

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузьменко И.В.

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВС

Учебно-методические указания для выполнения
лабораторной работы
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»
студентами инженерно-технологического факультета
по направлению подготовки:
35.03.06 Агроинженерия
профиль: Технические системы в агробизнесе
профиль: Технический сервис в АПК
по направлению подготовки:
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
профиль: Машины и оборудование природообустройства и
дорожного строительства

Брянская область 2021

УДК 621.43 (076)

ББК 39.35

К 89

Кузьменко, И. В. Система питания бензиновых ДВС: учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине: «Тракторы и автомобили» студентами инженерно-технологического факультета по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия; профиль «Технические системы в агробизнесе»; профиль «Технический сервис в АПК» по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»; профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства» / И. В. Кузьменко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 20 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по изучению систем питания бензиновых поршневых двигателей внутреннего сгорания. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Кузюр В.М.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии инженерно-технологического института, протокол №5 от 26 февраля 2021 года.

© Кузьменко И.В., 2021

© Брянский ГАУ, 2021

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВС

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с назначением, устройством, принципом действия систем питания бензиновых двигателей, деталей из которых они состоят, особенностями их конструкций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: изучить вышеуказанные системы питания двигателей внутреннего сгорания с использованием учебно-методического пособия, обучающих видеофильмов, рассмотреть детали системы и их расположение на разрезах макетов ДВС.

ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:

Разрезные макеты ДВС, натуральные детали системы питания, плакаты, видеослайды, видеофильмы.

НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДВС.

Системы питания двигателей предназначены для очистки топлива и воздуха, приготовления горючей смеси требуемого качества, подачи ее в цилиндры в необходимом количестве и отвода из цилиндров отработавших газов.

УСЛОВИЯ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ТОПЛИВО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Эффективность работы двигателя существенно зависит не только от количественного, но и от качественного состава горючей смеси. В ней топливо должно быть хорошо распылено и равномерно перемешано с воздухом. Топливо и воздух должны содержаться в строго определенных соотношениях.

Состав топливно-воздушной смеси определяется *коэффициентом избытка воздуха α* , который представляет собой отношение действительного

количества воздуха L , участвующего в сгорании 1 кг топлива к теоретически необходимому L_0 , т.е.:

$$\alpha = L/L_0.$$

При $\alpha = 1$ горючую смесь называют *нормальной*. В этой смеси на 1 кг бензина приходится 14,7 кг воздуха. Двигатель, работающий на нормальной смеси, развивает мощность, близкую к максимальной.

При $\alpha = 0,85 \dots 0,9$ горючую смесь называют *обогащенной*, а при $\alpha < 0,85$ – *богатой*. Двигатель при работе на обогащенной смеси развивает максимальную мощность вследствие наибольшей скорости сгорания и несколько большем расходе бензина. Работа двигателя на богатой смеси сопровождается уменьшением мощности, ухудшением экономичности из-за неполноты сгорания и уменьшения скорости сгорания.

При $\alpha = 1,05 \dots 1,1$ горючую смесь называют *обедненной*, а при $\alpha > 1,1$ – *бедной*. При работе на обедненной смеси мощность двигателя снижается из-за уменьшения скорости сгорания, расход топлива минимален. Работа двигателя на бедной смеси сопровождается снижением мощности и ухудшением экономичности из-за очень малой скорости сгорания смеси.

Горючие смеси, у которых коэффициент избытка воздуха меньше 0,4 и больше 1,35 не воспламеняется.

Системы питания карбюраторных двигателей

Система питания (рис. 1) состоит из топливного бака 2, топливного фильтра 1, топливного насоса 6, воздухоочистителя 4, карбюратора 7, глушителя отработавших газов 10, топливопроводов 5.

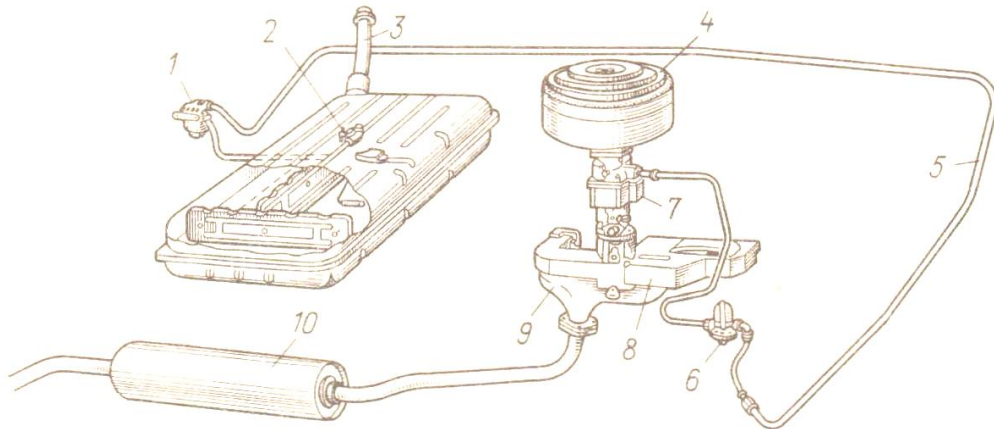


Рисунок 1 – Система питания карбюраторного двигателя.

