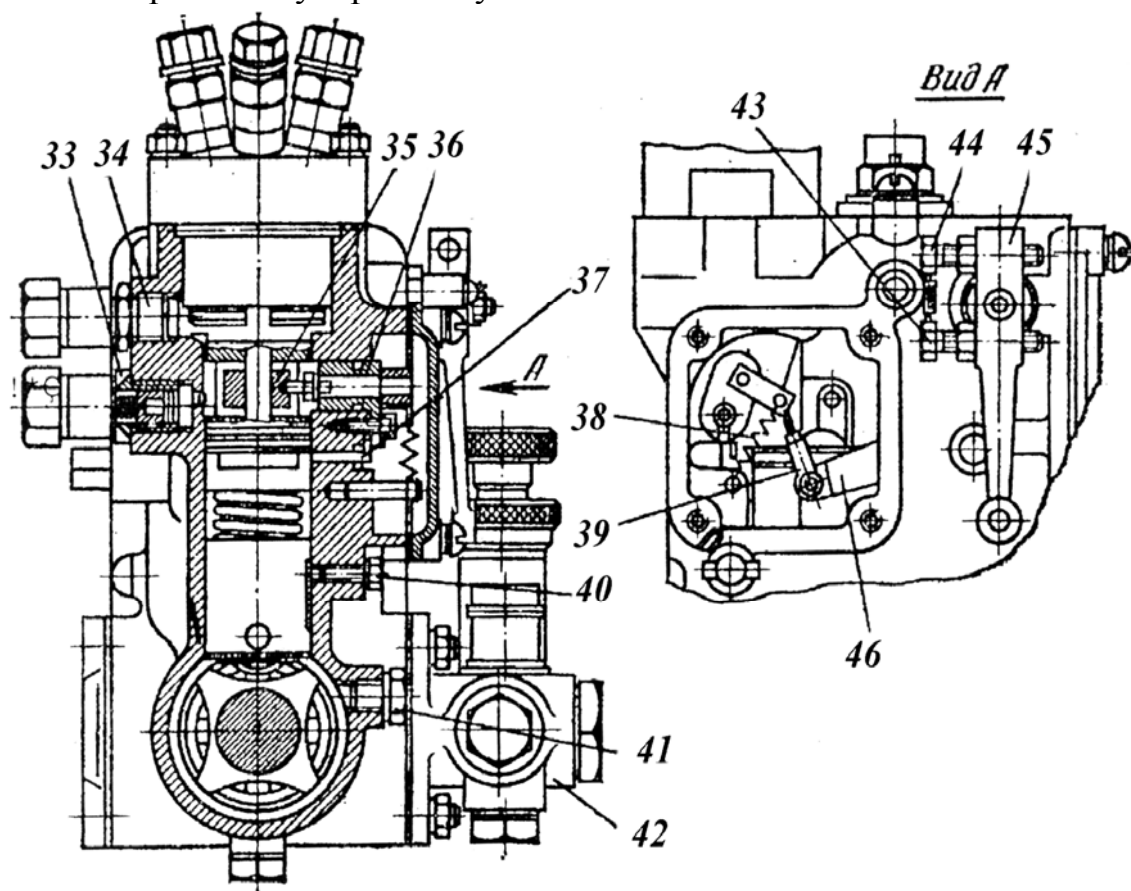


Рис. 36. Распределительный топливный насос РТНВД:
 1 – установочный фланец; 2 – шлицевая втулка; 3 – толкатель; 4 – пружина;
 5 – плунжер; 6 – промежуточная шестерня; 7 – секция высокого давления в сборе; 8 – вал регулятора; 9 – сапун маслозаливного отверстия; 10 – гильза;
 11 – цилиндрическая шестерня; 12 – пружина регулятора; 13 – винт;
 14 – пружина корректора; 15 – корпус корректора; 16 – шток корректора;
 17 – рычаг корректора; 18 – ось; 19 – ось вильчатого рычага; 20 – груз регулятора; 21 – муфты; 22 – ступица груза; 23 – крышка с подшипником;
 24 – корпус насоса; 25 – эксцентриковый валик; 26 – шарикоподшипник;
 27 и 30 – конические шестерни; 28 – демпферная пружина; 29 – ограничительная шайба; 31 и 41 – пробки; 32 – кулачковый вал; 33 – штуцер отвода топлива;
 34 – штуцер подвода топлива; 35 – дозатор; 36 – втулка привода дозатора;
 37 – фиксатор; 38 – пружина запуска; 39 – тяга; 40 – стопор толкателя;
 42 – топливоподкачивающий насос; 43 – винт положения «стоп»; 44 – винт максимальной частоты вращения; 45 – рычаг управления; 46 – вильчатый рычаг

Крепление секции осуществляется шпильками и гайками, прижимающими головку 14 к верхней горизонтальной плоскости блока насоса высокого давления. К головке гайкой 6 присоединяется втулка 5 плунжера. Уплотнение стыка достигается высокой точностью соприкасающихся шлифованных поверхностей. Резиновое кольцо 15 ограничивает попадание топлива наружу. Уплотнение между штуцерами 13, седлами клапанов и головкой 14 осуществляется медной прокладкой 8. Взаимное положение втулки плунжера и головки секции фиксируется штифтом 17. Зубчатая втулка 1 соединена с хвостовиком плунжера 2 и имеет свободное вращение между неподвижной втулкой плунжера 5 и верхней тарелкой пружины 3. Неразрывность системы кулачковый вал 32 (см. рис. 36) – толкатель 3 – плунжер 2 (см. рис. 34) обеспечивается пружиной 20 и нижней тарелкой 21. Плунжер 5 (см. рис. 36) имеет свободное вращение относительно нижней тарелки. Вращательное движение он получает от вала 8 через цилиндрическую шестерню 11, промежуточную шестерню 6 и зубчатую втулку 1 (см. рис. 34).

Всережимный регулятор частоты вращения коленчатого вала состоит из вала 8 (см. рис. 36), конической шестерни 30, двух грузов 20, цилиндрической шестерни 11 и рычага корректора 17 с пружиной 12. Вращение кулачкового вала 32 передается валу 8 регулятора через пару конических шестерен 27 и 30. Грузы 20, имеющие вид двухплечего рычага, жестко соединены с валом 8 через оси и ступицу 22. При своем вращении они расходятся, поднимая муфту 21 и соответственно через систему рычагов дозатор 35, что приводит к увеличению цикловой подачи топлива. Положение грузов 20 регулируется пружиной регулятора 12 и пружиной корректора 14.

Частота вращения коленчатого вала определяется степенью зажатия пружины 12 рычагом 45, который имеет привод от педали водителя в кабине трактора. Чем больше зажата пружина, тем больше частота вращения коленчатого вала.

Изменение характеристики регулятора производится корректором путем регулирования длины пружины 14 винтом 13.

Максимальная частота вращения коленчатого вала ограничивается винтом 44, расположенным на рычаге управления 45 и упором на корпусе насоса. Вторым ограничителем положения рычага является винт 43, положение которого соответствует остановке двигателя. Топливоподача в цилиндры двигателя при его пуске регулируется рычагом с пружиной 38.

Толкатель секции топливного насоса (рис. 37) состоит из корпуса 1, оси 2 и ролика 3 с плавающей втулкой 4. От разворачивания вокруг своей оси толкатель удерживается стопором 40 (см. рис. 36), входящим в паз 5 (см. рис. 37) корпуса 1.

Угол опережения подачи топлива при движении поршня двигателя к ВМТ регулируется поворотом кулачкового вала относительно коленчатого вала в приводе топливного насоса.

Разборка узлов и деталей, входящих в корпус насоса

1. Отвернуть винты и снять крышку привода дозатора 35 (см. рис. 36).
2. Отвернуть болты и снять рычаг управления 45.
3. Отвернуть болты и пробки, выбить три оси и вынуть вильчатый рычаг 46, рычаг корректора 17 и рычаг его привода с пружиной 12 в сборе. Для полной разборки вынуть шпильки, оси пружины 12 и вынуть шарикоподшипники вильчатого рычага 46.

4. Отвернуть винты и снять верхний фланец регулятора 8.

5. С помощью отвертки поднять вал регулятора и вынуть его в сборе с грузами 20 и шарикоподшипником 26. Для полной разборки отвернуть гайку, снять коническую шестерню 27, шарикоподшипник 26 и грузы регулятора 20 с муфтой 21, ступицей 22 и демпферной пружиной 28. Для снятия грузов вынуть оси их вращения.

6. Отвернуть болты и снять топливоподкачивающий насос 42.

7. Отвернуть болт и снять привод дозатора 35 с втулкой 36.

8. Провернуть кулачковый вал 32 так, чтобы плунжер был в крайнем верхнем положении, и вставить монтажную чеку 4 (см. рис. 34).

9. Отвернуть гайки крепления, вынуть секцию топливного насоса в сборе и толкатель 3 (см. рис. 36), отвернув стопор 40.

10. Отвернуть винты и снять крышку 23 с шарикоподшипником эксцентрикового валика 25.

11. Отогнуть края стопорной шайбы, отвернуть болт и вынуть втулку 2.

12. Отвернуть болты, снять установочный фланец 1 и вынуть кулачковый вал 32 в сборе. Для полной разборки выпрессовать эксцентриковый валик 25, шестерню 30 привода регулятора и шарикоподшипники кулачкового вала.

Разборка секции топливного насоса

1. Надавлив на нижнюю тарелку 21 (см. рис. 34), вынуть чеку 4 и плунжер в сборе с зубчатой рейкой, пружиной и тарелками 3 и 21.

2. Снять нижнюю тарелку 21 и все детали, соединенные с плунжером 2.

3. Отвернуть штуцеры высокого давления 13, вынуть клапан 10 и 12 с пружинами.

4. Съемником вынуть седло 7 нагнетательного клапана.

5. Отвернуть соединительную гайку 6 и отсоединить втулку плунжера 5 от головки 14.

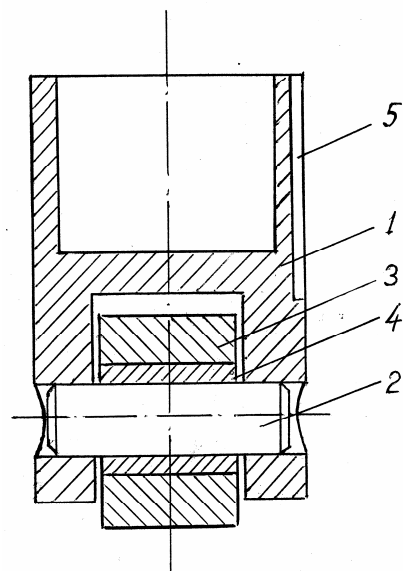


Рис. 37. Толкатель топливного насоса:
1 – корпус; 2 – ось;
3 – ролик; 4 – втулка;
5 – паз

Разборка толкателя секции топливного насоса.

1. Выпрессовать ось 2 (см. рис. 37) и снять ролик 3 со втулкой 4.
2. Вынуть втулку 4 из ролика 3.

Задание на выполнение лабораторной работы

1. Изучить, обратив особое внимание на следующее:
 - общие сведения о распределительных топливных насосах высокого давления (РТНВД);
 - устройство и работу РТНВД;
 - устройство и работу толкателя;
 - устройство и работу регулятора РТНВД.
2. Разобрать РТНВД по отдельным узлам (корпус, кулачковый вал, регулятор и секция топливного насоса) и рассмотреть назначение каждого узла.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание РТНВД.
2. Схема и краткое описание ТНВД.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство ручного подкачивающего насоса.
2. Назначение и устройство РТНВД.
3. Назначение и устройство ТНВД.
4. Назначение и устройство плунжерной пары РТНВД.
5. Назначение рейки РТНВД.
6. Назначение кулачкового вала РТНВД
7. Назначение и устройство РТН.
8. Назначение и устройство муфты опережения впрыска.
9. Назначение и устройство регулятора давления.
10. Назначение и устройство привода педали подачи топлива.

Лабораторная работа №11

УСТРОЙСТВО И РАЗМЕЩЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ РЕГУЛЯТОРОВ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

Цель работы: изучить устройство регуляторов частоты вращения коленчатого вала дизелей.

Задачи работы:

1. Изучить устройство и работу однорежимного регулятора.
2. Изучить устройство и работу двухрежимного регулятора.
2. Изучить устройство и работу всережимного регулятора.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Регулятор дизеля – это устройство, поддерживающее заданную частоту вращения коленчатого вала при переменной внешней нагрузке и ограничивающее максимальное ее значение. При мгновенном снятии нагрузки и задержке реакции водителя цикловая подача топлива остается на уровне предшествующего мощностного режима и значительно превышает необходимую величину для холостого хода. Двигатель разовьет частоту выше допустимого значения (режим разноса). Инерционные силы, увеличивающиеся в квадрате от превышения частоты, приведут к выходу из строя подшипников двигателя и даже к обрыву болтов и шатунов.

В регулятор входят элементы ограничителя максимальной мощности и задания устойчивой минимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя.

Регулятор должен обеспечивать:

- пуск двигателя;
- устойчивую минимальную частоту вращения коленчатого вала на холостых ходах при сбросе нагрузки и при прогреве двигателя;
- ограничение допустимой максимальной частоты вращения коленчатого вала;
- устойчивую частоту вращения коленчатого вала при переменной внешней нагрузке за счет регулирования цикловой подачи топлива по цилиндрам секциями топливного насоса высокого давления;
- ограничение допустимой максимальной подачи топлива в цилиндры дизеля.

На автотракторных двигателях наибольшее распространение имеют двухрежимные и всережимные регуляторы прямого действия с механической связью между чувствительным элементом и органом регулирования.

На рис. 38а показана схема всережимного регулятора. При увеличении частоты вращения возрастают центробежные силы грузов 6. Вследствие этого грузы расходятся и перемещают муфту 9, нагруженную пружиной 5. Перемещение муфты через систему рычагов передается рейке 7 топливного насоса, которая движется в направлении, соответствующем

уменьшению подачи топлива. При достижении нового равновесного положения системы заканчивается переходный процесс.

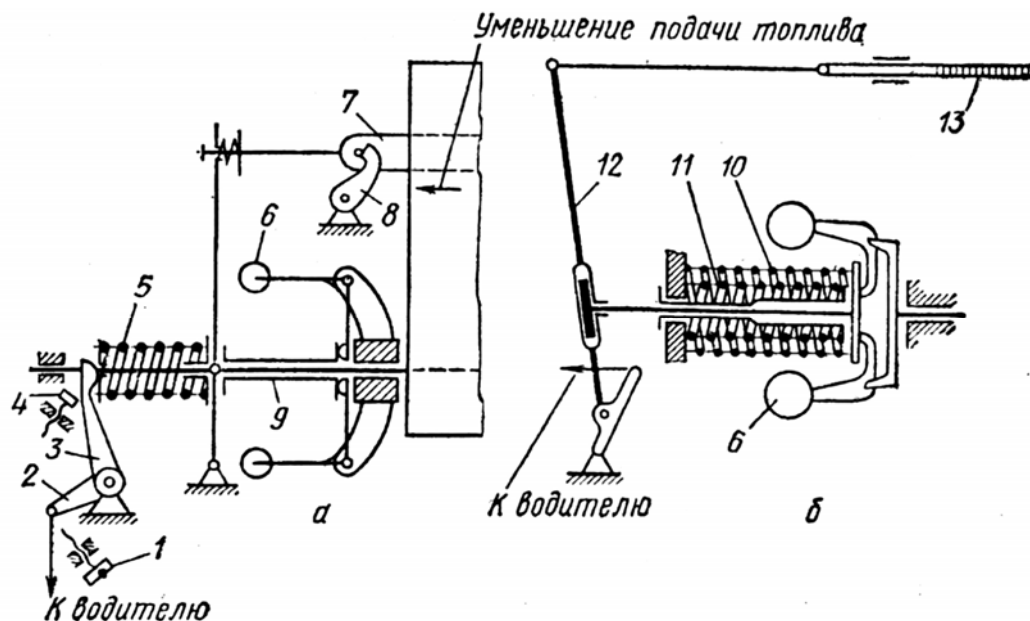


Рис. 38. Схемы механических регуляторов:
 а – всережимного; б – двухрежимного; 1 – упор скоростного максимального режима; 2 и 3 – рычаги управления двигателем; 4 – упор минимальной частоты вращения коленчатого вала; 5, 10 и 11 – пружины задания частоты вращения коленчатого вала; 6 – грузы центробежных сил; 7 и 13 – рейки топливных насосов; 8 – рычаг остановки двигателя; 9 – муфта; 12 – рычаг привода реек топливных насосов

Управление работой двигателя (изменение диапазона рабочих частот вращения) осуществляется изменением затяжки пружины 5 путем перестановки рычага 3. В случае увеличения затяжки пружины равновесное положение муфты наступает при большей частоте вращения и наоборот. При частичном изменении положения рычага 3 рейка топливного насоса в зависимости от нагрузки устанавливается в одно из промежуточных положений. Максимальный и минимальный скоростные режимы двигателя определяются наибольшим и наименьшим натяжением пружины и регулируются с помощью упоров 4 и 1 рычагов 2 и 3. Для остановки двигателя служит рычаг 8, переставляемый водителем.

Особенностью двухрежимного регулятора (рис. 38б) является то, что при работе двигателя в зоне минимальных частот вращения коленчатого вала усилие грузов 6 уравнивается только усилием внешней пружины 10.

В определенном интервале скоростных режимов грузы становятся неподвижными, так как их центробежная сила оказывается меньше суммы сил внешней пружины и предварительного натяга внутренней пружины 11 регулятора. В этом интервале частот вращения коленчатого вала регулятор не воздействует на работу двигателя, и подачей топлива управляет водитель с помощью педали, системы тяг, рычага 12 и органа управления (рейки секций) топливного насоса. При определенной достаточно большой частоте

те вращения грузы начинают перемещаться, сжимая пружины 10 и 11, и регулятор вновь включается в работу, уменьшая крутящий момент при увеличенной частоте вращения коленчатого вала двигателя. При сжатии пружин 10 и 11 грузами 6 регулятор работает подобно регулятору, схема которого показана на рис. 1а.

