**Аннотация**

План-конспект открытого урока по учебному предмету «Устройство и эксплуатация автомобилей» на тему учебной программы «Система питания дизельного двигателя» составлен преподавателем Сенакосовым Сергеем Владимировичем. Данные материалы разработаны на основании Единой программы подготовки водителей механических транспортных средств категории «С», утвержденной постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 04.12.2014 №41 «О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 23 октября 2012 г. №47».

В данной разработке определены цели урока, методы обучения, даётся описание оборудования для проведения урока, также помещен необходимый материал для изучения новой темы и контроля знаний учащихся. Использование информационно-компьютерных технологий на уроке позволяет преподавателю более эффективно объяснять сложный материал, при этом обеспечивая глубокое усвоение обучающимися новых знаний.

Данные материалы могут быть рекомендованы для применения в процессе обучения в учреждениях образования, реализующих образовательные программы профессионально – технического образования, осуществляющих подготовку по квалификации 3-37 01 52-51 «Водитель автомобиля».

Целью разработки является распространение эффективного педагогического опыта в области разработки методического обеспечения.

**Учебный предмет:** «Устройство и эксплуатация автомобилей»

**Специальность:** 3-37 01 52 «Эксплуатация и ремонт автомобилей»

**Квалификация:** 3-37 01 52-51 «Водитель автомобиля»

**Тема программы:** «Системы двигателей», 46 часов

**Тема учебного занятия:** «Система питания дизельного двигателя»,

2 часа

**Цели учебного занятия:**

**Обучающая:** формировать у учащихся знания об устройстве и принципе действия системы питания дизельного двигателя, способствовать развитию умения определять неисправности, осуществлять анализ полученных знаний;

**Развивающая:** способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания и применять их в профессиональной деятельности;

**Воспитательная:** способствовать формированию профессионально значимых качеств личности, их познавательной потребности, профессиональной ориентации учащихся.

**Методическая:** апробировать электронные средства обучения в процессе актуализации опорных знаний.

**Тип учебного занятия**: комбинированный

**Методы ведения учебного занятия:**

- объяснительно-иллюстративный;

- проблемно-поисковый

**Межпредметные связи:** материаловедение, химия, физика,

**Материально-техническое оснащение учебного занятия:**

1.Интерактивная доска.

2.Макеты узлов системы питания.

5.Презентация «Система питания дизельного двигателя".

6.Тестовые задания.

7. Видеофильм «Система питания дизельного двигателя».

**Формы организации учебной деятельности:**

- фронтальная;

- индивидуальная.

**Методическая структура учебного занятия (ход учебного занятия)**

I. Организационный момент.

II. Целевая установка мотивации предстоящей деятельности.

III. Актуализация знаний.

IV. Подготовка к изучению нового материала.

V. Формирование новых знаний по теме.

VI. Закрепление нового материала.

VII. Рефлексия.

VIII. Домашнее задание

**Ход учебного занятия:**

**I. Организационный момент**

Проверка присутствующих и их готовности к учебному занятию.

**II. Целевая установка мотивации предстоящей деятельности**

Сообщение темы и цели учебного занятия, обращая внимание на значимость темы. **(Слайды 1-3).**

**III. Актуализация знаний**

Преподаватель: Ребята, мы с вами изучили тему «Система питания карбюраторного двигателя». Проверку домашнего задания проведем в форме теста.(Приложение 1).

Учащимся раздаются карточки – задания с тестами по вариантам.

После выполнения задания преподаватель показывает правильные ответы на мультимедийной системе, учащиеся проводят самопроверку. **(Слайды 4-6).**

Преподаватель выставляет отметки.

**IV.** **Подготовка к изучению нового материала**

Преподаватель: Итак, мы с Вами изучили систему питания автомобилей, работающую на бензиновом топливе. А какие еще виды топлива, применяемые в автомобилях, вы знаете? *(Дизельное топливо, газообразное топливо*)**.**

**V. Формирование новых знаний**

Преподаватель: Тема нашего учебного занятия «Система питания дизельного двигателя». На учебном занятии мы с вами рассмотрим следующие вопросы:

1.Топливо, применяемое в дизельных двигателях.

2. Смесеобразования в дизелях.

3*.* Назначение и общее устройство системы питания дизельного двигателя.

4. Назначение и устройство составляющих узлов системы питания.

Для объяснения нового материала будем использовать презентацию. Внимание на экран, начинаем изучение.(Приложение 2).

1. Топливо, применяемое в дизелях (Слайды 7-8).

Дизельное топливо выпускают следующих марок: Л - летнее, используемое при температуре выше О °С; 3 - зимнее (для температур 0... - 30 °С); А - аркти­ческое (для температур выше - 50 °С). Разделение на эти марки обусловлено способностью топлива загустевать при определенной температуре, что приво­дит в холодное время к забиванию топ­ливопроводов парафиновыми фракци­ями, к остановке дизеля и невозможно­сти его пуска.

Важно знать: одно из важнейших качеств дизельного топлива – это его способность к воспламеняемости и самовоспламеняемости, которая выражается цетановым числом. Эта характеристика измеряется временем задержки от поступления топлива в цилиндр двигателя до начала его горения. Чем выше цетановое число топлива, тем короче период воспламенения, и тем легче запускается двигатель, и меньшее время занимает «белое дымление». Кроме того, высокое цетановое число ускоряет работу двигателя и значительно увеличивает его мощность.