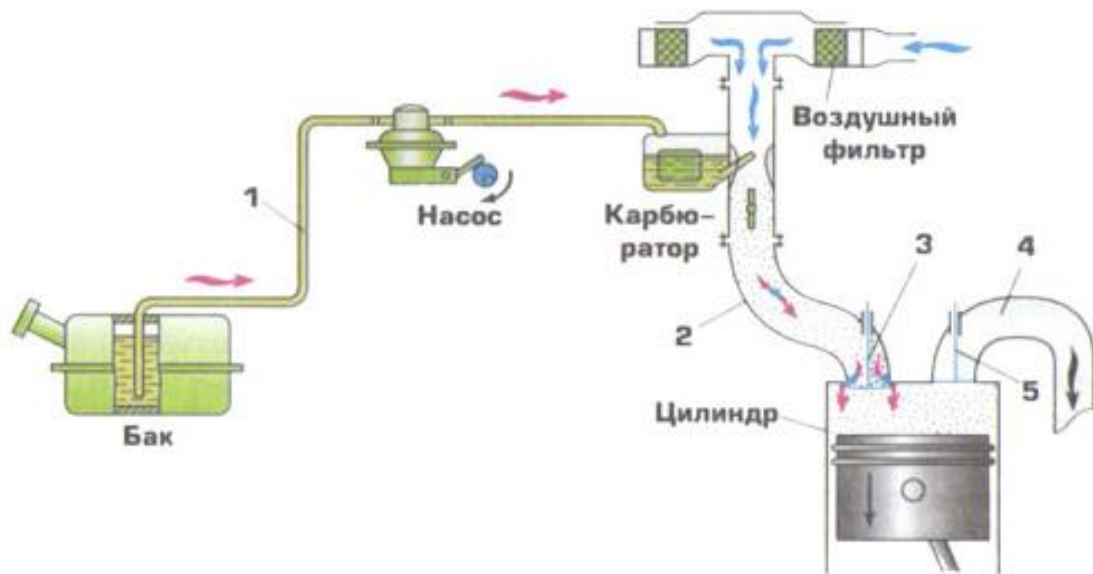


Рисунок 2 – Схема работы системы питания

Бензин из бака через фильтр (рис.2) подается топливным насосом по топливопроводу в карбюратор. В карбюраторе бензин распыливается на мельчайшие капли, смешивается с воздухом, поступившим из атмосферы через воздухоочиститель, и частично испаряется. В результате этого в карбюраторе образуется горючая смесь, которая через впускной трубопровод по-

ступает в цилиндр. Отработавшие газы через выпускной трубопровод и глушитель отводятся в атмосферу.

Топливные баки служат для хранения бензина, их емкость обеспечивает работу двигателя с нагрузкой в течение 10 – 12 часов. Внутренние перегородки уменьшают плескание бензина во время движения.

В качестве **топливного фильтра** в карбюраторных двигателях используются фильтры-отстойники (рис.3).

Топливопроводы обеспечивают герметичность топливной системы при всех рабочих давлениях. Их изготавливают из стальных, медных или латунных трубок.

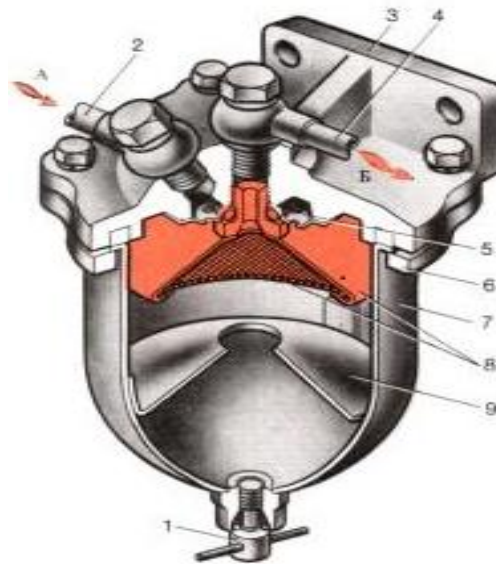


Рисунок 3 – Фильтр – отстойник

Топливный насос предназначен для подачи бензина в поплавковую камеру карбюратора из топливного бака. Топливные насосы обычно выполняют диафрагменного типа (рис.4). Во время работы двигателя эксцентрик распределительного вала набегают на рычаг 6, который, поворачиваясь относительно оси 7, действует на толкатель 9. Толкатель вместе с диафрагмой 5 перемещается вниз, сжимая пружину 10. При перемещении диафрагмы вниз над ней образуется разрежение, под действием которого бензин через впуск-

ное отверстие 14, сетчатый фильтр 2 и впускные клапаны 3 поступает в полость над диафрагмой. Во время дальнейшего вращения эксцентрика рычаг 6 освобождается от его действия и пружина 10 перемещает диафрагму вверх. Впускные клапаны 3 под действием бензина закрываются, а выпускной клапан 12 открывается и бензин поступает в поплавковую камеру карбюратора.