Однорежимный регулятор (рис. 39) поддерживает только один скоростной режим работы двигателя – номинальная (полная) частота вращения коленчатого вала. На валике 16 укреплен шестерня 21 привода регулятора, и на резьбе навернут ведущий диск 20, в прорезях которого могут свободно перемещаться шарики 18. Коническая поверхность диска 17, свободно сидящего на переднем конце вала, прижимает шарики 18 к плоскости опорного неподвижного диска 19. В передний торец ступицы диска 17 запрессован шариковый упор 13, на который через двуплечий рычаг 11 передается усилие пружины 6. Рычаг 11 закреплен на оси 12 и в верхней части имеет отверстие, через которое проходит регулировочный болт 8. Одним концом пружина 6 упирается во втулку 5, а другим – в выточку на рычаге 11. Положение болта 8 фиксируется контргайкой 10. На выступающем наружу конце оси 12 закреплен наружный рычаг 9, соединенный тягой 3 с рычагом 2 дроссельной заслонки 1 карбюратора.

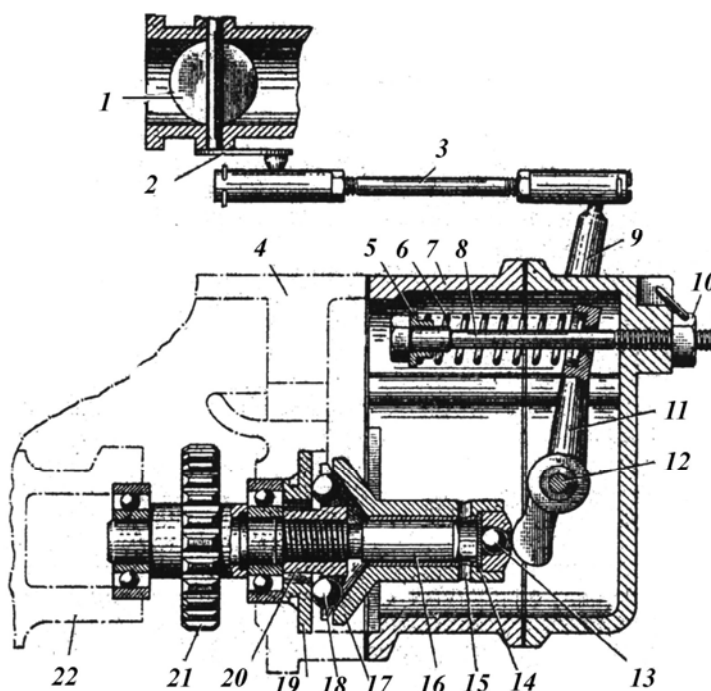


Рис. 39. Однорежимный шариковый центробежный регулятор пускового двигателя:

- 1 – дроссельная заслонка; 2 – рычаг с поводком; 3 – тяга; 4 – промежуточная плита; 5 – втулка пружины; 6 – пружина; 7 – корпус регулятора; 8 – регулировочный болт; 9 – наружный рычаг регулятора; 10 – контргайка регулировочного болта; 11 – двуплечий рычаг; 12 – ось рычагов регулятора; 13 – шариковый упор; 14 – шайба; 15 – отверстие в ступице; 16 – валик регулятора; 17 – подвижный диск; 18 – шарик; 19 – опорный диск; 20 – ведущий диск; 21 – шестерня привода регулятора; 22 – передняя половина картера

Во время работы двигателя вращение коленчатого вала через шестерни распределения передается валику 16 регулятора. Вместе с валиком вращается ведущий диск 20 с шариками 18. Под действием центробежной силы шарики начинают расходиться и, перемещаясь по наклонной плоскости, стремятся передвинуть подвижный диск 17 вправо. Этому противодействует через двуплечий рычаг 11 пружина 6. Диск 17 перемещается до тех пор, пока не установится равновесие между центробежной силой шариков 18 и усилием пружины 6.

Если нагрузка двигателя уменьшается, частота вращения коленчатого вала, а следовательно, и валика 16 возрастает. Вследствие увеличения центробежной силы шарики разойдутся, и подвижный диск 17 передвинется вправо под действием пружины 6, поворачивая через шариковый упор 13 рычаг 11 вместе с осью 12. Одновременно повернется рычаг 9, который с помощью шарнирной тяги 3 и рычага 2 прикроет дроссельную заслонку 1, уменьшая количество горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя. Заметного повышения первоначальной частоты вращения коленчатого вала двигателя не произойдет.

Если нагрузка двигателя увеличивается, то частота вращения коленчатого вала несколько понижается. При этом уменьшается центробежная сила и, следовательно, расхождение шариков. Тогда под действием пружины диск 17 переместится влево, и рычаг 9 повернется, увеличивая открытие дроссельной заслонки. Количество горючей смеси, поступающей в цилиндр, увеличится, и заметного снижения первоначальной частоты вращения коленчатого вала двигателя не произойдет.

При работе двигателя без нагрузки (холостой ход) частота вращения несколько повышается. Эту частоту вращения называют максимальной частотой вращения на холостом ходу.

Частота вращения коленчатого вала двигателя, которую регулятор стремится сохранить, зависит от упругости пружины 6. При уменьшении регулировочным винтом 8 степени сжатия пружины, а следовательно, упругости ее, изменится частота вращения, поддерживаемая регулятором.

На рис. 40 представлен всережимный регулятор вращения коленчатого вала, получивший наибольшее распространение на тракторных двигателях. Вращение вала топливного насоса передается валику 14 регулятора через шестерню топливного насоса, входящую в зацепление с шестерней 13 редуктора.

Вместе с валиком 14 вращается ступица 15 с установленными на ней двумя грузами 17. Под действием центробежных сил грузы, поворачиваясь на осях 16, расходятся и, нажимая на упорный шариковый подшипник 11, передвигают его вместе с муфтой 34 вправо, преодолевая при этом сопротивление пружин 24 и 25. Чем больше частота вращения валика 14, тем больше центробежные силы, стремящиеся развести грузы, тем дальше вправо переместится муфта и тем сильнее она сожмет пружины.

При уменьшении частоты вращения валика 14 центробежные силы грузов уменьшаются. Когда они будут меньше, чем действующая на муфту сила упругости пружин, муфта начнет передвигаться влево и сближать грузы. Каждой частоте вращения валика 14 соответствует строго определенное положение муфты, при котором сила упругости пружин и центробежные силы грузов будут взаимно уравновешиваться.

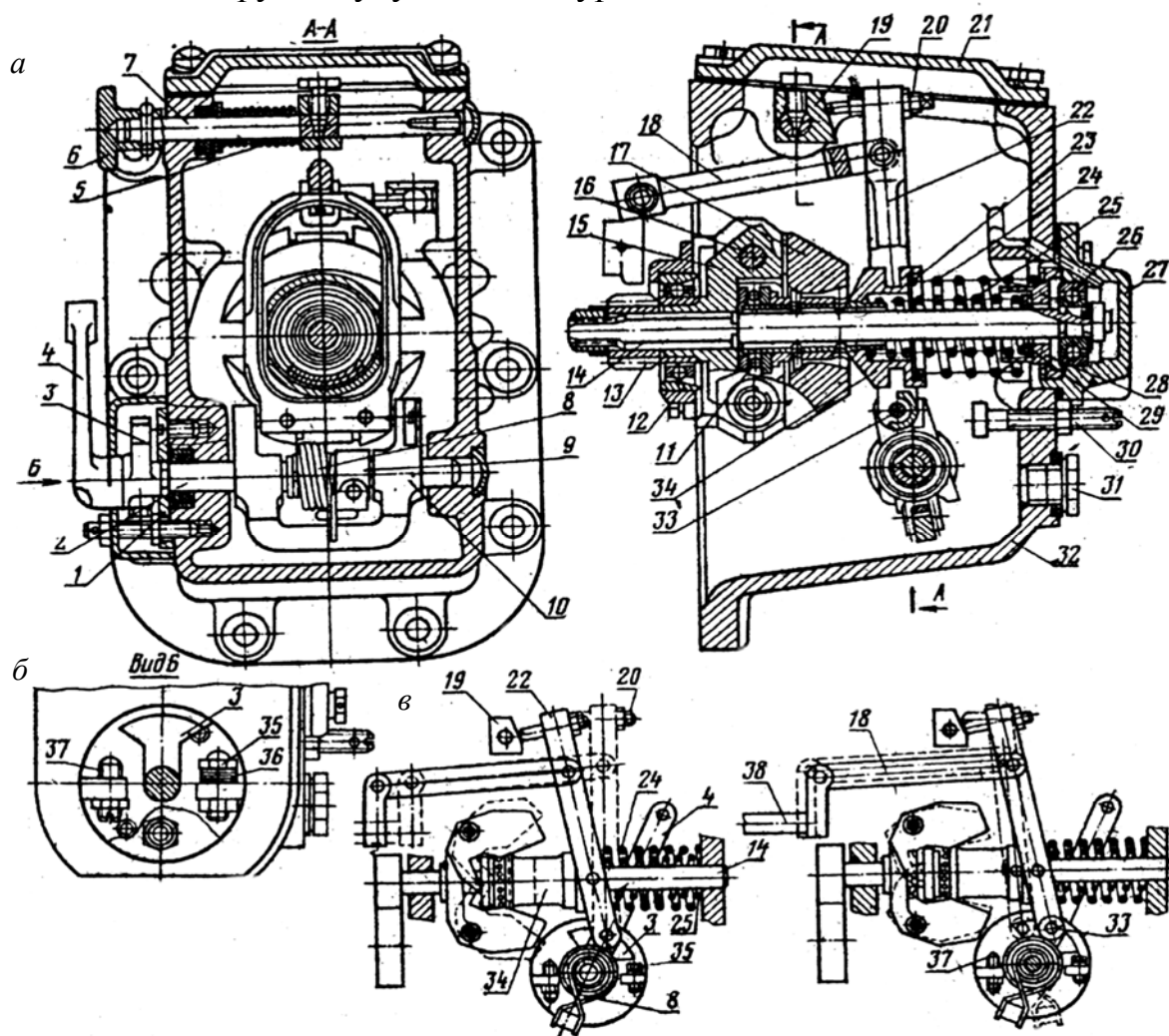


Рис. 40. Всережимный регулятор:

- а – общий вид регулятора; б и в – действия регулятора; 1 – шайба упора; 2 – вал; 3 – упор; 4 – рычаг; 5 и 8 – пружины; 6 – рукоятка; 7 – вал обогатителя; 9 – втулка; 10 – кронштейн вилки; 11 – упорный подшипник; 12 и 26 – подшипники; 13 – ведомая шестерня; 14 – валик регулятора; 15 – ступица; 16 – ось; 17 – груз; 18 – тяга; 19 – призма; 20 – регулировочный винт; 21 – крышка корпуса; 22 – вилка; 23 и 29 – регулировочные прокладки; 24 – наружная пружина; 25 – внутренняя пружина; 27 – крышка; 28 – седло пружин; 30 – болт-упор; 31 – пробка; 32 – корпус регулятора; 33 – ось; 34 – муфта; 35 – болт; 36 – регулировочные прокладки; 37 – шпилька; 38 – рейки топливного насоса

Вместе с муфтой 34 передвигается связанная с ней вилка 22. Верхний конец вилки 22 тягой 18 соединен с рейкой топливного насоса, а нижний конец осью 33 – с кронштейном 10, который может свободно поворачи-

ваться на валу 2. На наружном конце вала имеется рычаг 4, связанный с кронштейном поводком и пружиной 8. При повороте рычага 4 одновременно поворачиваются кронштейн 10 и вилка 22. Поворот рычага 4 вправо ограничивается болтом 35, а влево – шпилькой 37.

При повороте рычага 4 в крайнее правое положение его упор 3 (рис. 40б) соприкасается с головкой болта 35. Если дизель не нагружен, то он будет работать с максимальной частотой вращения холостого хода. Под действием больших центробежных сил грузы раздвинутся на большие расстояния и, сжимая пружины 24 и 25, переместят муфту 34 в крайнее правое положение. При этом вилка 22 установит рейку 38 на минимальную подачу топлива насосом. Такое положение механизма регулятора показано на рис. 40б пунктиром.

С увеличением нагрузки дизеля частота вращения вала регулятора снижается. Центробежные силы грузов уменьшаются. Пружины 24 и 25 перемещают муфту 34, а вместе с ней и рейку 38 насоса влево, увеличивая подачу топлива. При полной нагрузке и номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля вилка 22 займет положение, при котором торец ее регулировочного винта 20 упрется в наклонную часть призмы 19. Это положение вилки и рейки показано на рис. 40б сплошными линиями и соответствует полной подаче топлива насосом.

Таким образом, когда упор 3 рычага 4 соприкасается с головкой болта 35, и дизель работает в диапазоне режимов от холостого хода до полной нагрузки, вилка 22 поворачивается на оси 33 от крайнего правого положения до соприкосновения винта 20 с призмой 19. Рейка 38 совершает ход, показанный на рис. 30б. При этом кронштейн 10 остается неподвижным.

При уменьшении частоты вращения коленчатого вала дизеля, вследствие перегрузки, уменьшаются центробежные силы грузов, и сжатые пружины 24 и 25 будут стремиться переместить муфту 34 еще дальше влево. Перемещению муфты препятствует вилка 22, так как ее верхний конец упирается регулировочным винтом 20 в призму 19, а нижний, связанный с кронштейном 10, удерживается спиральной пружиной 8. Это положение вилки на рис. 2.19,в изображено сплошными линиями. Когда усилие пружин 24 и 25, передаваемое через вилку 22 кронштейна 10, окажется в состоянии преодолеть сопротивление пружины 8, кронштейн начнет постепенно поворачиваться, а винт 20 будет на вилке скользить по наклонной поверхности призмы 19 вверх. При этом вилка переместит рейку 38 влево, увеличивая подачу топлива. Это положение кронштейна вилки и рейки на рис. 40в показано пунктиром. Чтобы предотвратить возникновение чрезмерной (разносной) частоты вращения вала дизеля, в заднюю стенку корпуса регулятора ввернут болт-упор 30, застопоренный контргайкой. Правильно установленный упор 30 должен быть отвернут на один оборот от положения, при котором он касается нижней части вилки 22 на номинальной частоте вращения коленчатого вала.

Частоту вращения коленчатого вала дизеля снижают поворотом рычага 4 влево. При этом повернется кронштейн 10, и нижний конец вилки 22 переместит муфту 34 влево. Давление пружин на муфту уменьшится. В новом положении муфты для уравнивания упругости пружин потребуются меньшие центробежные силы грузов. Вследствие этого снизится частота вращения, поддерживаемая регулятором. Поэтому, когда водитель с помощью механизма управления установит рычаг 4 в любое промежуточное положение, регулятор будет поддерживать промежуточный скоростной режим.

Поворот рычага 4 влево ограничивается шпилькой 37. Когда упор 3 касается ее, рейка насоса занимает положение, при котором подача топлива насосом прекращается, и, следовательно, дизель останавливается.

Максимальную частоту вращения коленчатого вала регулируют посредством шайб 36. При увеличении набора шайб частота вращения (максимальная) на холостом ходу и в режиме полной нагрузки дизеля будет снижаться, а при уменьшении количества шайб – увеличиваться.

Вал 7 установлен в отверстиях приливов корпуса 32 и может в них перемещаться в продольном направлении. Если вал 7 вытянуть за рукоятку 6 на себя, то винт 20 сойдет с призмы. Рейка 38 насоса переместится влево, и подача топлива увеличится. Этим устройством пользуются для облегчения пуска дизеля в холодную погоду. После пуска дизеля вилка 22 переместится вправо и винт 20 выйдет из-за призмы, а пружина 5 возвратит вал 7 в исходное положение.

Разборка и сборка регуляторов частоты вращения коленчатого вала

1. Вынуть шплинты, отвернуть винты и снять тягу 3 (см. рис. 39).
2. Отвернуть болт и снять рычаг 9.
3. Отвернуть болты и отсоединить корпус 7 регулятора от блока двигателя.
4. Отвернуть болты и снять промежуточную плиту 4.
5. Снять подвижный диск 17 с шариками 18.
6. С помощью съемника снять шариковый подшипник и шестерню 21.
7. Отвернуть винты и снять в сборе валик регулятора 16. Дополнительно отвернуть ведущий диск 20 и снять шариковый подшипник и опорный диск 19.
8. Отвернуть контргайку 10, регулировочный болт 8 и вынуть пружину.
9. Отвернуть болты и снять крышку регулятора.
10. Выпрессовать ось 12 рычагов регулятора и снять двухплечий рычаг.

Всережимный регулятор

1. Отвернуть болты и отсоединить регулятор от корпуса насоса.
2. Отсоединить болты и снять крышку корпуса 21 (см. рис. 40).
3. Отвернуть болт, вынуть вал обогатителя 7, призму 19 и пружину 5.
4. Отвернуть стопор и снять рычаг 4.

5. Отвернуть стопор пружины 8, вынуть вал 2 и опустить вилку 22.
 6. Отвернуть болты крепления фланца подшипника 12 и вынуть валик 14 регулятора в сборе с грузами 17 и другими комплектующими деталями.
 7. Отвернуть гайку, снять подшипник 26, пружины 24 и 25 и муфту 34.
 8. Отвернуть гайку и съемником снять ведомую шестерню 13, шариковый подшипник 12 и траверсу с грузами 17. Дополнительно выпрессовать оси и снять грузы 17.
 9. Вынуть оси и разъединить рычаги привода реек топливного насоса.
- Сборка регулятора выполняется в обратной последовательности. Перед сборкой все детали промыть и негодные заменить.

Задание на выполнение лабораторной работы

1. Изучить, обратив особое внимание на следующее:
 - общую характеристику регуляторов и принцип работы их;
 - устройство и работу однорежимного регулятора;
 - устройство и работу всережимного регулятора дизеля.
2. Разобрать и собрать регулятор.
3. Разобрать и собрать регулятор.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание однорежимного регулятора ТНВД.
2. Схема и краткое описание двухрежимного регулятора ТНВД.
3. Схема и краткое описание всережимного регулятора ТНВД.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство однорежимного регулятора ТНВД.
2. Назначение и устройство двухрежимного регулятора ТНВД.
3. Назначение и устройство всережимного регулятора ТНВД.
4. Назначение и устройство плунжерной пары РТНВД.
5. Назначение и функции, выполняемые регулятором.
6. Назначение и работу регулятора при уменьшении частоты вращения коленчатого вала и мощности дизеля.
7. Назначение и работу регулятора при увеличении частоты вращения коленчатого вала и мощности дизеля.
8. Работа регулятора при движении автомобиля на подъем (вверх).
9. Работа регулятора при движении автомобиля на спуске (вниз).

Лабораторная работа №12

СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучение устройства системы топливоподачи газобаллонных автомобилей.