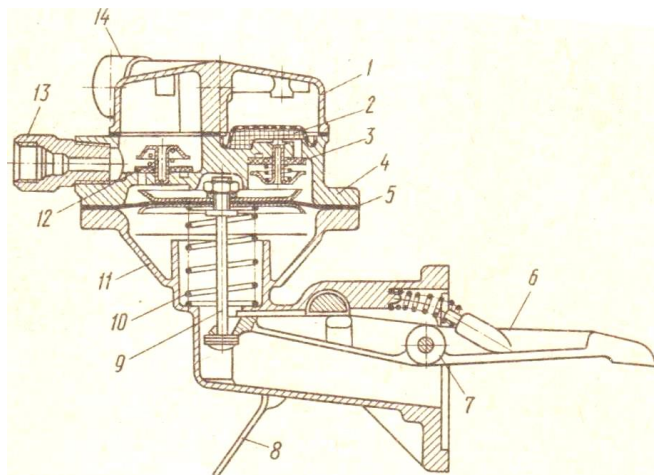


Рисунок 4 – Топливный насос мембранного типа

Процесс приготовления горючей смеси называется *карбюрацией*. Значительное время в качестве основного устройства для приготовления смеси бензина и воздуха и подачи ее в цилиндры двигателя использовался агрегат, называемый *карбюратором*.

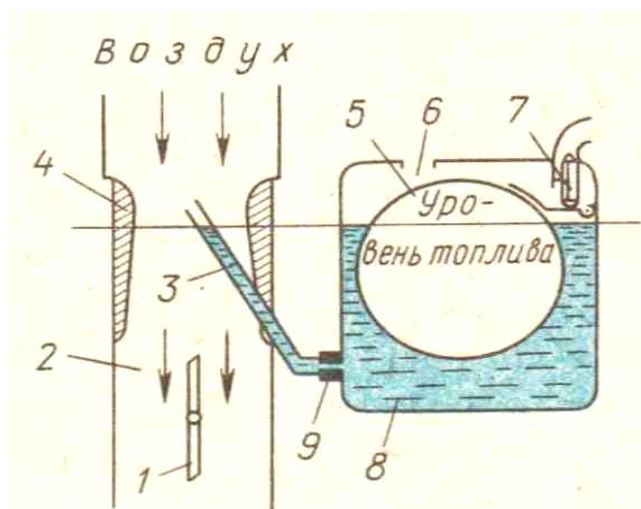


Рисунок 5 – Схема простейшего карбюратора

Простейший карбюратор (рис. 5) состоит из поплавковой камеры 8 с поплавком 5, игольчатого клапана 7, распылителя 3, жиклера 9, диффузора 4, смесительной камеры 2 и дроссельной заслонки 1.

Поплавковая камера с полым поплавком и игольчатым клапаном предназначена для поддержания постоянного уровня бензина в распылителе. Жиклер (калиброванное отверстие) служит для дозировки бензина в распылитель. Выходное отверстие распылителя расположено на 1...2 мм выше уровня бензина в поплавковой камере, что предотвращает утечку бензина из распылителя при неработающем двигателе. Диффузор 1 представляет собой вставной патрубок с суженным сечением. Он предназначен для увеличения скорости воздуха и повышения разрежения над распылителем. Дроссельная заслонка служит для изменения количества горючей смеси, поступающей из карбюратора в цилиндры.

Бензин поступает в поплавковую камеру. При ее заполнении поплавок всплывая, перемещает в сторону закрытия игольчатый клапан. Во время такта впуска в смесительной камере создается разрежение. Под его влиянием воздух через воздухоочиститель воздушный патрубок поступает к диффузору. При движении через диффузор скорость воздуха увеличивается (до 100 м/с), а давление падает. Благодаря разности давлений в диффузоре происходит истечение бензина из поплавковой камеры через жиклер в распылитель. Вытекающий бензин подхватывается потоком воздуха, распыливается на мелкие частички, испаряется и перемешивается с воздухом.

Недостаток простейшего карбюратора: не обеспечивает требуемого изменения состава горючей смеси на различных режимах работы двигателя. Для этих целей в современных карбюраторах предусмотрены дополнительные устройства: главная дозирующая система и вспомогательные устройства и системы (система холостого хода, пусковое устройство, экономайзер, ускорительный насос).

Воздухоочиститель (рис.6) предназначен для очистки воздуха от пыли. Очистка воздуха состоит из инерционной и фильтрующей частей. При

резком изменении направления движения от потока воздуха отделяются частицы пыли более тяжелые чем воздух. В фильтрующей части воздухоочистки поток воздуха проходит через съемную кассету фильтра.

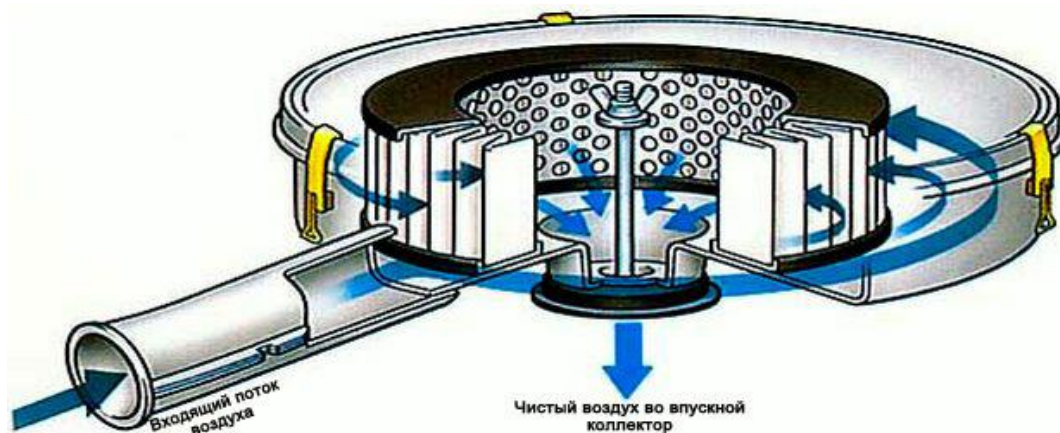


Рисунок 6 – Воздухоочиститель.

Глушитель – изделие определенного объема с внутренними перегородками, имеющими большое количество отверстий. Его действие основано на уменьшении скорости и давления выхлопных газов.

Первоначально глушители выполняли не много функций и считались больше вспомогательной составляющей, нежели важной, как другие агрегаты. Однако с течением времени выхлопные системы начали играть более значительную роль. Сегодня благодаря глушителям удается не только значительно снижать уровень шума от работающего мотора, но и уменьшать температуру выхлопных газов, выводить отработанные газы за пределы авто и уменьшать уровень вредных выбросов в окружающую среду.

Конструкция выхлопной системы становится более сложной, но с каждой новой моделью машины она включает в себя все те же элементы.

Коллектор. Приемная труба является промежуточным звеном между двигателем машины и нейтрализатором (катализатором). Коллектор отвечает за вывод газов. Так как в этом случае идет очень сильная механическая и температурная нагрузка, которая может достигать до 1000 градусов, то к этой части глушителя предъявляются довольно строгие требования. Поэтому при изготовлении приемной трубы используют только самые лучшие сплавы чу-

гуна и стали. Также на этой детали иногда устанавливают вибро-компенсатор (гофру), благодаря которому вибрация двигателя гасится и не переходит дальше по выхлопной системе.

Нейтрализатор. В каталитическом нейтрализаторе (или катализаторе) (рис. 7) происходит «дожиг» несгоревших остатков топлива и переработка окиси углерода. Этот элемент выхлопной системы представляет собой специальную камеру или бачок, в котором расположен керамический или металлический элемент в виде сот. Благодаря этим сотам газовые смеси очищаются за счет химических реакций.

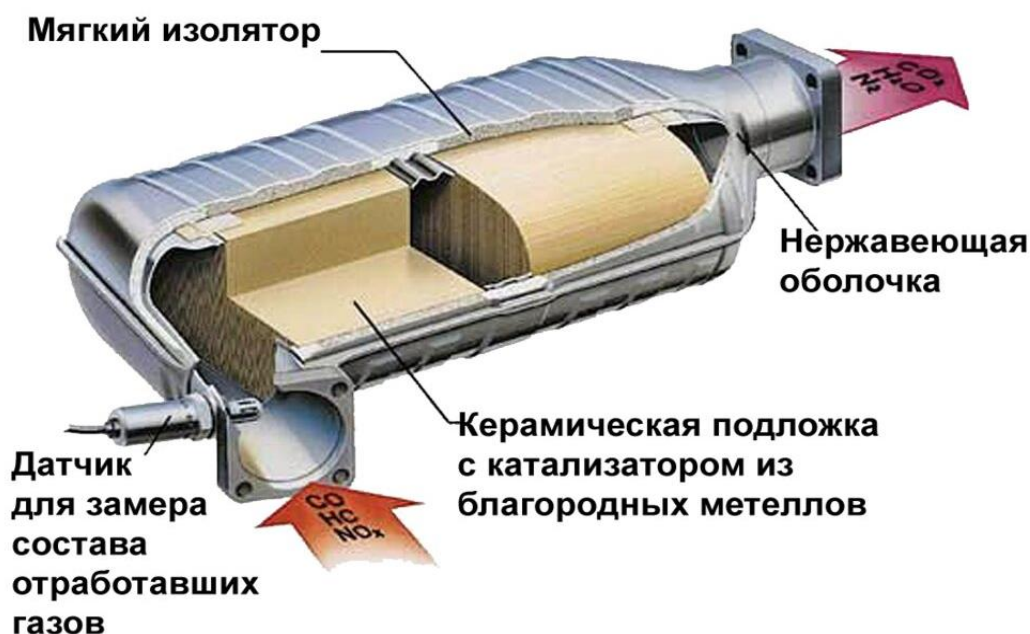


Рисунок 7 – Каталитический нейтрализатор

Сейчас производители начали изготавливать многосекционные нейтрализаторы, отвечающие всем международным стандартам, которые производят обработку большего спектра вредных веществ.