Задачи работы:

1. Изучить газобаллонное оборудование карбюраторных ДВС.
2. Изучить газобаллонное оборудование дизельных ДВС.
3. Изучить газобаллонное оборудование инжекторных ДВС.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Расширить сырьевую базу автомобильных топлив и одновременно уменьшить вредное воздействие на экологию можно за счет использования так называемых нетрадиционных, или альтернативных, топлив. Наибольшее распространение на автомобильном транспорте получили газообразные углеводородные топлива, которые относятся к чистым в экологическом отношении моторным топливам. Стоимость газообразного топлива в два три раза ниже стоимости бензина и дизельного топлива, а запасы его сырья превосходят нефтяные. Эти факторы обусловили применение газа на автотранспорте. Для работы на газообразных топливах транспортные средства переоборудуются в газобаллонные автомобили (ГБА). На базе серийных бензиновых и дизельных автомобилей выпускают ГБА и комплекты газового оборудования для установки на них.

Но перевод автомобилей на газообразные топлива требует выполнения дополнительных работ по установке газовой системы питания, включая газовые баллоны, ее техническому обслуживанию и ремонту. Применение газа на автомобиле повышает требования пожарной безопасности при его эксплуатации. Для обеспечения работы двигателей на газе на базовый автомобиль устанавливается дополнительное оборудование, позволяющее хранить и подавать в двигатель внутреннего сгорания (ДВС) газообразное топливо. Для повышения эффективности применения газообразного топлива, существенно отличающегося по свойствам от жидких топлив, может изменяться конструкция двигателя и отдельных его систем (рис. 41).

Баллон для хранения газообразного топлива 2 обычно располагается в свободном и доступном месте автомобиля. Из баллона газ поступает к двигателю через запорную арматуру 1 по трубопроводу 11.

Для включения подачи газа в кабине водителя имеется переключатель вида топлив 3 и управляемые газовой 4 и бензиновой 10 клапаны. Снижение давления газа и управление его расходом выполняет редуктор 7. Для образования и подачи в двигатель топливовоздушной смеси устанавливают газовый смеситель 9. В зависимости от вида применяемых газообразных топлив и типа двигателей автомобили производятся или переоборудуются

в газобаллонные автомобили: однотопливные, двухтопливные с независимым питанием двигателя одним из топлив и двухтопливные с одновременной подачей двух топлив (газодизели). Наибольшее распространение нашли двухтопливные ГБА, так как вторая система питания (бензиновая или дизельная) всегда может быть включена для питания двигателя в случае выхода из строя газовой системы или невозможности заправки газом.

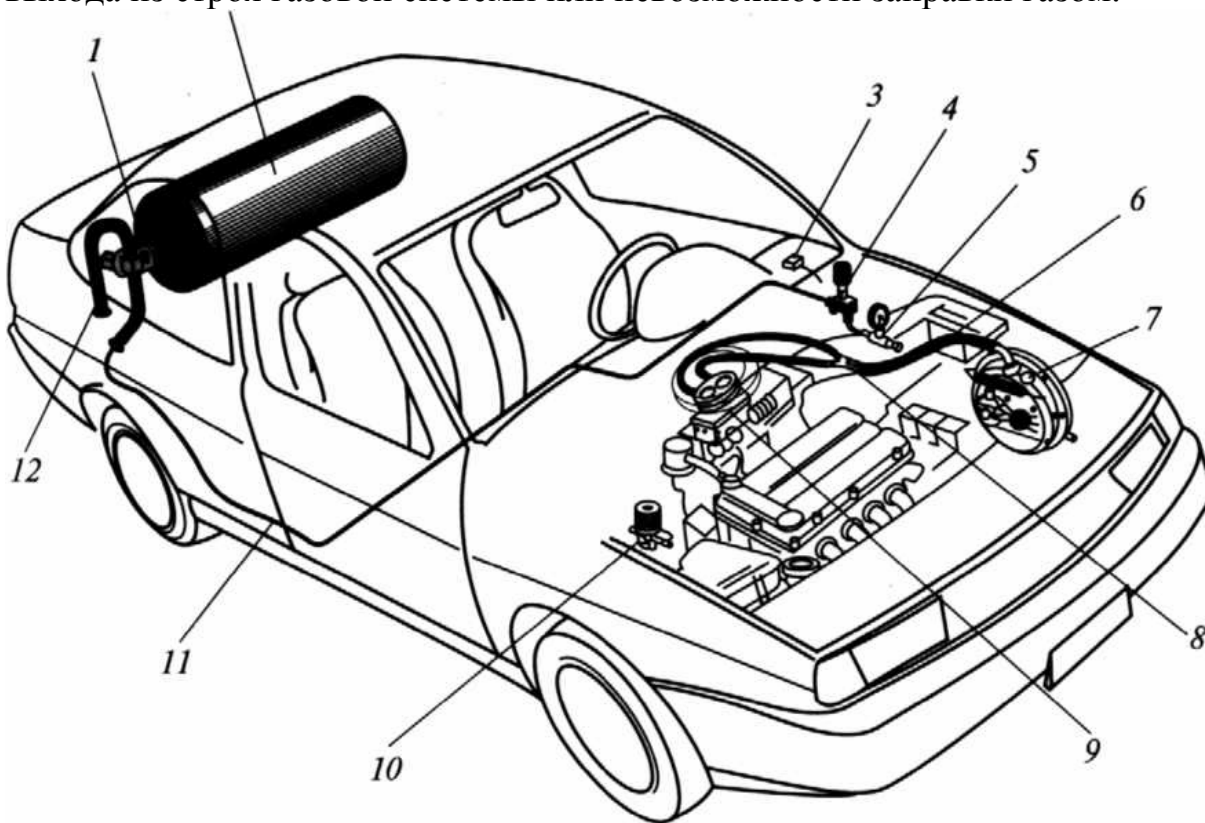


Рис. 41. Основные агрегаты и узлы газобаллонного автомобиля:
 1 – запорная арматура; 2 – газовый баллон; 3 – переключатель вида топлив;
 4 – газовый клапан; 5 – контрольный манометр; 6 – патрубок подвода газа к смесителю; 7 – газовый редуктор; 8 – дозатор газа; 9 – газовый смеситель;
 10 – бензиновый клапан; 11 – трубопровод; 12 – вентиляционный рукав

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются комплекты газобаллонного оборудования для переоборудования автомобилей марок ЗИЛ, ГАЗ, МАЗ, КамАЗ, ВАЗ, ряда автобусов и многих автомобилей иностранного производства.

В табл. 2 представлены данные об основных выпускаемых комплектах ГБО. Благодаря существенной разнице в стоимости газа и жидких топлив применение газомоторного топлива экономически оправдано при годовом пробеге более 20 тыс. км. Ресурс двигателя, работающего на газе, увеличивается на треть по сравнению с ресурсом двигателя, работающего на бензине.

Газообразные топлива являются альтернативным видом энергоносителей по отношению к традиционным жидким топливам, получаемым из нефти. Физико-химические и эксплуатационные свойства газообразных топлив существенно отличаются от бензинов и дизельных топлив, что

влияет на конструкцию газовых систем питания и их эксплуатацию. Техническое обслуживание и ремонт газового оборудования, переоборудование, хранение ГБА и их заправка, подготовка ремонтных рабочих имеют существенные особенности.

Т а б л и ц а 2

Данные о выпускаемых комплектах ГБО

Автомобиль	Модель ГБО	Изготовитель
ПАЗ-3205	ТШ-408.800	ЗиФ (Завод им. М.В. Фрунзе)
ВАЗ-2101...2107	ГБА-210	ЗАО «Автосистема»
ВАЗ-2121	ГБА-212	ЗАО «Автосистема»
ГАЗ-3221 «Газель» ГАЗ-322173 ГАЗ-330210 ГАЗ-330211	ГАЗ-310210 «Газель» «Газель» Р-131 ГАЗ-330210 «Газель» «Газель» ГБА-240	«Сага» ОАО «РЗАА» ЗиФ ЗАО «Автосистема»
КамАЗ-5320	ГБА-450	ЗАО «Автосистема»
ЛиАЗ-5256	ГБА-500	ЗАО «Автосистема»
ГАЗ-3307	ГАЗ-52, 53 ГБА-291	ЗАО «Автосистема»
ЗИЛ-431410	ЗИЛ-130	ЗАО «Автосистема»
ЗИЛ-431510	АВСТР. 454400.290	
ЗИЛ-431610	ЗИЛ-4316 ГБА-290	ЗАО «Автосистема»
ЗИЛ-433100	ЗИЛ-4331 ГБА-292	ЗАО «Автосистема»
УАЗ-2206	УАЗ-469 А ТШ-402.800	ЗиФ (Завод им. М.В. Фрунзе)
УАЗ-3303	УАЗ-3303 А ТШ-359.800	ЗиФ (Завод им. М.В. Фрунзе)

К газообразным углеводородным топливам, которые достаточно широко применяются в настоящее время и имеют перспективы расширения их использования, относятся:

- компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) (метан);
- газ сжиженный нефтяной (ГСН) (пропан-бутановая смесь).

Основными компонентами газообразных углеводородных топлив являются углеводородные газы – метан, пропан, бутан и ряд других. Эти газы могут храниться на автомобиле в сжиженном или газообразном агрегатном состоянии. Агрегатное состояние газа зависит от физико-химических свойств его компонентов, температуры и давления в баллоне. От агрегатного состояния компонентов газообразного топлива зависят способы заправки и его хранения, существенно влияющие на конструкцию и эксплуатацию ГБА.

Из табл. 3 следует, что все компоненты газообразных топлив при атмосферном давлении имеют температуру кипения ниже 0 °С. Однако если в емкости с газом повысить давление, то температура кипения газа существенно увеличится. Эти давления и температуры имеют пределы, называемые критическими. Очень низкие температуры кипения при атмо-

сферном давлении (-161,5 °С) и критическая температура (-82 °С) метана делают технически сложными заправку и хранение метана в сжиженном состоянии, для чего используются изотермические баллоны с комплексной термоизоляцией. Поэтому в настоящее время большое распространение получил способ заправки и хранения метана на автомобилях в сжатом, или так называемом компримированном, состоянии под высоким давлением. На автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) для заправки ГБА в странах СНГ рабочее давление – 20,0 МПа. Использование сжиженного метана получило в настоящее время распространение при доставке природного газа. В перспективе при освоении криогенных баллонов сжиженного природного газа для ГБА этот вид топлива может стать конкурентом дорогостоящим бензинам. Над этой проблемой работают в настоящее время ученые и конструкторы различных отраслей машиностроения.

Т а б л и ц а 3

Физико-химические свойства компонентов газообразных топлив и бензина, влияющих на конструкцию и эксплуатацию ГБА

Параметр	Компоненты				Бензин
	Метан	Этан	Пропан	Бутан	
Молекулярная формула	СН ₄	С ₂ Н ₆	С ₃ Н ₈	С ₄ Н ₁₀	-
Молекулярная масса, кг/моль	16	30	44	58	114,2
Температура кипения при давлении 100 кПа, °С	-161,5	-88,5	-42,1	-0,5	35-205
Теплота сгорания (низшая) удельная, МДж/кг	49,7	47,1	45,9	45,4	43,9
Теплота сгорания (низшая) объемная, МДж/м ³	33,8	59,9	85,6	111,6	213,1
Октановое число (ОЧ) (по моторному методу)	110	108	105	94	80-90
Теоретически необходимое для сгорания топлива количество воздуха, м ³ /м ³	9,52	16,66	23,91	30,95	58,61
Теоретически необходимое для сгорания топлива количество воздуха, кг/кг	17,2	16,8	15,8	15,6	14,9

При снижении давления метана в газовом редукторе высокого давления температура резко снижается (эффект Джоуля – Томпсона). Например, при снижении давления с 10,0 до 1,0 МПа падение температуры газа составит около 30 °С. Даже в летний период влага, содержащаяся в газе, может образовать кристаллы льда и стать препятствием при подаче газа в

двигатель. Таким образом, важными мероприятиями для эксплуатации ГБА являются: очистка (осушение) газа от воды при заправке на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях; своевременная замена фильтров в системе питания автомобиля; эффективный подогрев газа перед снижением давления в редукторе, особенно в зимний период эксплуатации.

Пропан и бутан – основные компоненты ГСН – по сравнению с метаном имеют значительно более высокие температуры кипения при атмосферном давлении ($-42,5$ и $-0,5$ °С, соответственно) и критические температуры ($+96,8$ и $+152,9$ °С, соответственно). Такие свойства позволяют хранить пропан и бутан в сжиженном состоянии в диапазоне эксплуатационных температур от -40 до $+45$ °С при относительно низком давлении (до $1,6$ МПа). Основными преимуществами газов, находящихся в сжиженном состоянии, по сравнению с комбинированным газом являются: большая концентрация тепловой энергии в единице объема, значительно меньшее рабочее давление в баллонах и, соответственно, меньшие прочность и толщина стенок баллона и запорной арматуры, их меньшие масса и стоимость. Например, один 50-литровый баллон, заправленный ГСН, для автомобиля ВАЗ рассчитан на 500 км пробега, а КПП – только на 100 км.

Давление насыщенных паров оказывает большое влияние на конструкцию и работу газобаллонного оборудования. По максимальному давлению газа рассчитывают прочность баллона. Газы поступают из баллона в редуцирующие устройства двигателя ГБА в отличие от бензина под действием избыточного давления в баллоне для преодоления сопротивления редуцирующего устройства. Это свойство особенно актуально при эксплуатации ГБА в условиях низких температур, когда компоненты ГСН переходят в жидкое состояние и, следовательно, их избыточное давление приближается к нулю.

Для метана доминирующим является давление заправки, которое по мере выработки газа из баллона уменьшается до предельного значения.

Для сжиженных газов давление в значительной степени зависит не от количества газа в баллоне, а от температуры (рис. 42). Так как каждый из компонентов имеет определенную температуру кипения, давление паровой фазы смеси сжиженных газов зависит как от температуры, так и от компонентного состава. Давление смеси газов можно определить по значению составляющих (парциальных) давлений углеводородных газов, входящих в состав смеси, пропорционально концентрациям. Свойства сжиженных газов определяются по параметрам отдельных углеводородов, входящих в смесь. Компоненты ГСН в сжиженном виде имеют большой коэффициент объемного расширения, поэтому во избежание разрушения баллона запрещается заправлять его полностью. Для этого необходимо оставлять так называемую паровую «подушку» (фазу). Степень заполнения (полезная емкость) автомобильных газовых баллонов должна быть в

пределах 80...85 %. Арматура автомобильных газовых баллонов имеет специальное устройство, автоматически прекращающее заправку баллона при достижении предельного уровня топлива.

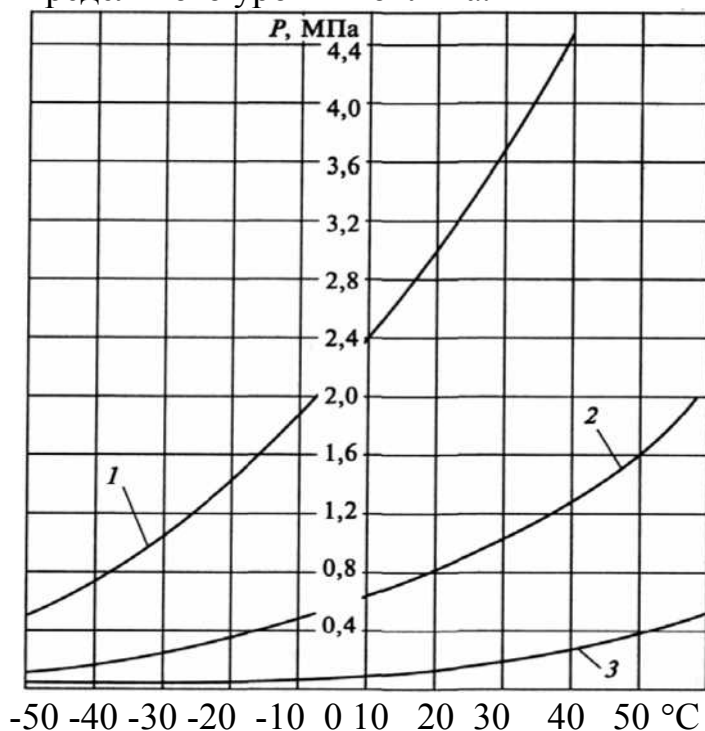


Рис. 42. Зависимость давления газовой фазы от температуры основных компонентов: 1 – этан; 2 – пропан; 3 – нормальный бутан

Основные компоненты ГСН – пропан, бутан и этан – имеют большие по сравнению с метаном показатели плотности и тяжелее воздуха (табл. 3). Таким образом, они, скапливаясь в канавах и на полу рабочих зон автотранспортных предприятий, представляют большую опасность по сравнению с метаном. Метан благодаря низкой плотности (почти в два раза легче воздуха) в случае утечки устремляется вверх в вентиляционные устройства.

Плотность паровой фазы газа оказывает влияние на массовый заряд газовой среды, поступающей в цилиндры двигателя, а следовательно, и на мощность, и на топливную экономичность. В зимнее время, когда плотность газовой смеси достигает максимальных значений, двигатель ГБА имеет наилучшие эксплуатационные показатели. Ряд зарубежных конструкций двигателей имеют отключение подогрева впускного коллектора для увеличения плотности заряда.

Все компоненты газообразных топлив первоначально не имеют цвета и запаха, поэтому для обнаружения утечек и обеспечения безопасности при использовании этих видов топлива на автомобилях их одорируют, т.е. придают особый запах.

Анализ теплофизических свойств топлива и его горючей смеси (теплота сгорания газа и теплотворность горючей смеси) показывает, что все газы превосходят бензин по теплотворной способности, однако в смеси с воздухом их энергетические показатели снижаются, и это является одной из причин уменьшения мощности газобаллонных автомобилей на ГСН до 7 % и на КПП до 20 %. Вместе с тем высокие октановые числа газобразных топлив позволяют увеличить степень сжатия газовых двигателей за счет изменения конструкции и поднять показатель мощности. Высокие октановые числа требуют увеличения угла опережения зажигания. Раннее зажигание может привести к перегреву деталей двигателя. В практике эксплуатации наблюдаются случаи прогорания днищ поршня и клапанов при слишком раннем зажигании и работе одновременно на бедных смесях.

Компоненты газового топлива имеют пределы воспламенения, значительно смещенные в сторону бедных смесей, что дает дополнительные возможности повышения топливной экономичности.