Передний глушитель (резонатор). Резонатор – по сути, является одной из тех деталей, которые принято называть глушителями. Этот элемент выполняет функцию снижения шума, но никак не очистки выхлопных газов.

Когда газы проходят через резонатор, создается много шума. Поэтому внутренняя «начинка» переднего глушителя представляет собой многочисленные решетки и отверстия, которые позволяют снизить скорость вырывающихся газов, а также вибрацию. По большому счету резонатор – это бак с перфорированной трубой.

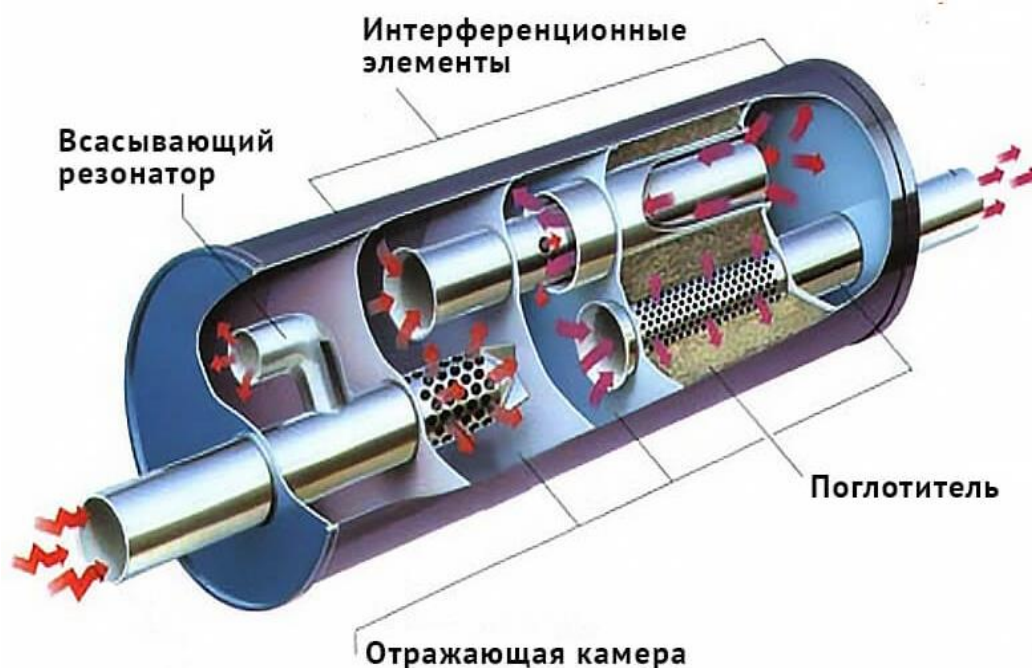


Рисунок 8 – Передний глушитель (резонатор)

Передние глушители бывают:

- Активными. Такие глушители изготавливаются из специальных звукопоглощающих материалов, а их конструкция отличается простотой.
- Реактивными. В глушителях этого типа используются комбинации из расширительных, а также резонаторных камер.

Не стоит путать резонатор с задним глушителем, так как их конструкция сильно отличается.

Задний глушитель. Когда мы говорим «глушитель» то чаще всего в виду имеется именно задняя часть выхлопной системы. Этот элемент производит окончательное поглощение шума, а также осуществляет завершающий вывод газов (рис. 9).



Рисунок 9 – Задний глушитель

В отличие от резонатора, внутренняя «начинка» заднего глушителя неоднородна. Внутри него установлено несколько камер со специальными наполнителями. Благодаря пористой структуре, системе перегородок и воздуховодам удастся не только избавиться от сильного шума, но снизить температуру в системе.

Системы питания двигателей с впрыском бензина

Системы питания с впрыском бензина имеют существенные преимущества перед карбюраторными системами: высокая степень оптимизации на всех режимах работы двигателя состава горючей смеси, более точное дозирование топлива по отдельным цилиндрам, высокая топливная экономичность и низкая токсичность отработавших газов, отсутствие добавочного сопротивления потоку воздуха на впуске в виде карбюратора и диффузора и из-за этого более высокий коэффициент наполнения цилиндров.

Наряду с преимуществами системы впрыска имеют и недостатки: необходимость создания специального оборудования для диагностики этой системы и выявления неисправностей и его высокая стоимость, потребность наличия высококвалифицированного персонала, также повышенные требования к качеству бензина.

Системы питания двигателей с впрыском бензина классифицируют по различным признакам: по месту подвода топлива (центральный одноточечный впрыск (моновпрыск) (рис.10), распределенный впрыск (рис.11), непосредственный впрыск (рис.12)); по способу подачи топлива (непрерывный и прерывистый впрыск); по типу узлов дозирующих топливо (плунжерные насосы, распределители, форсунки, регуляторы давления); по способу регулирования количества смеси (пневматическое, механическое, электронное); по основным параметрам регулирования состава смеси (разрежению во впускной системе, углу поворота дроссельной заслонки, расходу воздуха).