Газ сжиженный нефтяной в качестве топлива для автомобилей представляет собой смесь пропана, нормального бутана, изобутана, пропилена, этана, этилена и других углеводородов. Его получают как продукт переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах или при добыче нефти и природного газа в виде отдельной жидкой фракции.

Компонентный состав сжиженного нефтяного газа регламентируется ГОСТ 25578-87 «Газы сжиженные нефтяные. Топливо для газобаллонных автомобилей. Технические условия». Стандарт предусматривает две марки газа: зимнюю – ПА (пропан автомобильный) и летнюю – ПБА (пропан-бутановая смесь автомобильная). В марке ПА содержится 90 ± 10 % пропана, в марке ПБА – 50 ± 10 % пропана, остальное – бутан, не более 1 % непредельных углеводородов. В газе сжиженном нефтяном марки ПА давление насыщенных паров при температуре -35 °С не менее 0,07 МПа (избыточное), в газе марки ПБА при температуре $+45$ °С – не более 1,6 МПа, а при температуре -20 °С – не менее 0,07 МПа. Давление газа в баллоне практически не зависит от его количества.

На автомобильные газонаполнительные станции часто поступает газ зимней и летней марок по ГОСТ 20448-90 «Газы углеводородные сжиженные для коммунально-бытового и промышленного потребления. Технические условия». Этот ГОСТ имеет более широкие допуски на содержание компонентов, в том числе вредных с точки зрения воздействия на двигатель и топливную аппаратуру (например, серу и ее соединения, непредельные углеводороды и др.). По этим техническим условиям поступают ГСН двух марок: смесь пропан-бутановая зимняя (СПБТЗ) и смесь пропан-бутановая летняя (СПБТЛ). В ГСН, поставляемом для автомобильного транспорта, по техническим причинам может содержаться некоторое количество масла, поступающего из компрессоров и насосов. Примеси в ГСН масла, тяжелых остатков адсорбируются на резинотехнических изделиях

газовой аппаратуры, что отрицательно сказывается на надежности ее работы.

Запасы и объемы добычи природного газа значительно превышают эти показатели сжиженного газа. Основным компонентом компримированного природного газа является метан (до 95 %). На АГНКС поступает КПП в соответствии с ГОСТ 27577-2000, который определяет теплоту сгорания 31,8 МДж/м. В зависимости от применяемого газового топлива принципиальные схемы систем питания имеют свои специфические особенности и одновременно общие элементы. Эти схемы устанавливаются параллельно штатным системам питания жидким топливом.

Газодизельные системы питания

Дизельные двигатели при переводе для работы на газовом топливе в отличие от бензиновых требуют дополнительных условий обеспечения воспламенения газа в камере сгорания. Температура воспламенения метана (680 °С) значительно превосходит температуру, при которой самостоятельно воспламеняется дизельное топливо в конце такта сжатия (280 °С). Поэтому для работы дизельных двигателей на газе необходим дополнительный источник воспламенения. Рудольф Дизель еще в 1898 году запатентовал способ воспламенения газового топлива дозой запального жидкого топлива, однако применять этот способ стали только с 1930 года (для стационарных узкорегимных двигателей). Газодизельным (ГД) процессом является такой способ сгорания дизельного топлива и природного газа одновременно, когда газозвдушная смесь воспламеняется принудительно от небольшой горячей дозы дизельного топлива. Газозвдушная смесь подается в цилиндры двигателя, где сжимается поршнем на такте сжатия, и в нужный момент топливный насос высокого давления (ТНВД) через форсунки впрыскивает запальную дозу дизельного топлива, которая самовоспламеняется и поджигает газозвдушную смесь.

В ГД-режиме двигатель работает на двойном топливе – дизельном топливе и природном газе. По основному признаку – способу воспламенения газозвдушной смеси – газодизель относится к двигателям с принудительным воспламенением. Газодизельный двигатель имеет две взаимосвязанные системы питания: дизельную и газовую. Общим для этих двух систем является оригинальное газодизельное оборудование.

При переоборудовании дизельных двигателей, имеющих высокую степень сжатия, мощность двигателя остается на уровне базового двигателя.

Основными целями переоборудования дизельных двигателей для работы по газодизельному циклу являются:

- экономия до 75...80 % дизельного топлива путем замещения его природным газом;
- увеличение суммарного запаса хода транспортного средства при использовании обоих видов топлива в 1,5... 1,7 раза;

- снижение дымности отработавших газов дизеля в 2...4 раза.

Минимальное количество запального жидкого топлива определяется энергией, необходимой для воспламенения и полного сгорания газозвушной смеси. Однако из-за меняющихся во времени режимов работы автомобильных двигателей и необходимости охлаждения форсунок доза запального дизельного топлива превышает теоретически необходимые 5...7 %. Практически запальная доза составляет от 15 до 50 % от полной подачи дизельного топлива.

Подача дизельного топлива при работе в режиме газодизеля отличается от дизельного режима. Для запуска двигателя и работы на минимальных оборотах холостого хода в камеру сгорания поступает только дизельное топливо. При увеличении частоты вращения и нагрузки в камеру сгорания поступают газозвушная смесь и запальная доза дизельного топлива. С этого момента двигатель работает по газодизельному циклу. Газодизельное оборудование предназначено для заправки, хранения, управления подачей и дозирования газа, образования газозвушной смеси, ограничения цикловой подачи дизельного топлива до уровня запальной дозы и защиты дизеля от нештатных режимов работы (рис. 43). При этом сохраняется возможность быстрого перехода с газодизельного режима на жидкое топливо и обратно.

Система заправки, хранения газа и снижения его давления практически имеет одинаковый принцип работы и устройство с системой питания КПП двухтопливных бензиновых ГБА. Для заправки баллонов 17 служит узел заправочный 20, вентиль наполнительный 21 и баллонные вентили 19. На баллонах установлены тройники баллона 18, вентили. Крестовина 13 с манометром 12 установлены на кронштейне узла высокого давления. Из баллонов газ по трубопроводам высокого давления подается к электромагнитному клапану 9, предварительно пройдя очистку в фильтре 10. После открытия электромагнитного клапана 9 газ подается к РВД 8 и затем к РНД 5. Для подогрева к РВД подается жидкость от системы охлаждения двигателя. РНД 5 оборудован системой коррекции по загрязненности воздушного фильтра, предотвращающей самофорсировку двигателя.

В конструкцию системы питания обычного дизельного двигателя добавляются газовый смеситель 23, механизм установки запальной дозы дизельного топлива (МУЗД) 30, дозатор газа 22 для управления топливным насосом высокого давления и подачей газа, а также электрооборудование 3, 6, 11, 14, 27, которое обеспечивает необходимую информативность и защиту дизеля от нештатных режимов работы.

Дизельная система питания состоит из штатных агрегатов, включая топливный насос высокого давления и форсунки. На ТНВД дополнительно имеется механизм ограничения подачи запальной дозы, который обеспечивает впрыск заданного количества дизельного топлива, необходимого для воспламенения газодизельной смеси в камере сгорания, а также переключение на работу в обычном дизельном режиме. Заданный состав

смеси газа с воздухом регулируется дозатором 22, соединенным с педалью привода рейки ТНВД телескопической тягой 29. Начало подачи газа в двигатель осуществляется синхронно с началом нажатия педали привода рейки ТНВД 28 водителем. В этот момент цикловая подача дизельного топлива в цилиндры двигателя равна запальной дозе.

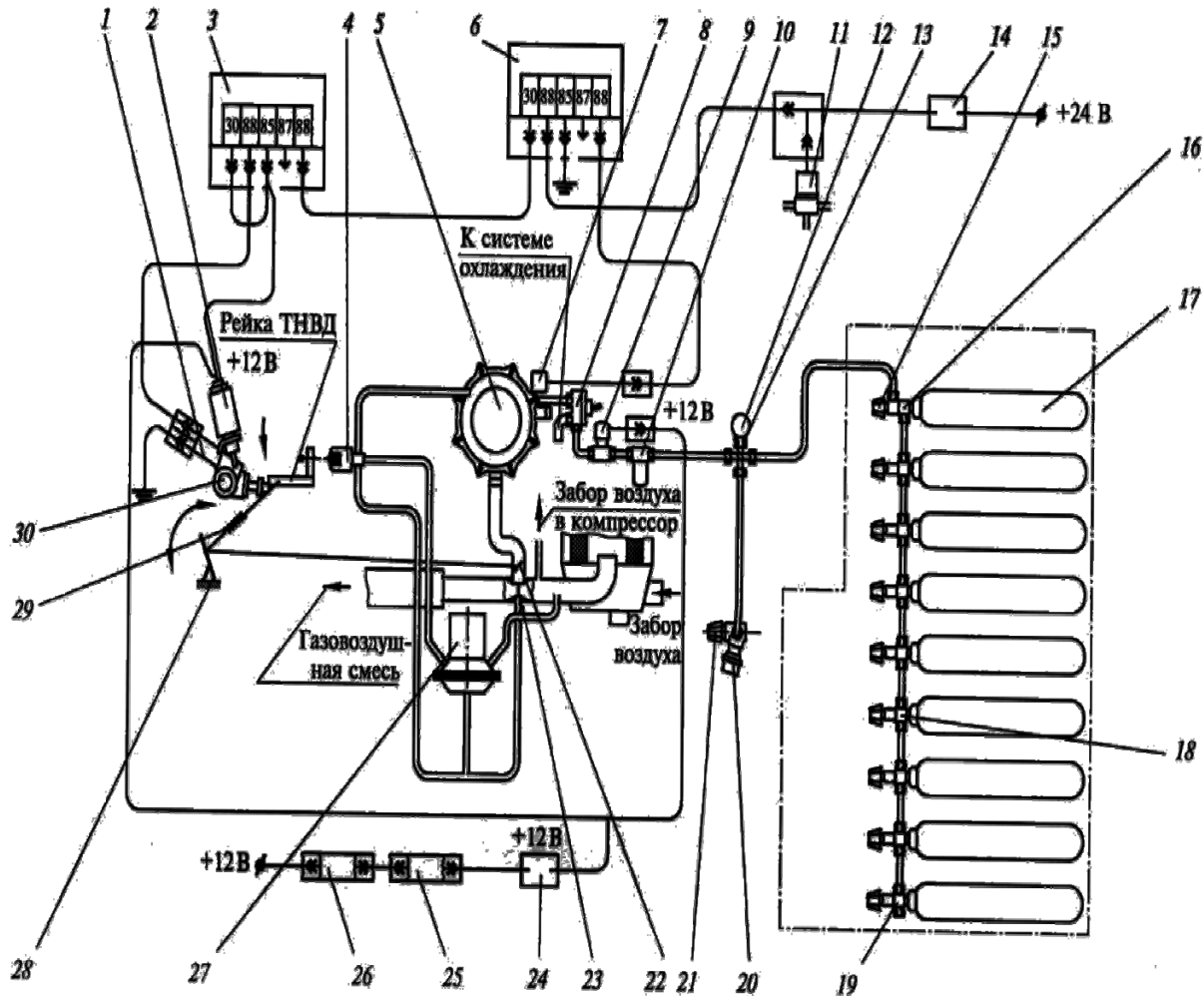


Рис. 43. Принципиальная схема газодизельного оборудования

Изменение числа оборотов, крутящего момента и мощности двигателя осуществляется преимущественно изменением количества газа, подаваемого в двигатель. При работе двигателя запальная доза дизельного топлива изменяется, незначительно увеличиваясь с повышением частоты вращения кулачкового вала ТНВД. При снятии ноги водителя с педали 28 прекращается подача газа в двигатель, и одновременно цикловая подача дизельного топлива уменьшается с величины запальной дозы до величины подачи холостого хода.

Двигатель запускается и прогревается только в дизельном режиме на дизельном топливе. Перевод двигателя с дизельного режима в ГД-режим и обратно возможен как во время остановки, так и при движении автомобиля. Для этого необходимо отпустить педаль привода рейки и

переключить клавишу 25 выбора режима работы «Дизель» – «Газодизель», расположенную на щитке приборов в кабине водителя.

Отключение подачи газа при пользовании моторным тормозом происходит с помощью реле 6 и электромагнитного клапана 7, установленного на входе в РНД. Ограничение подачи газа при достижении двигателем максимальной частоты вращения осуществляется пневмомеханическим клапаном 4.

Для преобразования напряжения в бортовой сети дизеля в рабочее напряжение 12 В используется тиристорный блок 24. Отключение подачи газа при неработающем двигателе осуществляется пневмоконтактором 27. Для предотвращения попадания газа в пневмосистему патрубков отбора воздуха из впускного коллектора перенесен на корпус смесителя газа 23, а на впускном коллекторе – заглушен. Газодизельные системы питания устанавливаются на двигатели, оснащенные ТНВД с двухрежимным регулятором. При наличии на ТНВД всережимного регулятора необходимо заменить его двухрежимным.

Инжекторные системы подачи газового топлива

Газовые системы питания могут оснащаться так называемыми инжекторными системами подачи газа.

В отличие от рассмотренных ранее инжекционных устройств – редукторов низкого давления, которыми газ подается при давлении, близком к атмосферному, в полость карбюратора над дроссельной заслонкой инжекторные устройства подают газ во впускной коллектор под значительно большим давлением (0,1... 0,2 МПа). Дозирование газа осуществляется за счет изменения времени возвратно-поступательного движения специального газового клапана - инжектора 12 (рис. 44).

По принципу управления подачей газа инжекторные системы подачи газа аналогичны системам впрыска бензина. Инжекторные системы могут устанавливаться как на карбюраторные, так и на инжекторные бензиновые автомобили.

Рассмотрим инжекторную систему подачи газа на примере газового инжектора Громыко (ГИГ-3), рассчитанную для работы ГСН.

Газовым инжектором 12 управляет сигнал, поступающий от электронного блока 4. В свою очередь электронный блок получает информацию о работе двигателя (о частоте вращения двигателя – от катушки зажигания 1, о составе смеси – от лямбда-зонда 11).

Помимо этого информация о нагрузке на двигатель поступает на дифференциальный редуктор 14 в виде разрежения во впускном коллекторе. Разрежение также косвенно дает информацию о расходе воздуха, поступающего в двигатель. Таким образом, дифференциальный редуктор совместно с инжектором 12 также участвует в управлении подачей газа в двигатель.

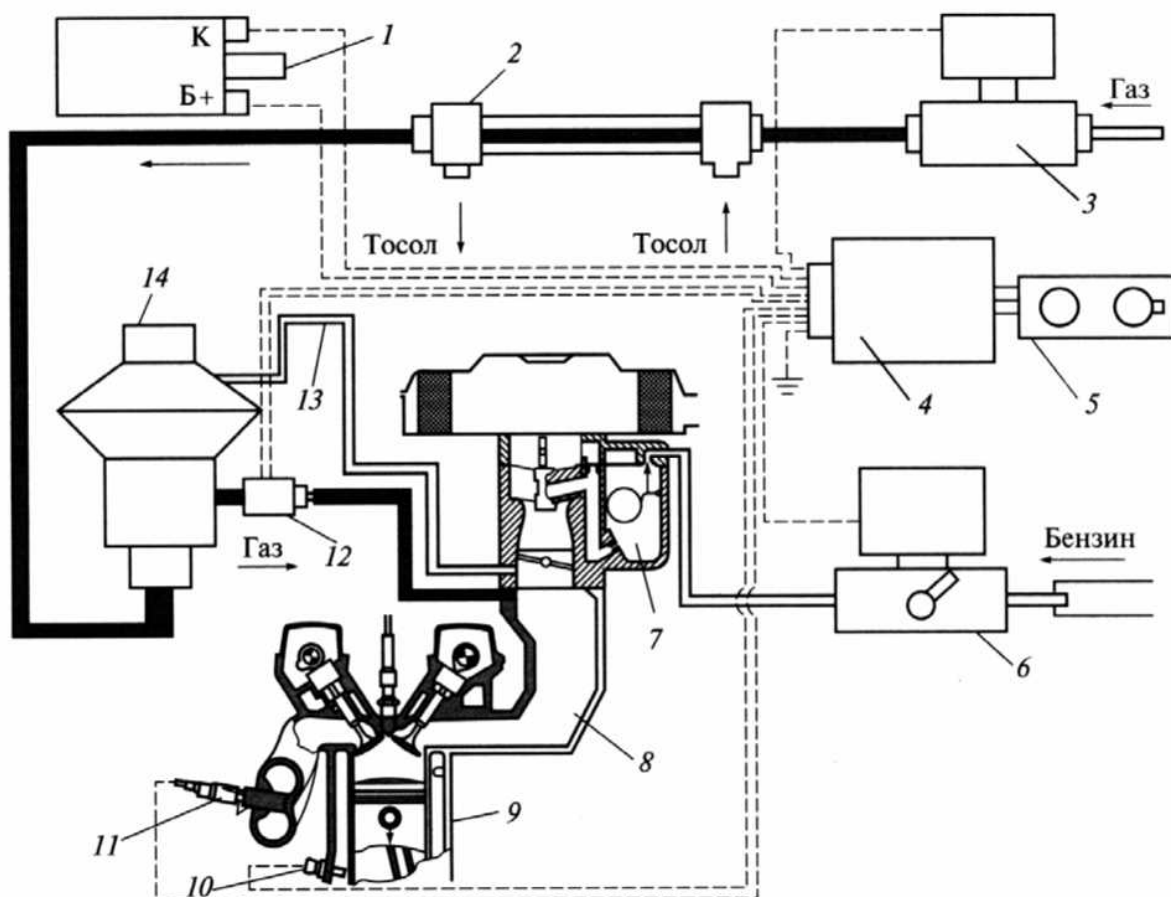


Рис. 44. Схема инжекторной системы дозирования газового топлива:
 1 – катушка зажигания; 2 – испаритель; 3 – ЭМК газа; 4 – электронный блок управления; 5 – пульт управления; 6 – ЭМК бензина; 7 – карбюратор;
 8 – впускной коллектор; 9 – двигатель; 10 – датчик температуры;
 11 – лямбда-зонд; 12 – газовый инжектор; 13 – патрубок для отвода разрежения; 14 – дифференциальный редуктор

Газ из баллона поступает сначала в испаритель 2 и затем в дифференциальный редуктор 14.

Давление газа понижается до заданного уровня (0,1...0,2 МПа) в полости 10, после чего газ поступает к инжектору через штуцер 15.

Регулировка давления выполняется вращением заглушки 7, с которой предварительно снимают колпачок 22.

Газовый инжектор – это быстродействующий электромагнитный клапан, который по сигналу от электронного блока открывается, и через него проходит доза топлива (газа). Открытие и закрытие клапана происходит синхронно с вращением коленчатого вала за счет воздействия магнитных сил сердечника на якорь. Электромагнитный инжектор обеспечивает открытие отверстия для прохода топлива за 0,6 мс и закрытие за 2,0 мс и позволяет работать с частотой до 250 Гц. Подача газа из инжектора производится непосредственно во впускной коллектор, что препятствует загрязнению карбюратора, улучшает наполнение цилиндров, снижает риск «обратного хлопка» в инжекторных автомобилях

Электронный блок управляет системой таким образом, что при остановке двигателя немедленно прекращается подача газа. При включении зажигания газовый клапан кратковременно открывается, выдавая необходимую для запуска порцию газового топлива. При неработающем двигателе и включенном зажигании газовый клапан закрыт.

Электронный блок управления 4 (см. рис. 44) предназначен для обработки сигналов, поступающих с датчиков оборотов (катушки 7), температуры 10 и лямбда-зонда 11, и управления работой газового клапана и газового инжектора. В электронном блоке размещены электронные схемы управления инжектором, газовым 3 и бензиновым 6 клапанами.

При настройке электронного блока управления на автомобиле используется специальный тестер. Электронный блок управления устанавливается в салоне автомобиля.

Пульт управления 5 предназначен для переключения режимов «Бензин» – «Газ» и регулировки длительности открытия форсунки. На переднюю панель блока выведены ручка потенциометра «тонкой» подстройки, переключатель «Бензин» – «Газ» и обеспечен доступ к разъему тестера и потенциометрам установки времени открытия инжектора.

Испаритель 2 предназначен для подогрева газа с помощью охлаждающей жидкости двигателя и испарения жидкой фазы пропан-бутановой смеси. Его подсоединение аналогично подсоединению редуктора низкого давления. Преимуществом газовых инжекторных систем являются их значительно меньшие габаритные размеры, хорошие топливная экономичность, динамика и экологические показатели.

Содержание отчета

1. Схема и краткое описание ГБО топливной системы инжекторного двигателя.
2. Схема и краткое описание ГБО топливной системы карбюраторного двигателя.
3. Схема и краткое описание ГБО топливной системы дизельного двигателя.

Контрольные вопросы

1. Назначение и устройство запорной арматуры.
2. Назначение и устройство газового баллона.
3. Назначение и устройство газового клапана.
4. Назначение и устройство газового редуктора высокого давления.
5. Назначение и устройство газового редуктора низкого давления.
6. Назначение и устройство газового смесителя.
7. Назначение и устройство штуцера для контроля давления топлива.
8. Назначение и устройство клапана бензобака.
9. Назначение и устройство бензинового клапана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной задачей лабораторных работ по системам питания двигателей является:

- практическое обучение, учащихся в приобретении умений и навыков по разборке и сборке;
- применять технические средства, оборудование;
- знать технические условия и требования государственных стандартов по системам питания двигателей автомобилей.

В лабораторных работах в соответствии с требованиями учебной программы предусмотрены технологические операции по разборке, сборке, проверке и испытанию приборов системы питания на специальных стендах или с помощью переносных приборов. Надежность и экономичность работы двигателя в большой степени определяются исправным состоянием и правильной регулировкой приборов системы питания, поэтому правильные технические воздействия, помимо экономии топлива, приводят к снижению жесткости рабочего процесса, уменьшению износа деталей цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма, сохранению окружающей среды. Значения выходных параметров элементов электронных систем управления подачей топлива должны обеспечивать оптимальные значения параметров выходных рабочих процессов (мощность, экономичность, экологичность и т.п.) независимо от вида используемого топлива (бензин, дизельное топливо, газообразное топливо). Оптимальные значения параметров выходных рабочих процессов определяются строгим дозированием горючей смеси на всех режимах работы двигателя с учетом всех факторов, определяющих режимы работы автомобиля (температура ОЖ и воздуха во впускном трубопроводе, наличие несгоревших углеводородов в отработавших газах, наличие детонации и т.д.).

Выходными параметрами диагностирования приборов карбюраторных и газобаллонных систем питания двигателей должны быть: работоспособность и экономичность газового редуктора, бензонасоса на разных режимах и их регулировки в соответствии с техническими условиями.

Выбор параметров для приборов системы питания автомобильного дизеля должен обеспечить:

- впрыск под высоким давлением строго дозированного количества топлива за
- цикл в соответствии с нагрузочными и скоростными режимами работы двигателя и в строго определенный момент;
- автоматическое регулирование и корректирование характеристики топливоподачи;
- минимальную неравномерность подачи топлива по цилиндрам.

Основным показателем качества работ является стабильность выходных параметров приборов питания двигателя в период их длительной эксплуатации, а также минимальный вред окружающей среде за счет выброса с отработавшими газами несгоревших частиц нефтепродуктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Епифанов, Л.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст] / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова. – М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2001.
2. Кабанов, Е.И. Техническое обслуживание автомобилей [Текст]: лабораторный практикум / Е.И. Кабанов, В.Я. Пищук. – М.: Транспорт, 1989.
3. Колесник, П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: учебник для вузов / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 325 с.
4. Крамаренко, Г.В. Техническое обслуживание автомобилей [Текст]: учебник для автотранспортных техникумов / Г.В. Крамаренко, И.В. Барашков. – М.: Транспорт, 1982. – 368 с.
5. Росс Твег Система впрыска топлива автомобилей ВАЗ. Сер. «Автомеханик» [Текст] / Росс Твег. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2004. – 184 с.
6. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования [Текст] / В.М. Власов [и др.]; под ред. В.М. Власова. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 480 с.
7. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов / Е.С. Кузнецов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2004.
8. Антропов, Б.С. Диагностирование автомобилей [Текст]: учеб. пособие / Б.С. Антропов, Ю.З. Звонкин, А.А. Крайнов. – Ярославль: Изд-во Ярославского ГТУ, 2009. – 187 с.
9. Болдин, А.П. Надёжность и техническая диагностика подвижного состава автомобильного транспорта. Теоретические основы [Текст]: учеб. пособие / А.П. Болдин, В.И. Сарбаев. – М.: Изд-во МАИИ. 2010. – 206 с.
10. Дмитренко, В.М. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе [Текст]: учеб. пособие в 2-х ч. / В.М. Дмитренко, И.А. Коновалов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – Ч.1. – 355 с.
11. Харазов, А.М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания [Текст] / А.М. Харазов, Е.И. Кривенко. – М.: Высш. шк., 1982. – 272 с.
12. Спичкин, Г.В. Практикум по диагностированию автомобилей [Текст] / Г.В. Спичкин А.М. Третьяков. – М.; Высш. шк., 1986. – 439 с.
13. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / Минавтотранс РСФСР. – М.: Транспорт, 1986. – 73 с.
14. Спичкин, В.П. Диагностирование автомобилей [Текст] / В.П. Спичкин. – М.: Транспорт, 1986. – 275 с.
15. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Е.С. Кузнецов [и др.] / под. ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
16. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.

17. Колесник, П.А., Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: учебник для вузов / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – М.: Транспорт, 1984. – 325 с.
18. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ [Текст]. – СПб.: Петер Гранд, 2001.
19. Люфтомер рулевого управления: Руководство по эксплуатации [Текст]. – Сергиев Посад: Сергиево Посадское АОЗТ «Автоспецоборудование», 1988. – 11 с.
20. Машина балансировочная ЛС1-01. Паспорт [Текст]. – СПб., 1992. – 21 с.
21. Прибор для проверки тормозов «Эффект»: Руководство по эксплуатации [Текст]. – Сергиев Посад: Сергиево Посадское АОЗТ «Автоспецоборудование», 1998. – 24 с.
22. Технология диагностирования автомобилей [Текст]. – М.: ГОСНИТИ, 1981. – 133 с.
23. Дмитренко, В.М. Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностирования подвижного состава автотранспортных средств [Текст]: конспект лекций / В.М. Дмитренко. – Пермь: Изд-во Пермского ГТУ, 2004. – 266 с.
24. Колчин, В.С. Основы диагностики и технической эксплуатации автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.С. Колчин. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 156 с.
25. Техническая эксплуатация автомобилей (лабораторный практикум) [Текст]: учеб. пособие / В.В. Чмкулаева. – Орёл: Изд-во Орёл ГТУ, 2006. – 116 с.
26. Малкин, В.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Теоретические и практические аспекты [Текст]: учеб. пособие / В.С. Малкин. – М.: ИЦ «Академия», 2007. – 288 с.
27. Овчинников, В.П. Технологические процессы диагностирования, технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.П. Овчинников. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 284 с.
28. Жученко, А.В. Лабораторный практикум по дисциплине: «Технологические процессы технического обслуживания, текущего ремонта и диагностирования автомобилей» [Текст]: учеб. пособие / А.В. Жученко [и др.]. – Зерноград: Изд-во ФГОУ ВПО «АЧГАА», 2008. – 136 с.
29. Уханов, А.П. Техническое обслуживание, выявление неисправностей и устранение отказов в системе питания дизелей [Текст]: учеб. пособие / А.П. Уханов [и др.]. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ. 2008. – 106 с.
30. Яхьяев, Н.Я. Основы теории надёжности и диагностика [Текст]: учебник / Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин. – М.: ИЦ «Академия», 2009. – 256 с.
31. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст]. – Пенза: Информ.-издат. центр ПензГУ. 2004. – 106 с.

32. Газобаллонные автомобили: Справочник [Текст] / А.И. Морев [и др.]. – М.: Транспорт, 1992. – 250 с.
33. Золотницкий, В.А. Система питания газобензиновых автомобилей [Текст] / В.А. Золотницкий. – М.: Издат. дом «Третий Рим», 2001. – 125 с.
34. Кленников, Е.В. Газобаллонные автомобили: Техническая эксплуатация [Текст] / Е.В. Кленников, О.А. Мартиров, М.Ф. Крылов. – М.: Транспорт, 1986. – 77 с.
35. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / В. Лютко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: МАДИ (ТУ), 2000. – 325 с.
36. Морев, А.И. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей [Текст] / А.И. Морев, В.И. Ерохов. – М.: Транспорт, 1988. – 187 с.
37. Переход автотранспорта на природный газ [Текст]: нормативно-справочное пособие / А.И. Морев [и др.]. – М.: ИРЦ газовой промышленности, 1995. – 97 с.
38. Пособие по приспособлению действующих АТП для работы автомобилей на СПГ и СНГ и устройству пунктов выпуска СПГ и слива СНГ [Текст]. – М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. – 111 с.
39. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учеб. для вузов. / Е.С. Кузнецов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 270 с.
40. Краткий автомобильный справочник [Текст] / А.Н. Поздников [и др.]. – М.: АО «Трансконсалтинг», НИИАТ, 1994. – 779 с.
41. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции [Текст]. – М.: РАО «Газпром», 1994. – 63 с.
42. Газобаллонные автомобили [Текст] / Е.Г. Григорьев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 216 с.
43. Автомобиль ЗИЛ-138А. Дополнение к руководству по эксплуатации газобаллонных автомобиля ЗИЛ-130А [Текст]. – Л.: Машиностроение, 1985. – 63 с.
44. Методические указания по контролю и оптимальной регулировке газовой аппаратуры автомобилей, работающих на сжатом природном газе [Текст]. – М.: 1985. – 105 с.
45. Инструкция по переоборудованию грузовых автомобилей Горьковского автозавода для работы на сжиженном газе [Текст]. – Горький, 1988. – 34 с.
46. Трушин, В.М. Газовое оборудование и арматура для газобаллонных автомобилей [Текст] / В.М. Трушин. – Л.: Недра, 1990. – 250 с.
47. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности [Текст].
48. ОСТ 37.001.653-99. Газобаллонное оборудование для транспортных средств, использующих газ в качестве моторного топлива. Общие технические требования и методы испытаний [Текст].

49. РД-3112199-98. Требования пожарной безопасности для предприятий, эксплуатирующих автотранспортные средства на сжиженном природном газе [Текст].

50. ТУ 152-12-008-99. Автомобили и автобусы. Установка на автомобили газобаллонного оборудования для работы на газе сжиженном нефтяном (ГСН). Приемка и выпуск после установки. Испытания газотопливных систем [Текст].

51. ТУ 152-12-007-99. Автомобили. Установка на автомобили газобаллонного оборудования для работы на сжиженном природном газе (КПГ). Приемка и выпуск после установки. Испытания газотопливных систем [Текст].

52. ТУ РД 031112194-1014-97. Автобусы. Установка на автобусы газобаллонного оборудования для работы на сжиженном природном газе (КПГ). Приемка и выпуск после установки. Испытания газотопливных систем [Текст].

53. Панов, Ю.В. Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей [Текст] / Ю.В. Панов. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 160 с.

Приложение 1

КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОПЛИВ

В настоящее время автомобильные топлива делятся на следующие экологические классы – классификационный код (К2, К3, К4, К5), определяющий требования безопасности топлива. В тоже время следует отметить, что данная классификация не распространяется на топливо:

- 1) поставляемое по государственному оборонному заказу;
- 2) поставляемое на экспорт за пределы единой таможенной территории Таможенного союза (Россия, Казахстан, Белоруссия);
- 3) находящееся на хранении в организациях, обеспечивающих сохранность государственного материального резерва;
- 4) а также для нужд собственного потребления на нефтяных промыслах и буровых платформах.

При розничной реализации автомобильного бензина и дизельного топлива информация о наименовании, марке топлива, в том числе об экологическом классе, должна быть размещена в местах, доступных для потребителей, на топливно-раздаточном оборудовании, а также отражена в кассовых чеках.

По требованию потребителя, продавец обязан предъявить копию документа о качестве (паспорт) топлива.

Не допускается применение в автомобильном бензине металлосодержащих присадок (содержащих марганец, свинец и железо). Автомобильный бензин может содержать красители (кроме зеленого и голубого цвета) и вещества-метки. Не допускается применение в дизельном топливе металлосодержащих присадок, за исключением антистатических присадок.

Паспорт (документ о качестве топлива) должен содержать:

- 1) наименование и обозначение марки топлива;
- 2) наименование изготовителя (уполномоченного изготовителем лица) или импортера, или продавца, их местонахождение (с указанием страны);
- 3) обозначение документа, устанавливающего требования к топливу данной марки (при наличии);
- 4) нормативные значения и фактические результаты испытаний, подтверждающие соответствие топлива данной марки требованиям;
- 5) дату выдачи и номер паспорта;
- 6) подпись лица, оформившего паспорт;
- 7) сведения о декларации соответствия;
- 8) сведения о наличии присадок в топливе.

Выпуск в обращение и обращение автомобильного бензина и дизельного топлива экологического класса К3 допускается по 31 декабря 2014 года.

Выпуск в обращение и обращение автомобильного бензина и дизельного топлива экологического класса К4 допускается по 31 декабря 2015 года.

Продолжение прил. 1

Выпуск в обращение и обращение автомобильного бензина и дизельного топлива экологического класса К5 не ограничен.

Обозначение автомобильного бензина включает следующие группы знаков, расположенных в определенной последовательности через дефис. Первая группа: буквы АИ, обозначающие автомобильный бензин.

Вторая группа: цифровое обозначение октанового числа автомобильного бензина (80, 92, 93, 95, 96, 98 и др.), определенного исследовательским методом.

Третья группа: символы К2, К3, К4, К5, обозначающие экологический класс автомобильного бензина.

Обозначение дизельного топлива (табл. 1П1) включает следующие группы знаков, расположенных в определенной последовательности через дефис.

Первая группа: буквы ДТ, обозначающие дизельное топливо для автомобильных дизельных двигателей.

Вторая группа: буквы Л (летнее), З (зимнее), А (арктическое), Е (межсезонное), обозначающие климатические условия применения.

Третья группа: символы К2, К3, К4, К5, обозначающие экологический класс дизельного топлива. Обозначение марки может включать торговую марку (товарный знак) изготовителя. Все требования к характеристикам бензина сведены в табл. 2П1.

Т а б л и ц а 1П1

Требования к дизельным топливам экологических классов К2,К3,К4,К5

Характеристики автомобильного дизельного топлива	К2	К3	К4	К5
1	2	3	4	5
Массовая доля серы, не более, мг/кг	500	350	50	10
Фракционный состав – 95 % перегоняется при температуре, не выше, °С	360			
Температура вспышки для ДЛ и ДЕ, не ниже °С	40		55	
Температура вспышки для ДЗ и ДА, не ниже °С	30			
Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, не более, %	-	11	11	8
Объемная доля эфиров, не более %	7			
Цетановое число ДЛ и ДЕ, не менее %	45	51		
Цетановое число ДЗ и ДА, не менее %	-	47		
Смазывающая способность, не более, мкм	-	460		
Предельная температура фильтруемости ДЕ, не выше °С	-15			
Предельная температура фильтруемости ДЗ, не выше °С	-20			
Предельная температура фильтруемости ДА, не выше °С	-38			

Примечание: «-» не определяется.

Продолжение прил. 1
Таблица 2П1

Требования к бензинам экологических классов К2, К3, К4, К5

Характеристики автомобильного бензина (не более)	К2	К3	К4	К5
1	2	3	4	5
Массовая доля серы, мг/кг	500	150	50	10
Объемная доля бензола, %	5	1		
Массовая доля кислорода, %	-	2.7		
Объемная доля ароматических углеводородов, %	-	42	35	
Объемная доля олефиновых углеводородов, %	-	18		
Давление насыщенных паров (летний), кПа	35-80			
Давление насыщенных паров (зимний), кПа	35-100			
Объемная доля монометиланилина, %	1.3	1	*	
Объемная доля метанола, %	-	1		
Объемная доля этанола, %	-	5		
Объемная доля изопропанола, %	-	10		
Объемная доля третбутанола, %	-	7		
Объемная доля изобутанола, %	-	10		
Объемная доля эфиров, %	-	15		
Объемная доля другихоксигенов, %	-	10		

Примечание: «-» не определяется; «*» отсутствует.

Приложение 2

ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДВС»

1. *Топливный трубопровод (рампа) впрыскового двигателя предназначен для:*

- 1) подачи топлива к бензонасосу;
- *2) подачи топлива к форсункам;
- 3) подачи топлива к регулятору давления.

2. *Регулятор давления впрыскового двигателя предназначен для:*

- 1) поддержания давления в рампе;
- *2) поддержания постоянного перепада давления между давлением воздуха во впускном трубопроводе и давлением топлива;
- 3) поддержания давления в форсунке.