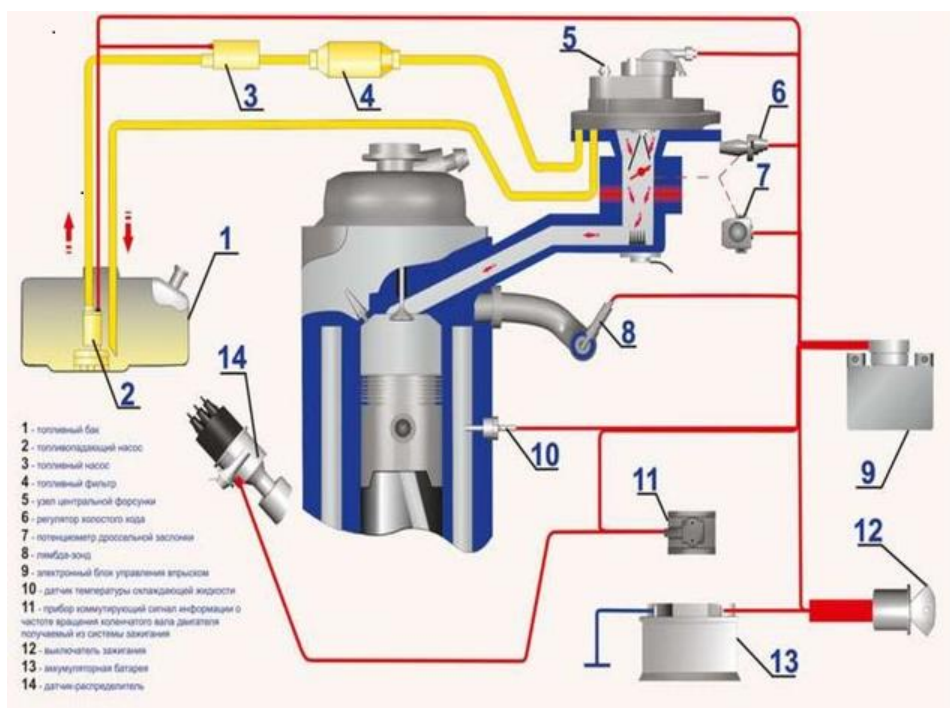
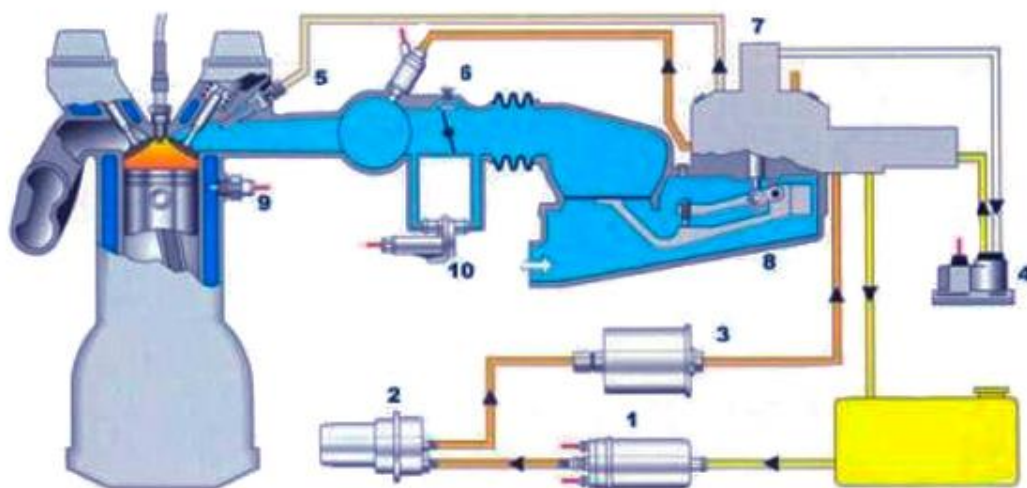


Рисунок 10 – Схема одноточечного впрыска (моновпрыск)



1. топливный насос
2. аккумулятор топлива
3. топливный фильтр
4. регулятор управляющего давления
5. форсунка впрыска

6. пусковая форсунка
7. дозатор-распределитель топлива
8. расходомер воздуха
9. термореле
10. клапан добавочного воздуха