3. *Бензонасосы впрыскового двигателя классифицируются на:*

- *1) роликовые;
- *2) шестеренчатые;
- *3) турбинные одноканальные;
- *4) турбинные двухканальные;
- 5) лепестковые.

4. *Бензонасосы впрыскового двигателя создают давление:*

- *1) 300...400 кПа;
- 2) 1000...1200 кПа;
- 3) 600...700 кПа.

5. *Бензонасосы впрыскового двигателя перекачивают в минуту:*

- 1) 3...4 литра;
- *2) 1...2 литра;
- 3) 6...7 литра.

6. *Нормальная смесь топлива и воздуха в бензиновой системе питания:*

- 1) $\alpha > 1,0$;
- *2) $\alpha = 1,0$;
- 3) $\alpha < 1,0$.

7. *В зависимости от химического состава топлива (бензина) теоретически рассчитанное количества воздуха составляет:*

- 1) $L_0 = 12,6...13,5$ кг;
- *2) $L_0 = 14,5...15$ кг;
- 3) $L_0 = 15,5...16,5$ кг.

8. *Цвет пламени горячей бензовоздушной смеси голубой при:*

- *1) $\alpha = 0,85...1,1$;
- 2) $\alpha = 0,79...0,82$;
- 3) $\alpha = 0,74...0,76$.

Продолжение прил. 2

9. Цвет пламени горящей бензовоздушной смеси желтый при:

- 1) $\alpha=0,85 \dots 1,1$;
- *2) $\alpha=0,79 \dots 0,82$;
- 3) $\alpha=0,74 \dots 0,76$.

10. Цвет пламени горящей бензовоздушной смеси оранжевый при:

- 1) $\alpha=0,85 \dots 1,1$;
- 2) $\alpha=0,79 \dots 0,82$;
- *3) $\alpha=0,74 \dots 0,76$.

11. Система холостого хода карбюратора предназначена для:

- 1) пуска двигателя;
- *2) работы двигателя автомобиля на месте при отпущенной педали «газа» при выключенной коробки передач;
- 3) торможения двигателем.

12. C_4H_{10} это:

- 1) пропан;
- *2) бутан;
- 3) метан.

13. Альтернативные топлива подразделяются на следующие группы:

- *1) коммерческая;
- *2) перспективная;
- *3) проблемная;
- 4) синтетическая.

14. К коммерческой группе альтернативных топлив относится:

- *1) компримированный (сжатый) природный газ;
- *2) газ сжиженный нефтяной;
- *3) спирты в качестве добавок к бензинам;
- 4) каменный уголь.

15. К перспективной группе альтернативных топлив относится:

- *1) сжиженный метан;
- *2) спирты;
- *3) этанол;
- *4) метанол;
- *5) водород;
- *6) биогаз;
- 7) каменный уголь.

16. К проблемной группе альтернативных топлив относится:

- 1) сжиженный природный газ;
- *2) эфиры;
- 3) спирты;
- 4) этанол;
- *5) металлосуспензии;

- б) водород;
- *7) водо-бензиновые эмульсии;
- 8) каменный уголь.

17. *Альтернативные топлива подразделяются на:*

- 1) основные, не основные группы ;
- *2) коммерческие, перспективные и проблемные группы;
- 3) коммерческие, основные, запасные группы.

18. *К коммерческим альтернативным топливам относятся:*

- 1) сжиженный метан, биогаз, спирт;
- *2) КПП, ГСН, бензоспиртовые топлива;
- 3) демитилэфир, метанол, топливные элементы.

19. *К перспективным альтернативным топливам относятся:*

- 1) синтетический бензин (из каменного угля);
- *2) сжиженный природный газ, водород, спирт, биогаз;
- 3) демитилэфир, перекись азота, растительные масла.

20. *Октановое число метана:*

- 1) 75;
- 2) 130;
- *3) 115.

21. *Октановое число пропана:*

- 1) 110;
- 2) 90;
- *3) 127.

22. *Октановое число бутана:*

- 1) 88;
- *2) 95;
- 3) 105.

23. *Теоретически необходимое для сгорания 1 кг метана количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):*

- 1) 20,0;
- 2) 14,2;
- *3) 17,2.

24. *Теоретически необходимое для сгорания 1 кг пропана количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):*

- 1) 18,4;
- *2) 15,8;
- 3) 24,5.

25. *Теоретически необходимое для сгорания 1 кг бутана количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):*

- 1) 16,7;
- 2) 24,2;
- *3) 15,6.

Продолжение прил. 2

26. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг спирта (этанол) количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 22,1;
- *2) 9,0;
- 3) 17,2.

27. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг водорода количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- *1) 34,5;
- 2) 19;
- 27,2.

28. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг спирта (метанола) количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 24,5;
- *2) 6,8;
- 3) 19,6.

29. Октановое число спирта (этанол):

- 1) 95;
- *2) 108;
- 3) 116.

30. Октановое число спирта (метанола):

- *1) 111;
- 2) 87;
- 3) 124.

31. Аббревиатура КППГ означает:

- 1) коммерческий природный газ;
- *2) компримированный природный газ;
- 3) компонентный природный газ;
- 4) компримированный производственный газ.

32. Октановые числа газообразных топлив требуют:

- 1) уменьшения угла опережения зажигания;
- *2) увеличения угла опережения зажигания;
- 3) угол опережения зажигания не меняется.

33. При слишком раннем зажигании в двигателях автомобилей с ГБО:

- 1) ничего не происходит;
- *2) «прогорают» выпускные клапана;
- 3) «прогорают» впускные клапана.

34. Степень заполнения баллонов ГСН составляет:

- 1) 100%;
- 2) 90% ;
- *3) 80%.

35. Аббревиатура СПБТЗ означает:

- *1) смесь пропанобутанового топлива зимняя;

2) состав пропанобутанового топлива зимний.

36. Аббревиатура СПБТЛ означает:

*1) Смесь пропанобутанового топлива летняя;

2) Состав пропанобутанового топлива летний.

37. В топливе СПБТЗ содержится:

*1) 75% пропана и 25% бутана;

2) 50% пропана и 50% бутана;

3) 63% пропана и 37% бутана.

38. В топливе СПБТЛ содержится:

*1) 34% пропана и 76% бутана;

2) 40% пропана и 60% бутана;

3) 45% пропана и 55% бутана.

39. В зависимости от вида применяемых топлив и типа двигателей автомобиля переоборудуются в ГБО:

*1) однотопливные (монотопливные);

*2) двухтопливные с независимым питанием двигателя одним из топлив;

*3) двухтопливные с одновременной подачей двух топлив (газодизели).

40. Мощность двигателей, работающих на сжатом газе (метане):

1) уменьшается на 5-10%;

2) не изменяется;

*3) снижается на 18-20%.

41. Сжатый газе (метан) на борту автомобиля хранится в баллонах под давлением:

1) 1,24 МПа;

2) 7,2 МПа;

*3) 19,6 МПа.

42. Запас хода автомобиля на одной заправке сжатым газом (метаном):

1) увеличивается на 10-15%;

2) не изменяется;

*3) снижается на 30-40%.

43. У автомобиля с двигателем, работающим на сжатом газе (метане), количество токсичных компонентов в отработанных (выхлопных) газах:

1) увеличивается на 10-15% ;

2) не изменяется ;

*3) уменьшается на 30-75%.

44. Высокая детонационная стойкость метана допускает форсирование двигателя по степени сжатия до:

1) 8,5-9,0;

*2) 9,5-10,5.

45. По энергетическим параметрам 1 м^3 природного газа приравняют к:

- *1) 1 л бензина;
- 2) 2 л бензина;
- 3) 0,5 л бензина.

46. Температура КПП, заправляемого в баллоны автомобиля, должна быть не более:

- *1) $40 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) $50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

47. C_3H_8 это:

- *1) пропан;
- 2) бутан ;
- 3) метан.

48. Что понимается под термином детонационная стойкость бензина?

- 1) свойство топлива переходить из жидкого состояния в газообразное;
- *2) способность бензина нормально сгорать в цилиндрах двигателя без самовоспламенения и взрыва;
- 3) свойство топлива не изменять химического состава с течением времени;
- 4) степень коррозионного действия бензина на детали топливной системы и на износ двигателя.

49. Каким показателем качества характеризуется детонационная стойкость бензина?

- 1) кислотность;
- 2) наличие механических примесей;
- 3) давление насыщенных паров;
- *4) октановое число.

50. Какими способами можно повысить детонационную стойкость бензинов:

- 1) применение современных технологий получения топлив, добавление в топлива антидетонаторов;
- 2) добавление в базовые бензины высокооктановых компонентов, добавление в топлива антидетонаторов;
- *3) применение современных технологий получения топлив, добавление в базовые бензины высокооктановых компонентов, добавление в топлива антидетонаторов.

51. Дизельное топливо предназначено для использования:

- 1) в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением от искры и в поршневых двигателях внутреннего сгорания с самовоспламенением от сжатия.;

2) в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением от искры;

*3) в поршневых двигателях внутреннего сгорания с самовоспламенением от сжатия.

52. *Каким показателем качества характеризуется задержка самовоспламеняемости?*

1) октановое число;

*2) цетановое число;

3) гептановое число;

4) альфаметилнафталиновое число.

53. *Какое влияние оказывает цетановое число на работу дизеля?*

*1) определяет жесткость работы дизеля;

2) определяет экономичность работы дизеля;

3) определяет экологичность работы дизеля.

54. *Что называется цетановым числом?*

*1) процентное (по объему) содержание цетана в смеси с альфаметилнафталином при условии, что эта смесь при стандартном методе испытания обладает такой же задержкой самовоспламенения, как и исследуемое топливо;

2) процентное (по массе) содержание цетана в смеси с гептаном при условии, что эта смесь при стандартном методе испытания обладает такой же задержкой самовоспламенения, как и исследуемое топливо;

3) процентное (по объему) содержание цетана в смеси с гептаном при условии, что эта смесь при стандартном методе испытания обладает такой же задержкой самовоспламенения, как и исследуемое топливо;

4) процентное (по массе) содержание цетана в смеси с альфаметилнафталином при условии, что эта смесь при стандартном методе испытания обладает такой же задержкой самовоспламенения, как и исследуемое топливо.

55. *Электромагнитный клапан системы холостого хода карбюратора предназначен для:*

1) облегчения пуска двигателя;

*2) открывания жиклера при включенном зажигании;

*3) закрывания жиклера при выключенном зажигании.

56. *Экономайзеры принудительного холостого хода классифицируются следующим образом*

*1) с электронной системой;

*2) с электронно-пневматической системой;

3) с гидравлической системой.

57. *Экономайзер карбюратора предназначен для:*

1) автоматического поддержания заданного числа оборотов двигателя;

Продолжение прил. 2

*2) дополнительного обогащения горючей смеси при полном нажатии на педаль «газа»;

3) дополнительного обогащения горючей смеси при всех положениях педали «газа».

58. Эконостат карбюратора предназначен для:

1) автоматического поддержания заданного числа оборотов двигателя;

*2) дополнительного обогащения горючей смеси при полном нажатии на педаль «газа»;

3) дополнительного обогащения горючей смеси при всех положениях педали «газа».

59. Ускорительный насос карбюратора предназначен для:

1) автоматического поддержания заданного числа оборотов двигателя;

*2) дополнительного обогащения горючей смеси при резком нажатии на педаль «газа»;

3) дополнительного обогащения горючей смеси при максимальном положении педали «газа».

60. Воздушная заслонка карбюратора предназначена для:

1) автоматического поддержания заданного числа оборотов двигателя;

2) дополнительного обогащения горючей смеси при резком нажатии на педаль «газа»;

*3) обогащения горючей смеси при пуске холодного двигателя.

61. Корпус воздушного фильтра предназначена для:

*1) установки фильтрующего элемента;

*2) глушения шума на впуске.

62. Главная дозирующая система карбюратора предназначена для:

*1) приготовления горючей смеси обедненного состава на основных режимах работы двигателя;

2) приготовления горючей смеси обогащенного состава на основных режимах работы двигателя;

3) приготовления горючей стехиометрической смеси на основных режимах работы двигателя.

63. Педаль «газа» карбюраторного двигателя воздействует на:

*1) дроссельную заслонку;

2) воздушную заслонку;

3) дроссельную и воздушную заслонки.

64. Педаль «газа» карбюраторного двигателя воздействует кроме дроссельной заслонки и на:

*1) ускорительный насос, экономайзер;

2) воздушную заслонку;

3) иглу поплавковой камеры.

65. Педаль «газа» бензинового впрыскowego двигателя воздействует на:

1) дроссельную заслонку;

- *2) воздушную заслонку;
- 3) дроссельную и воздушную заслонки.

66. *Педаля «газа» бензинового впрыскowego двигателя воздействует кроме воздушной заслонки и на:*

- 1) дроссельную заслонку;
- *2) датчик положения воздушной заслонки;
- 3) датчик массового расхода воздуха.

67. *Педаля «газа» дизельного двигателя воздействует на:*

- 1) дроссельную заслонку;
- 2) воздушную заслонку;
- *3) топливную рейку.

68. *Топливная аппаратура дизельного двигателя состоит из:*

- 1) карбюратора, воздушного фильтра, форсунок и глушителя;
- 2) воздушной заслонки, топливного бака, топливного фильтра;
- *3) топливного бака, топливного фильтра, ТНВД, ТННД, форсунок, подкачивающего насоса, топливных магистралей.

69. *Топливные магистрали дизельного двигателя состоят из:*

- *1) сливных трубопроводов;
- *2) трубопроводов низкого давления;
- *3) трубопроводов высокого давления.

70. *Топливная аппаратура бензинового впрыскowego двигателя состоит из:*

- 1) карбюратора, воздушного фильтра, форсунок и глушителя;
- 2) воздушной заслонки, топливного бака, топливного фильтра;
- *3) топливного бака, топливного фильтра, насоса, форсунок, рампы, регулятора давления, топливных магистралей.

71. *λ-зонд представляет собой:*

- *1) датчик концентрации кислорода;
- 2) потенциометр;
- 3) датчик концентрации паров бензина.

72. *Форсунка бензинового впрыскowego двигателя представляет собой:*

- 1) представляет собой;
- *2) электромагнитный клапан;
- 3) механический клапан.

73. *Датчик детонации представляет собой:*

- *1) пьезокристаллическую пластину;
- 2) резистор;
- 3) потенциометр.

74. *СО-потенциометр используется для регулировки:*

- *1) уровня концентрации окиси углерода в выхлопных газах на холостом ходу;
- 2) количества топлива впрыскиваемого через форсунку;

3) содержания кислорода O_2 в выхлопных газах.

75. Датчик скорости основан на:

- *1) эффекте Холла;
- 2) законе Фарадея;
- 3) постулатах Ньютона.

76. Датчик положения коленчатого вала применяется в:

- *1) бензиновом впрысковом двигателе;
- 2) дизельном двигателе;
- 3) карбюраторном двигателе.

77. Диагностическая колодка бензинового впрыскового двигателя имеет:

- 1) восемь контактов;
- *2) шестнадцать контактов;
- 3) двенадцать контактов.

78. Контакт «М» диагностической колодки бензинового впрыскового двигателя соединен с:

- 1) «массой»;
- *2) каналом выдачи информации;
- 3) каналом управления бензонасосом.

79. Контакт «G» диагностической колодки бензинового впрыскового двигателя соединен с:

- 1) «массой»;
- 2) каналом выдачи информации;
- *3) каналом управления бензонасосом.

80. Контакт «А» диагностической колодки бензинового впрыскового двигателя соединен с:

- *1) «массой»;
- 2) каналом выдачи информации;
- 3) каналом управления бензонасосом.

81. Контакт «В» диагностической колодки бензинового впрыскового двигателя соединен с:

- 1) «массой»;
- *2) каналом подачи диагностического сигнала на ЭБУ;
- 3) каналом управления бензонасосом.

82. Каталитический нейтрализатор в своем составе имеет следующие химические элементы:

- 1) углерод, кремний, серебро, золото;
- *2) платину, золото, свинец;
- 3) платину, палладий, родий.

83. Платина каталитического нейтрализатора:

- 1) восстанавливает окись азота в азот;
- *2) окисляет углеводороды в водяной пар;

*3) окисляет окись углерода в двуокись углерода.

84. *Палладий каталитического нейтрализатора:*

1) восстанавливает окись азота в азот;

*2) окисляет углеводороды в водяной пар;

*3) окисляет окись углерода в двуокись углерода.

85. *Родий каталитического нейтрализатора:*

*1) восстанавливает окись азота в азот;

2) окисляет углеводороды в водяной пар;

3) окисляет окись углерода в двуокись.

86. *Топливная аппаратура бензинового впрыскowego двигателя продолжает работать в случае выхода из строя (потери работоспособности):*

1) всех датчиков;

2) датчика детонации;

*3) всех датчиков, кроме датчика положения коленвала.

87. *По расположению форсунок бензиновый впрысковый двигатель бывает:*

*1) с непосредственным впрыском;

*2) с распределенным впрыском;

*3) одновременно и с непосредственным впрыском и с распределенным впрыском.

88. *По количеству форсунок бензиновый впрысковый двигатель бывает:*

*1) с одноточечным впрыском;

*2) с многоточечным впрыском.

89. *В технической литературе бензиновый впрысковый двигатель также называют:*

*1) инжекторным;

2) эжекторным.

90. *Карбюраторные двигатели сняты с производства из-за:*

1) дороговизны;

*2) невозможности соблюдения экологических норм;

3) низкой надежности карбюраторов.

91. *C₄H₁₀ это:*

1) пропан;

*2) бутан ;

3) метан.

92. *Определите фундаментальное понятие термина «отказ» системы питания газобаллонного автомобиля:*

1) поломка агрегата или автомобиля в целом;

2) предельный износ детали;

*3) нарушение работоспособности элемента системы питания газобаллонного автомобиля;

Продолжение прил. 2

4) изменение геометрической формы детали;

5) старение.

93. В какой технологической последовательности выполняются работы по ТО газобаллонных автомобилей:

1) уборочно-моечные, регулировочные, крепежные, смазочные;

2) уборочно-моечные, смазочные, диагностические, крепежные, регулировочные;

*3) уборочно-моечные, диагностические, крепежные, регулировочные, смазочные;

4) смазочные, крепежные, регулировочные;

5) диагностические, регулировочные, смазочные.