Рисунок 11 – Схема распределенной системы впрыска

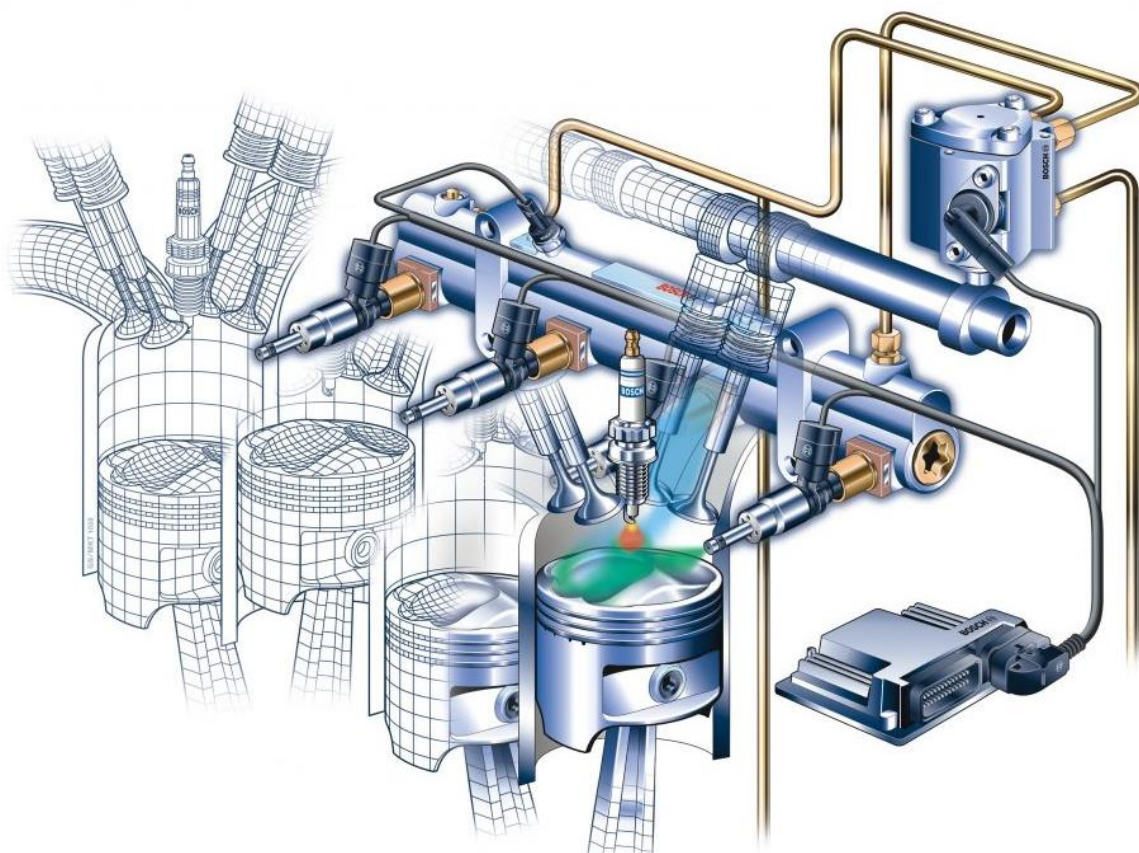
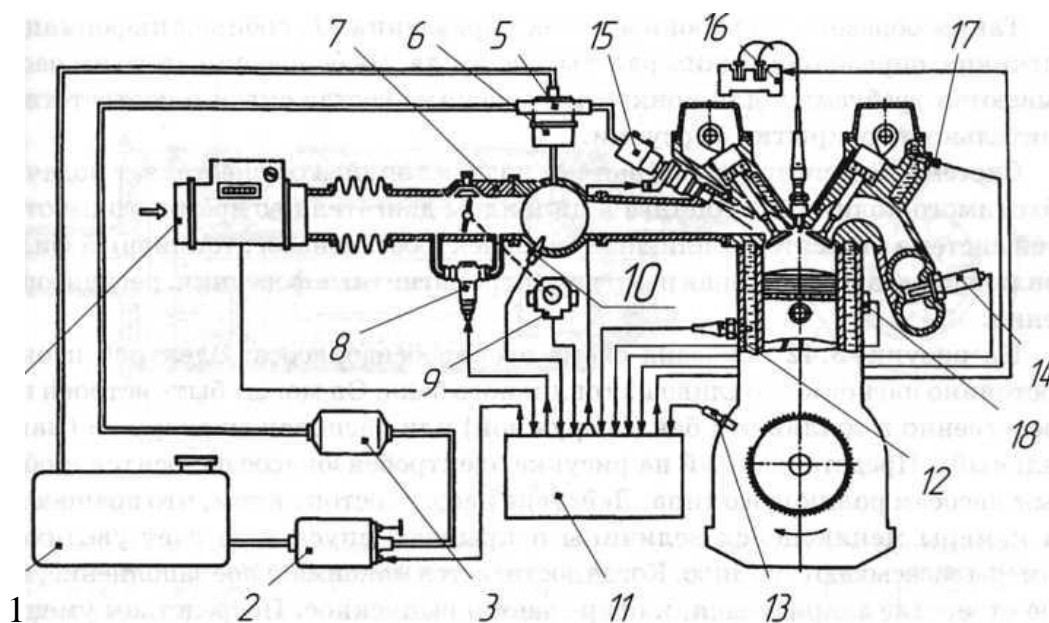


Рисунок 12 – Схема непосредственной системы впрыска

**Общая схема, принцип работы системы питания двигателя с
впрыском бензина и ее элементов**

Известны впрысковые системы бензиновых ДВС с механическим, электромеханическим и электронным регулированием. В настоящее время наибольшее распространение получила электронная система управления двигателем с распределенным последовательным впрыском бензина. Такая система состоит из микропроцессорного электронного блока управления, комплекта датчиков, исполнительных устройств и соединительных проводов (рис. 13).