94. Какой метод подготовки ДВС газобаллонных автомобилей к пуску предпочтителен для крупных АТП:

1) водоподогрев;

*2) воздухоподогрев;

3) электроподогрев;

4) инфракрасными газовыми горелками;

5) пароподогрев.

95. На каких постах запрещено проводить технические воздействия газобаллонным автомобилям, с системами питания, работающими на сжиженном нефтяном газе (ГНС):

1) напольном посту, оборудованным вентиляционным зонтом;

2) напольном посту;

3) на подъемнике;

4) на эстакаде;

*5) на осмотровой канаве.

96. Альтернативные топлива подразделяются на следующие группы:

*1) коммерческая;

*2) перспективная;

*3) проблемная;

4) синтетическая.

97. К коммерческой группе альтернативных топлив относится:

*1) сжатый природный газ;

*2) газ сжиженный нефтяной;

*3) спирты в качестве добавок к бензинам;

4) каменный уголь.

98. К перспективной группе альтернативных топлив относится:

*1) сжиженный метан;

*2) спирты;

*3) этанол;

*4) метанол;

*5) водород;

*6) биогаз;

7) каменный уголь.

99. К проблемной группе альтернативных топлив относится:

1) сжиженный природный газ;

*2) эфиры;

3) спирты;

4) этанол;

*5) металлосуспензии;

6) водород;

*7) водо-бензиновые эмульсии;

8) каменный уголь.

100. По своим физико-химическим свойствам метан:

1) тяжелее воздуха;

*2) легче воздуха.

101. По своим физико-химическим свойствам метан:

1) желтого цвета;

2) белого цвета;

*3) не имеет цвета.

102. По своим физико-химическим свойствам метан:

*1) без запаха;

2) имеет запах.

103. Установка ГБО может производиться на:

*1) на заводе изготовителе автомобиля;

*2) на АТП;

*3) на СТО;

*4) производителями ГБО.

104. Организация, имеющая право на работы с ГБО, должна иметь следующие документы:

*1) сертификат соответствия на комплект ГБО для данной модели автомобиля;

*2) сертификат соответствия на выполняемые услуги по переоборудованию;

*3) лицензия на право выполнения этих работ;

*4) удостоверения соответствующего образца;

5) разрешение от регионального министра транспорта и связи.

105. Производственно-техническая база предприятия, эксплуатирующая автомобили с ГБО должна имеет:

*1) пост выпуска газа и дегазации газовых баллонов;

*2) участок ТО и ТР ГБО;

*3) систему автоматического контроля воздушной среды, аварийного освещения;

4) противогазы на каждого сотрудника.

106. Минимальное расстояние от площадки хранения ГБА до сооружений (зданий):

- *1) 9-18 м;
- *2) 4-10 м;
- *3) 15-20 м.

107. Допустимый объем помещений для ТО и ТР ГБА рассчитывается по формуле:

- *1) $V=346,5 \cdot M$;
- 2) $V=46,5 \cdot M$;
- 3) $V=146,5 \cdot M$.

108. Если свободный объем помещений для ТО и ТР ГБА меньше допустимого должно быть установлено:

- *1) аварийная вентиляция кратностью не менее пяти объемов в час;
- *2) автоматический контроль воздушной среды с датчиками дозривных концентраций;
- *3) аварийное освещение во взрывозащитном исполнении и звуковая сигнализация ;
- *4) легкобрасываемые конструкции в соответствии с требованиями для помещений категории А.

109. Альтернативные топлива подразделяются на:

- 1) основные, не основные группы;
- *2) коммерческие, перспективные и проблемные группы;
- 3) коммерческие, основные, запасные группы.

110. На каких постах запрещено проводить технические воздействия автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе:

- 1) на напольном посту, оборудованным вентиляцией;
- 2) на подъемнике;
- 3) на эстакаде;
- *4) на осмотровой канаве.

111. Диагностированием газобаллонного оборудования автомобиля называется процесс:

- *1) определения технического состояния ГБО по внешним признакам путем измерения величин, характеризующих его состояние и сопоставления их значений с нормативами автомобиля и его элементов;
- 2) определения эффективности работы автомобиля и его элементов;
- 3) выявления причин отказа.

112. К коммерческим альтернативным топливам относятся:

- 1) Сжиженный метан, биогаз, спирт;
- *2) КПГ, ГСН, бензоспиртовые топлива;
- 3) Демитилэфир, метанол, топливные элементы.

113. К проблемным альтернативным топливам относятся:

- 1) спирт, водород, электроавтомобили;

Продолжение прил. 2

- *2) демитилэфир, водо-бензиновые эмульсии, металлосуспензии;
- 3) Биогаз, вода, синтетический бензин.

114. К перспективным альтернативным топливам относятся:

- 1) синтетический бензин (из каменного угля);
- *2) сжиженный природный газ, водород, спирт, биогаз;
- 3) демитилэфир, перекись азота, растительные масла.

115. Метан имеет запах:

- 1) черемухи;
- 2) забродивших овощей и фруктов;
- *3) не имеет запаха.

116. Низшая теплота сгорания у метана:

- 1) 43,9;
- 2) 50,5;
- *3) 49,7.

117. Октановое число метана:

- 1) 75;
- 2) 130;
- *3) 115.

118. Октановое число пропана:

- 1) 110;
- 2) 90;
- *3) 127.

119. Октановое число бутана:

- 1) 88;
- *2) 95;
- 3) 105.

120. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг метана количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 20,0;
- 2) 14,2;
- *3) 17,2.

121. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг пропана количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 18,4;
- *2) 15,8;
- 3) 24,5.

122. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг бутана количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 16,7;
- 2) 24,2;
- *3) 15,6.

Продолжение прил. 2

123. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг спирта (этанол) количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 22,1;
- *2) 9,0;
- 3) 17,2.

124. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг водорода количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- *1) 34,5;
- 2) 19;
- 3) 27,2.

125. Теоретически необходимое для сгорания 1 кг спирта (метанола) количество воздуха (кг) (стехиометрическое соотношение):

- 1) 24,5;
- *2) 6,8;
- 3) 19,6.

126. Октановое число спирта (этанол):

- 1) 95;
- *2) 108;
- 3) 116.

127. Октановое число спирта (метанола):

- *1) 111;
- 2) 87;
- 3) 124.

128. Метан по отношению к воздуху:

- 1) тяжелее;
- *2) легче.

129. Метан в ГБО автомобиля в развитых странах заправляется и находится в газовом баллоне в:

- 1) сжатом виде;
- *2) сжатом и в сжиженном виде;
- 3) сжиженном виде.

130. Метан в ГБО автомобиля в России заправляется и находится в газовом баллоне в:

- *1) сжатом виде;
- 2) сжатом и в сжиженном виде;
- 3) сжиженном виде.

131. Нефтяной газ в ГБО автомобиля заправляется и находится в газовом баллоне в:

- 1) сжатом виде;
- 2) сжатом и в сжиженном виде;
- *3) сжиженном виде.

132. *Метан называют также:*

- *1) природным газом;
- 2) нефтяным газом;
- 3) попутным газом.

133. *Аббревиатура КППГ означает:*

- 1) коммерческий природный газ;
- *2) компримированный природный газ;
- 3) компонентный природный газ;
- 4) компримированный производственный газ.

134. *Метана имеет следующий цвет:*

- 1) желтый;
- 2) белый;
- *3) бесцветный;
- 4) серый.

135. *Метана в естественных условиях это:*

- 1) жидкость;
- *2) газ.

136. *ГСН имеет следующий цвет:*

- 1) желтый;
- 2) белый;
- *3) бесцветный;
- 4) серый.

137. *ГСН имеет следующий цвет:*

- 1) желтый;
- 2) белый;
- *3) бесцветный;
- 4) серый.

138. *Октановые числа газообразных топлив требуют:*

- 1) уменьшения угла опережения зажигания;
- *2) увеличения угла опережения зажигания;
- 3) угол опережения зажигания не меняется.

139. *При слишком раннем зажигании в двигателях автомобилей с ГБО:*

- 1) ничего не происходит;
- *2) «прогорают» выпускные клапана;
- 3) «прогорают» впускные клапана.

140. *В летнем ГНС топливе следующее соотношение пропана и бутана:*

- *1) 50% пропана и 50% бутана;
- 2) 40% пропана и 60% бутана;
- 3) 30% пропана и 70% бутана.

141. *Степень заполнения баллонов ГСН составляет:*

- 1) 100%;

2) 90%;

*3) 80%.

142. Аббревиатура СПБТЗ означает:

*1) смесь пропанобутанового топлива зимняя;

2) состав пропанобутанового топлива зимний.

143. Аббревиатура СПБТЛ означает:

*1) смесь пропанобутанового топлива летняя;

2) состав пропанобутанового топлива летний.

144. В топливе СПБТЗ содержится:

*1) 75% пропана и 25% бутана;

2) 50% пропана и 50% бутана;

3) 63% пропана и 37% бутана.

145. В топливе СПБТЛ содержится:

*1) 34% пропана и 76% бутана;

2) 40% пропана и 60% бутана;

3) 45% пропана и 55% бутана.

146. При переводе автотранспорта для работы на газовом топливе АТП решают следующие задачи (частично или полностью):

*1) установка на автомобили ГБО;

*2) приспособление двигателей к новому виду топлива;

*3) организация переосвидетельствования автомобильных газовых баллонов на специализированных пунктах;

*4) приспособление ПТБ АТП для ТО, ремонта, хранения автомобилей с ГБО и заправка их газообразным топливом;

*5) подготовка и аттестация персонала для эксплуатации автомобилей с ГБО;

*6) нормативно-правовое и технологическое обеспечение перечисленных работ;

7) разрешение от регионального министра транспорта и связи.

147. Организация, имеющая право на работы с ГБО, должна иметь следующие документы:

*1) сертификат соответствия на комплект ГБО для данной модели автомобиля;

*2) сертификат соответствия на выполняемые услуги по переоборудованию;

*3) лицензия на право выполнения этих работ;

*4) удостоверения соответствующего образца;

5) разрешение от регионального министра транспорта и связи.

148. Эксплуатация автомобилей с ГБО возможна при условии что:

*1) имеется сертификат соответствия на выполняемые услуги по переоборудованию;

*2) лицензия на право выполнения этих работ;

Продолжение прил. 2

*3) у персонала имеется соответствующее удостоверение о прохождении специальной подготовки;

4) имеется разрешение от регионального министра транспорта и связи.

149. В зависимости от вида применяемых топлив и типа двигателей автомобиля переоборудуются в ГБО:

*1) однотопливные (монотопливные);

*2) двухтопливные с независимым питанием двигателя одним из топлив;

*3) двухтопливные с одновременной подачей двух топлив (газодизели).

150. Трудоемкость переоборудования легкового автомобиля на ГСН составляет:

1) 10 чел. час ;

*2) 6 чел. час;

3) 4 чел. час.

151. Трудоемкость переоборудования легкового автомобиля на ГСН составляет:

*1) 15 чел. час;

2) 8 чел. час;

3) 28 чел. час.

152. Трудоемкость переоборудования автобуса на КПП составляет:

1) 25 чел. час

*2) 40 чел. час

3) 54 чел. час

153. Трудоемкость переоборудования легкового автомобиля на КПП составляет:

1) 15 чел. час;

2) 29 чел. час;

*3) 9 чел. час.

154. Трудоемкость переоборудования грузового автомобиля на КПП составляет:

1) 15 чел. час;

*2) 20 чел. час;

3) 35 чел. час.

155. На крупных АТП участки ТО, Р и переоборудования в ГБА размещаются в:

1) отдельных корпусах;

2) отдельных участках;

*3) целесообразно объединять в комплексный участок.

156. Гибридный автомобиль это:

1) Автомобиль, несущий в себе черты легкового и грузового автомобилей;

Продолжение прил. 2

2) Автомобиль, разработанный на основе мотоцикла;

*3) Автомобиль, имеющий два двигателя (например поршневой ДВС и электромотор).

157. Гибридный автомобиль это:

1) Автомобиль, несущий в себе черты легкового и грузового автомобилей;

2) Автомобиль, разработанный на основе мотоцикла;

*3) Автомобиль, имеющий два двигателя (например поршневой ДВС и электромотор).

158. По принципу взаимодействия электрической и топливной составляющих приводы гибридного автомобиля подразделяются на:

*1) параллельные;

*2) последовательные.

159. Гибридный автомобиль это:

1) автомобиль, несущий в себе черты легкового и грузового автомобилей;

2) автомобиль, разработанный на основе мотоцикла;

*3) автомобиль, имеющий два двигателя (например поршневой ДВС и электромотор).

160. Плотность ГНС составляет:

1) 400-450 кг/м³;

2) 610-650 кг/м³;

*3) 510-580 кг/м³.

161. При 20 °С пропан сжижается под давлением:

1) 1,24 МПа;

2) 0,45 МПа;

*3) 0,72 МПа.

162. При 20 °С бутан сжижается под давлением:

1) 1,24 МПа;

2) 0,72 МПа;

*3) 0,103 МПа.

163. Срок службы двигателей, работающих на сжатом газе (метане):

1) уменьшается на 10-20%;

2) не изменяется;

*3) увеличивается на 50-70%.

164. Расход масла у двигателей, работающих на сжатом газе (метане):

1) уменьшается на 10-20%;

2) не изменяется;

*3) снижается в 2-3 раза.

Продолжение прил. 2

165. Срок службы свечей зажигания у двигателей, работающих на сжатом газе (метане):

- 1) уменьшается на 10-20%;
- 2) не изменяется;
- *3) увеличивается на 30-40%.

166. Мощность двигателей, работающих на сжатом газе (метане):

- 1) уменьшается на 5-10%;
- 2) не изменяется;
- *3) снижается на 18-20%.

167. Время разгона автомобилей с двигателем, работающим на сжатом газе (метане):

- 1) уменьшается на 10-20%;
- 2) не изменяется;
- *3) возрастает на 24-30%.

168. Сжатый газ (метан) на борту автомобиля хранится в баллонах под давлением:

- 1) 1,24 МПа;
- 2) 7,2 МПа;
- *3) 19,6 МПа.

169. Сжатый газ (метан) на борту автомобиля хранится в:

- 1) одном баллоне;
- 2) 10-20 баллонах;
- *3) 4-8 баллонах.

170. Вместимость одного баллона с сжатым газом (метаном) на борту автомобиля составляет:

- 1) 150 л;
- 2) 20 л;
- *3) 50 л.

171. Дальность поездки автомобиля на одной заправке сжатым газом (метаном) составляет:

- 1) 100-150 км;
- 2) 300-350 км;
- *3) 200-250 км.

172. Запас хода автомобиля на одной заправке сжатым газом (метаном):

- 1) увеличивается на 10-15%;
- 2) не изменяется;
- *3) снижается на 30-40%.

173. У автомобиля с двигателем, работающим на сжатом газе (метане) количество токсичных компонентов в отработанных (выхлопных) газах:

- 1) увеличивается на 10-15%;

- 2) не изменяется;
- *3) уменьшается на 30-75%.

174. Высокая детонационная стойкость метана допускает форсирование двигателя по степени сжатия до:

- 1) 8,5-9,0;
- *2) 9,5-10,5.

175. Наивысшая критическая температура (сжижения) CH_4 :

- *1) $-82\text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) $-52\text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) $-132\text{ }^\circ\text{C}$.

176. По энергетическим параметрам 1 м^3 природного газа приравнивают к:

- *1) 1 л бензина;
- 2) 2 л бензина;
- 3) 0,5 л бензина.

177. Температура КПП, заправляемого в баллоны автомобиля, должна быть не более:

- *1) $40\text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) $50\text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) $60\text{ }^\circ\text{C}$.

178. $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ это:

- *1) одорант;
- 2) перспективное газообразное топливо;
- 3) газ метан.

179. Пусковые качества автомобилей с газовыми двигателями:

- *1) равноценны с бензиновыми до $-5\text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) равноценны с бензиновыми до $-10\text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) равноценны с бензиновыми до $-20\text{ }^\circ\text{C}$.

180. При низких температурах от $-35\text{ }^\circ\text{C}$ и ниже для заправки автомобилей на ГНС применяют:

- *1) ЭПА;
- 2) ПБА;
- 3) ПА.

181. C_3H_8 это:

- *1) пропан;
- 2) бутан;
- 3) метан.

Приложение 3

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА АВТОМОБИЛЯХ С ГБО

1. Техника безопасности при работе с газовым топливом

В народном хозяйстве широко применяются сжатые и сжиженные газы, что потребовало более тщательного изучения их свойств с точки зрения пожароопасности. Особенности этих газов:

- относительно высокие температуры самовоспламенения, низкие нижние пределы и широкая область воспламеняемости смесей с воздухом, возможность образования кристаллогидратов при низких температурах. В основном природный газ состоит из метана, и минимальная энергия зажигания этого газа (определенная по методике Всесоюзного научно-исследовательского института пожарной охраны) составляет 0,15 МДж, что в 3 раза меньше, чем у легковоспламеняющихся жидкостей. Если природный газ очищен в соответствии с требованиями ОСТ 51. 81-82 «Газы природные, подаваемые в магистральные газопроводы», то его свойства мало отличаются от свойств метана. Примеси тяжелых углеводородов изменяют свойства природного газа: повышают его плотность, снижают температуру воспламенения и минимальную энергию зажигания. Кроме того, горючие газы обладают повышенной способностью электризоваться. Это связано с тем, что газообразные углеводороды имеют более высокие удельные электрические сопротивления ($10^{10} \dots 10^{18}$ Ом см), что значительно выше предельного значения (10^6 Ом см), при котором возможны искровые разряды вследствие электризации. Минимальная энергия зажигания (наименьшая энергия искры электрического разряда), которой достаточно для воспламенения метановоздушной смеси, выше, чем у других углеводородов. Температура воспламенения метана 540 °С.

Максимальное давление при взрыве (наибольшее давление при взрыве газовой смеси) в замкнутом объеме при начальном давлении метана 0,1 МПа составляет 0,7 МПа. Строительные конструкции не выдерживают такого давления, так как они разрушаются при давлении ударной волны выше 0,35 МПа. Сначала разрушаются окна и двери, а затем, если газы не успевают выйти в образовавшиеся отверстия, перекрытия и даже стены. При взрыве газовой смеси скорость распространения пламени обычно достигает нескольких сотен метров в секунду.

Поэтому приведенные выше свойства природных газов определяют специальные требования к эксплуатации зданий, где ведутся работы с использованием газов в качестве моторного топлива ГБА. Согласно СНиП 11-90-81, помещения, в которых применяются углеводородные топлива, должны относиться к категории А и Е (взрыво- и пожароопасным или взрывоопасным), если объем взрывоопасной смеси, которая может образо-

Продолжение прил. 3

ваться в помещении вследствие аварии одного из сосудов (баллона), будет превышать 5 % от общего объема помещения. При этом следует иметь в виду, что при расчете нужно учитывать аварию только одного, но самого вместимого сосуда (баллона). Так, например, для оценки опасности при размещении в помещении автомобиля с 8 баллонами расчет надо производить только на 4 баллона, т.к. четыре другие образуют отдельную секцию, которую в случае возникновения взрыво- или пожароопасной ситуации есть возможность перекрыть расходным вентилем.

В помещениях категории Е должны применяться только несгораемые строительные конструкции и газонепроницаемые ограждения. Эти помещения должны иметь проемы достаточной площади и легкобрасываемые перекрытия, позволяющие обеспечить сохранность основного здания при взрыве. В помещениях категории А нужно обеспечить и огнестойкость несущих конструкций, перегородок, дверей и ворот.

2. Требования техники безопасности к территориям, производственным помещениям и хранению автомобилей, работающих на КПП

1. Территория предприятия, производственные, вспомогательные, санитарно-бытовые помещения и открытые площадки для хранения автомобилей должны соответствовать требованиям действующих норм и правил в строительстве и на транспорте.

2. Помещения для хранения автомобилей, а также посты технического обслуживания и ремонта автомобилей не допускается размещать в подземных этажах, а также в пристройках к зданиям других предприятий. Они должны иметь естественное проветривание и приточно-вытяжную вентиляцию.

3. Размещение автомобилей на КПП в многоэтажных гаражах производится в верхних этажах (выше автомобилей, работающих на жидком топливе и сжиженном газе). В помещениях для хранения автомобилей, работающих на КПП, запрещается производить ремонтные и регулировочные работы.

4. Автомобили, работающие на КПП, могут храниться как на открытых площадках, так и в закрытых помещениях. На хранение в закрытое помещение разрешается ставить только автомобили с герметически исправной газовой системой питания, предварительно выработав газ из магистрального газопровода после закрытия расходных вентиляей.

5. Газобаллонные автомобили, требующие ремонта, хранятся отдельно от исправных автомобилей, для чего должна быть отведена специальная зона хранения.

Продолжение прил. 3

6. Требования к расстановке автомобилей, работающих на КПП, в помещениях для хранения, технического обслуживания и ремонта должны соответствовать положениям «Правил по охране труда на автомобильном транспорте». Площадки для хранения автомобилей, работающих на КПП и жидком топливе, должны располагаться на расстоянии не менее 5 м друг от друга. Площадка для выпуска газа из баллонов и подъезды к ней должны иметь твердое покрытие.

7. После постановки газобаллонного автомобиля в помещение для хранения двигатель должен быть остановлен. Запрещается запускать двигатель для любых целей, кроме выезда автомобиля из помещения.

8. Площадку для открытого хранения автомобилей, работающих на КПП, допускается оборудовать системой обогрева, конструкция которой исключает нагрев газовых баллонов, установленных на автомобиле.

9. Если автомобиль с негерметичной газовой аппаратурой находился в закрытом помещении, то это помещение необходимо тщательно проветрить.

10. В помещениях, предназначенных для хранения автомобилей, работающих на КПП, а также на открытых площадках хранения запрещается:

- выпускать газ из газовой аппаратуры и баллонов;
- курить, пользоваться открытым огнем и проводить сварочные работы;
- заправлять автомобиль газовым или жидким топливом, сливать жидкое топливо из бака;
- мыть или протирать бензином кузов, детали и агрегаты газобаллонного автомобиля;
- подзаряжать аккумуляторные батареи (в помещениях).

3. Требования к газовым баллонам

1. Баллоны для сжатого природного газа, установленные на автомобиле, должны быть прочно укреплены и герметично присоединены к отходящим газопроводам и окрашены в красный цвет.

2. Баллоны должны подвергаться освидетельствованию на заводах-наполнителях или на газонаполнительных станциях и отвечать требованиям ГОСТ 949-73 и Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Срок освидетельствования баллонов – 1 раз в 2 года.

3. Порядковые номера баллонов завода-изготовителя должны быть внесены в технический паспорт автомобиля. Запрещается перестановка и замена баллонов на автомобиле без разрешения главного инженера предприятия.

4. К эксплуатации допускаются баллоны, на которых выбиты:

- завод-изготовитель, клеймо ОТК и порядковый номер завода-изготовителя;

Продолжение прил. 3

- емкость баллона в литрах (по воде) и его масса в кг;
- дата изготовления (месяц и год) и последующего испытания;
- рабочее и пробное давление;
- клеймо инспекции Госгортехнадзора.

5. После гидравлических испытаний баллоны должны быть тщательно просушены, продуты газом вместе со всей газовой системой автомобиля.

6. Во избежание попадания воздуха в баллоны необходимо оставлять в них газ с избыточным давлением не менее 0,5 МПа.

При замене вентиля или полном израсходовании газа баллоны продуваются газом (заполняются до давления 0,5...1,0 МПа и газ выпускается в атмосферу).

7. На забракованных баллонах рядом с датой последнего испытания выбивают круглое клеймо диаметром 12 мм с изображением креста внутри круга, а сами баллоны должны быть приведены в негодность (делая насечки на резьбовой части).

4. Требования техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании ГБА

Руководящие и инженерно-технические работники, водительский и обслуживающий персонал, занимающийся вопросами эксплуатации автомобилей, агрегатов, узлов и приборов, работающих на КПП, должны в своей работе строго руководствоваться требованиями «Правил по охране труда на автомобильном транспорте», утвержденных Минавтотрансом РСФСР 07.05.79, «Правил техники безопасности при эксплуатации автомобилей на сжатом природном газе», утвержденных Минавтотрансом РСФСР 28.03.84, «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», «Правил безопасности в газовом хозяйстве» и других нормативно-технических документов, регламентирующих работу с использованием КПП.

К эксплуатации и обслуживанию автомобилей на КПП допускается персонал, прошедший специальное обучение и сдавший экзамен. После сдачи экзамена водители получают удостоверение на право вождения ГБА на КПП, слесари и механики – на право выполнение работ по ТО и ТР газовой аппаратуры. Первичная проверка знаний безопасных методов работы с КПП водительского и обслуживающего персонала проводится комиссиями при участии представителя местного органа Госгортехнадзора и государственного инспектора по охране труда. Повторная проверка знаний проводится не реже 1 раза в 12 месяцев. При повторной проверке знаний участие в комиссии инспекторов местных органов Госгортехнадзора необязательно.

Продолжение прил. 3

Лица моложе 18 лет к работе по эксплуатации, техническому обслуживанию и текущему ремонту ГБА, агрегатов, деталей и приборов, работающих на КПГ, не допускаются. Каждый рабочий при приеме на работу должен получить вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Запись о дате инструктажа и его содержании производится в специальном журнале.

Должностные лица, виновные в нарушении настоящих правил, несут полную ответственность независимо от того, привело ли это нарушение к аварии, к несчастному случаю или нет. Кроме того, они несут ответственность за нарушения, допущенные их подчиненными. Обо всех авариях и несчастных случаях, связанных с использованием сжатого воздуха или природного газа, администрация предприятия обязана немедленно сообщить местному органу Госгортехнадзора.

На основании настоящих Правил и «Правил техники безопасности при эксплуатации автомобилей на сжатом природном газе» администрация предприятия должна разработать инструкции по охране труда по каждой отдельной профессии (виду работ) с учетом специфики производства, оборудования. Инструкция утверждается руководством предприятия совместно с общественными организациями.

5. Требования техники безопасности при заправке газовым топливом

Водитель должен заправлять ГБА только тем газом, который предназначен для данного ГБО – КПГ или ГСН, – на специально предусмотренных для газобаллонных автомобилей заправочных станциях, отвечающих соответствующим требованиям.

Заправлять газобаллонные автомобили КПГ разрешается только на стационарных автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) или от передвижных газозаправщиков (ПАГЗ) в соответствии с «Правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания оборудования автомобильных газонаполнительных компрессорных станций».

Заправлять газобаллонные автомобили ГСН разрешается только на стационарных автомобильных газонаполнительных станциях (АГНС) или от передвижных газозаправщиков.

При заправке ГБА категорически запрещается:

- курить и пользоваться открытым огнем;
- производить какой-либо ремонт автомобиля или газобаллонного оборудования, подтягивать гайки или соединения трубопроводов, вентиляей, редукторов и других узлов, находящихся под давлением, переключать двигатель с одного вида топлива на другой;
- стучать металлическими предметами по аппаратуре;

Продолжение прил. 3

– выполнять заправку путем переливания или перекачки газов из одного баллона в другой.

Заправку газобаллонных автомобилей осуществляет непосредственно оператор-наполнитель или водитель ГБА под наблюдением оператора-наполнителя.

Заправка автомобиля должна производиться в порядке очереди, за исключением автотранспорта специального назначения, по талонам установленной в данном регионе формы или за наличный расчет по установленным ценам.

Въезд ГБА в заправочный бокс должен производиться по разрешению оператора-наполнителя или по указанию соответствующей световой сигнализации.

На территории заправочной станции водитель обязан соблюдать Правила дорожного движения. При этом скорость движения не должна превышать 5 км/ч. Расстояние между заправляемым и ожидающим своей очереди ГБА должно быть не менее 15 м.

Заправка производится при отсутствии в ГБА пассажиров.

Перед началом заправки водитель должен:

- остановить двигатель;
- включить стояночный ручной тормоз;
- вынуть ключ из замка зажигания;
- покинуть кабину;
- надеть защитные рукавицы или перчатки;
- открыть капот, багажник и люк моторного отсека;
- снять защитный колпачок с заправочного устройства.

Заправка КПП. Перед въездом на территорию заправочной станции водитель должен предъявить дежурному оператору-наполнителю удостоверение на право вождения газобаллонного автомобиля и паспорт на баллоны.

Перед началом заправки водитель под наблюдением оператора-наполнителя обязан:

- отключить бортовую электрическую сеть (массу);
- проверить положение запорной арматуры и давление газа по манометру на газозаправочной колонке. При этом вентили подачи газа и дроссель должны быть открыты, вентиль на свечу закрыт и давление газа равно нулю;
- подсоединить шланг газозаправочной колонки к наполнительному вентилю газобаллонной установки автомобиля;
- открыть наполнительный и баллонные вентили газобаллонной установки автомобиля и закрыть магистральный вентиль;

Продолжение прил. 3

– подать оператору сигнал о готовности автомобиля к заправке нажатием соответствующей кнопки на заправочной колонке и покинуть территорию заправочного бокса;

– произвести заправку до давления 19,6 МПа;

– по окончании заправки, после сброса давления в шланге «на свечу», отсоединить его от автомобиля.

Затем водитель должен убедиться на слух в герметичности ГБО и правильности работы контрольно-измерительной аппаратуры и включить бортовую электрическую сеть (массу).

Оператор-наполнитель, получив сигнал о готовности автомобиля к заправке, должен произвести заправку баллонов автомобиля газом путем соответствующих переключений ключей управления (при дистанционном режиме) или нажатием кнопки на пульте управления (при автоматическом режиме работы газозаправочных колонок).

При случайной разгерметизации наполнительного шланга следует немедленно перекрыть наполнительный вентиль, чтобы воспрепятствовать выходу газа из баллонов автомобиля.

В случае аварийной ситуации независимо от режима заправки необходимо нажать кнопку «Авария» на газораздаточной колонке (такая же кнопка имеется и на пульте управления в операторской).

Категорически запрещается наполнять газом баллоны, срок очередного переосвидетельствования которых истек, или баллоны, не имеющие соответствующего клейма.

Во избежание попадания воздуха в баллоны необходимо оставлять в них остаток газа с избыточным давлением не менее 0,5 МПа.

Баллоны, имеющие давление ниже указанного, подлежат дегазированию.

Запрещается: наполнять баллоны газом при обнаружении негерметичности в газопроводах, соединениях или газовой аппаратуре; производить заправку баллонов газом при открытом магистральном вентиле; отсоединять наполнительный шланг, находящийся под давлением.

При ручном способе заправки автомобиля оператор-наполнитель после подсоединения заправочного шланга и открытия наполнительного и баллонных вентилях (магистральные вентили закрыты) обязан дополнительно:

– проверить остаточное давление газа в газобаллонной установке автомобиля;

– открыть вентиль на газозаправочной колонке и произвести заправку баллонов автомобиля газом до давления 19,6 МПа;

– закрыть вентиль подачи газа на газозаправочной колонке;

– открыть вентиль «на свечу»;

Продолжение прил. 3

- убедиться по манометру, установленному на заправочной колонке, что давление газа в шланге равно нулю;
- закрыть вентиль «на свечу»;
- оператор-наполнитель ставит в известность водителя об окончании заправки и количестве заправленного газа.

Заправка ГСН. Перед заправкой водитель должен предъявить дежурному оператору-наполнителю паспорт или талон на баллоны.

Перед началом заправки водитель под наблюдением оператора-наполнителя обязан:

- проверить максимальное давление на колонке, которое не должно превышать 1,6 МПа;
- проверить положение запорной арматуры;
- подсоединить шланг с заправочной струбциной газозаправочной колонки к наполнительному или заправочному устройству;
- открыть наполнительный вентиль на баллоне ГБА;
- оператор-наполнитель или водитель под наблюдением оператора должен произвести заправку баллонов автомобиля газом путем открытия вентиля на заправочном шланге;
- водитель не должен стоять во время наполнения баллонов около наполнительного шланга;
- при случайной разгерметизации соединения заправочного наполнительного шланга немедленно перекрыть наполнительный вентиль, чтобы воспрепятствовать выходу газа;
- во время заправки на баллонах старого образца необходимо контролировать уровень заправки через контрольный вентиль;
- по окончании заправки после срабатывания клапана отсекаателя или поступления газа в контрольном вентиле закрыть вентиль струбцины на шланге и заправочный или наполнительный вентиль на баллоне;
- отсоединить шланг с заправочной струбциной, применяя меры предосторожности при выходе остатков газа.

По окончании заправки КПП и ГСН водитель газобаллонного автомобиля должен:

- убедиться, что баллоны заполнены;
- произвести расчет за отпущенный газ;
- навернуть пробку на наполнительный вентиль или надеть защитный колпачок на заправочный узел;
- медленно открыть расходный или магистральный вентиль;
- убедиться на слух в герметичности газовой аппаратуры и в правильности работы контрольно-измерительных приборов;
- запустить двигатель и выехать с территории заправки.

Если после окончания заправки двигатель при пуске дает перебои («хлопки»), то его следует немедленно заглушить, а затем отбуксировать на 15 м от газонаполнительной колонки.

6. Требования техники безопасности для водителя ГБА

Перед выездом на линию произвести осмотр ГБА с целью обнаружения неисправностей и утечек газа, проверить крепление газовой аппаратуры и баллонов. При обнаружении утечек газа из баллонов при закрытом магистральном вентиле необходимо ГБА отвезти в безопасное для людей место. При появлении запаха газа при движении водитель должен остановить ГБА, устранить неисправность или сообщить о происшедшем в АТП. В тех случаях, когда устранение утечки газа из арматуры баллонов требует вмешательства ремонтных служб, необходимо выпустить газ из баллонов в газовую сеть низкого давления или в атмосферу (в безопасном месте, вдали от людей и источников огня) при неработающем двигателе и отключенной массе. Категорически запрещается выпускать газ в помещениях, в непосредственной близости от места стоянки других автомобилей, мест нахождения людей, источников огня. ГБА с неисправной аппаратурой должен содержаться на открытой стоянке, без газа в баллонах. Пуск двигателя после длительной стоянки необходимо производить при открытом капоте. Отогреть газовую аппаратуру в зимнее время можно только горячей водой, паром или горячим воздухом. Применение открытого огня для этой цели недопустимо. ГБА должен быть укомплектован углекислотным огнетушителем, кошмой и противопожарным инструментом. В случае возникновения пожара на ГБА необходимо выключить зажигание, закрыть магистральные и расходные вентили и тушить пожар огнетушителями, песком и струей распыленной воды. Если пожар возник при работающем двигателе, необходимо закрыть магистральные и расходные вентили, увеличить частоту вращения коленчатого вала для выработки газа из системы питания. Во избежание взрыва баллоны необходимо интенсивно охлаждать водой. В кузове или в кабине ГБА не должны находиться взрывоопасные или легковоспламеняющиеся вещества. Перестановка или замена баллонов на ГБА без разрешения лица, ответственного за эксплуатацию транспортного средства, запрещается.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Лабораторная работа № 1. УСТРОЙСТВО И РАЗМЕЩЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОРНОГО ДВС.	4
Лабораторная работа № 2. УСТРОЙСТВО И РАЗМЕЩЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ КАРБЮРАТОРА РЯДНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВС	8
Лабораторная работа № 3. СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ВПРЫСКОВОГО (ИНЖЕКТОРНОГО) ДВИГАТЕЛЯ	19
Лабораторная работа № 4. ДИАГНОСТИКА РЕГУЛЯТОРА ХОЛОСТОГО ХОДА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВПРЫСКОМ	25
Лабораторная работа № 5. КОНТРОЛЬНЫЙ ОСМОТР СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ	32
Лабораторная работа № 6. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТОПЛИВА	39
Лабораторная работа № 7. СДВОЕННЫЕ КАРБЮРАТОРЫ БЕНЗИНОВЫХ ДВС ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	45
Лабораторная работа №8. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ТОПЛИВОМ ДИЗЕЛЯ. РАЗБОРКА И СБОРКА ФОРСУНОК	52
Лабораторная работа №9.э УСТРОЙСТВО ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	58
Лабораторная работа №10. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	67
Лабораторная работа №11. УСТРОЙСТВО И РАЗМЕЩЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЕ РЕГУЛЯТОРОВ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ..	75
Лабораторная работа №12. СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	97
Приложение 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОПЛИВ.....	101
Приложение 2. ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДВС»	104
Приложение 3. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА АВТОМОБИЛЯХ С ГБО	126

Учебное издание

Аношкин Петр Иванович
Долгова Лариса Александровна
Лахно Александр Викторович

**ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ
ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**
Лабораторный практикум

Редактор В.С. Кулакова
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 30.01.2014. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 7,9. Уч.-изд.л. 8,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 20.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