1 – топливный бак; 2 – электробензонасос; 3 – топливный фильтр; 4 – датчик массового расхода воздуха; 5 – топливная рампа; 6 – регулятор давления; 7 – дроссельный патрубок; 8 – регулятор холостого хода; 9 – датчик положения дроссельной заслонки; 10 – датчик температуры воздуха; 11 – электронный блок управления; 12 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 13 – датчик положения коленчатого вала; 14 – датчик кислорода; 15 – форсунка; 16 – катушка зажигания; 17 – датчик положения распределительного вала; 18 – датчик детонации.

Рисунок 13 - Схема системы питания двигателя с впрыском бензина

Контроллер (электронный блок управления) 11 - центральное устройство электронной системы управления двигателем, изготовлен на базе микропроцессора. Он представляет собой управляющий компьютер. Контроллер получает информацию в виде электрических сигналов различного напряжения от датчиков и управляет исполнительными механизмами, обеспечивая оптимальную работу двигателя при определенном уровне показателей автомобиля.

Система питания с распределенным впрыском состоит из: системы подачи и очистки топлива; системы подачи и очистки воздуха; системы улавливания и сжигания паров бензина; электронной части с набором датчиков; системы выпуска и дожигания отработавших газов.

Система подачи топлива состоит (рис. 13) из топливного бака 1, электрического бензонасоса 2, топливного фильтра 3, трубопроводов и топливной рампы, на которой установлен регулятор давления топлива 6 и которая связана с форсунками 15.

Поступающее от бензонасоса топливо под давлением не менее 0,28 МПа проходит через топливный фильтр 3 тонкой очистки к топливной рампе 5 (аккумулятору топлива под давлением), от которой затем подается к форсункам, управляемым электромагнитными катушками. Регулировка количества топлива, впрыскиваемого форсункой, осуществляется изменением времени прохождения электрического импульса, подаваемого на контакты катушки форсунки. Давление в топливной рампе поддерживается регулятором давления 6.

В систему подачи и очистки воздуха входят: воздушный фильтр со сменным фильтрующим элементом, дроссельный патрубок 7 с заслонкой и регулятором холостого хода 8, датчик положения дроссельной заслонки 9 и датчик массового расхода воздуха 4. Эта система обеспечивает изменение притока воздуха, поступающего в цилиндры двигателя.

Для корректного управления работой системы распределенного впрыска электронному блоку требуются сигналы и от других датчиков. К ним относятся: датчик температуры охлаждающей жидкости 12, датчик положения и частоты вращения коленчатого вала 13, датчик детонации 18, датчик концентрации кислорода 14. В разных двигателях комплекты устанавливаемых датчиков могут значительно отличаться.

Таким образом, электронный блок управления, получая информацию от датчиков, определяет режим работы двигателя «on-line», рассчитывая состав смеси путем продолжительности открывания форсунки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение системы питания ДВС?
2. Перечислите известные Вам системы питания бензиновых двигателей. Дайте им сравнительную характеристику.
3. Поясните общее устройство карбюраторной системы и принцип ее работы.
4. Каково назначение карбюратора?
5. Расскажите о принципе работы насоса диафрагменного типа.
6. Какой тип фильтра устанавливается в карбюраторной системе для очистки бензина?
7. Опишите принцип карбюрации.
8. Как происходит процесс очистки приточного воздуха?
9. Как устроена система отвода отработанных газов?
10. Каким образом происходит поглощение шума в резонаторе и глушителе?
11. Для чего нужен каталитический нейтрализатор?
12. Каковы отличия технологических процессов работы карбюраторной и впрысковых систем питания?
13. Какие типы впрысковых систем вам известны?
14. Для чего нужны датчики параметров различных механизмов и систем в системах впрыска, управляемых микропроцессором?
15. Каким образом микропроцессор производит изменение количества впрыскиваемого топлива?

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкция тракторов и автомобилей / Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницин В.И. – М.: КолосС, 2006. – 352 с.
2. .Конструкция тракторов и автомобилей. / Поливаев О.И., Костиков О.М., Ворохобин А.В., Ведринский О.С. СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания./ В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.

Кузьменко Игорь Владимирович

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВС

Учебно-методические указания для выполнения
лабораторной работы
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»
студентами инженерно-технологического факультета
по направлению подготовки:
35.03.06 Агроинженерия
профиль: Технические системы в агробизнесе
профиль: Технический сервис в АПК
по направлению подготовки:
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
профиль: Машины и оборудование природообустройства и
дорожного строительства

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 08.04.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,16. Тираж 25 экз. Изд. № 6896.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