В настоящее время различные марки дизельных топлив в нашей стране имеют цетановое число 45-55. В европейских странах минимальный порог цетанового числа-48, а в нашей стране - 45.

Запишите марки топлива.

2. Смесеобразование в дизелях (Слайды 9-10).

Особенностью двигателей с самовоспламенением от сжатия, или, как их принято называть, дизелей (по имени изобретателя Р. Дизеля), является приготовление горючей смеси топлива с воз­духом внутри цилиндров.

В дизелях топливо поступает от насоса высокого давления и посредством форсунки впрыскивается в цилиндры под давлени­ем, в несколько раз превышающим давление воздуха в конце так­та сжатия. Смесеобразование начинается с момента поступления топлива в цилиндр. При этом в результате трения о воздух струя топлива распыляется на мельчайшие частицы, которые образуют топливный факел конусообразной формы. Чем мельче распылено топливо и чем равномернее распределено оно в воздухе, тем пол­нее сгорают его частицы.

Испарение и воспламенение топлива осуществляются за счет высокой температуры и давления сжатого воздуха (к концу такта сжатия температура воздуха составляет 550...700°С, а давление — 3,5...5,5 МПа). Следует отметить, что после начала горения смеси температура и давление в камере сгорания резко возрастают, что ускоряет процессы испарения и воспламенения остальных частиц распыленного топлива.

Чтобы обеспечить наилучшие мощностные и экономические показатели работы дизеля, необходимо впрыскивать топливо в его цилиндры до прихода поршня в ВМТ. Угол, на который криво­шип коленчатого вала не доходит до ВМТ в момент начала впрыс­кивания топлива, называют углом опережения впрыскивания топ­лива.

Для того чтобы форсунка впрыскивала топливо с требуемым опережением, топливный насос должен начинать подавать топ­ливо еще раньше. Это вызвано тем, что требуется некоторое вре­мя для прохождения топлива от насоса к форсунке.

Угол поворота кривошипа коленчатого вала, на который пор­шень не доходит до ВМТ в момент начала подачи топлива из топливного насоса, называют углом опережения подачи топлива*.*

При малой нагрузке в цилиндрах дизеля практически всегда имеется достаточное количество воздуха для полного сгорания топлива. В этом случае коэффициент избытка воздуха имеет сравнительно большую величину. С увеличением нагрузки возрастает только подача топлива, но при этом значение коэффициента из­бытка воздуха уменьшается, вследствие чего ухудшается процесс сгорания топлива. Поэтому среднее значение коэффициента из­бытка воздуха для различных типов дизелей, обеспечивающее их бездымную работу, устанавливают в пределах а = 1,3... 1,5, что обусловливает также высокую экономичность дизелей по сравне­нию с карбюраторными двигателями.

Существенное влияние на улучшение смесеобразования и про­цесса сгорания оказывают способы приготовления рабочей смеси и принятая форма камеры сгорания. По способу приготовления рабочей смеси различают объемное, объемно-пленочное и пле­ночное смесеобразования. Каждому из этих способов присущи свои характерные особенности, для реализации которых требуются ка­меры сгорания с соответствующими конструктивными решения­ми. Существующие камеры сгорания дизелей по общности основ­ных признаков их конструкции объединяют в две группы: нераз­деленные (однополостные) и разделенные (двухполостные).

Неразделенные камеры сгорания представляют собой объем*,* заключенный между днищем поршня, когда он находится в ВМТ, и плоскостью головки*.* Такие камеры называ­ют также однополостными с объемным смесеобразованием, так как процесс смесеобразования основан на впрыскивании топлива непосредственно в толщу горячего воздуха, находящегося в каме­ре сгорания дизеля. При этом для лучшего перемешивания частиц распыленного топлива с воздухом его свежему заряду сообщают при впуске вращательное движение с помощью завихрителей или винтовых впускных каналов, а форму камеры сгорания стремятся согласовать с формой струи топлива, подаваемой форсункой. Такой принцип смесеобразования используется в дизелях ЯМЗ, КамАЗ и Д-245.12; последний устанавливается на автомобиле ма­лой массы ЗИЛ-5301 «Бычок».

В современных дизелях используется также пленочное смесеоб­разование, которое характеризуется тем, что большая часть впрыс­киваемого топлива подается на горячие стенки шарообразной ка­меры сгорания, на которых оно образует сначала пленку, а затем испаряется, отнимая часть тепла от стенок.

Принципиальная разница между объемным и пленочным спо­собами смесеобразования заключается в том, что в первом случае частицы распыленного топлива непосредственно смешиваются с воздухом, а во втором основная часть топлива сначала испаряется и в парообразном состоянии перемешивается с воздухом при ин­тенсивном вихревом движении его в камере.

Разновидностью указанных способов смесеобразования явля­ется объемно-пленочное смесеобразование, которое обладает свой­ствами как объемного, так и пленочного смесеобразования. Су­щественным преимуществом этого процесса является возможность создания многотопливных дизелей, позволяющих использовать наряду с дизельным топливом высокооктановые бензины и спир­товые метаноловые смеси. В отечественном автомобилестроении к таким двигателям можно отнести дизель ЗИЛ-645, у которого процесс смесеобразования происходит в объемной камере сгора­ния*,* расположенной в поршне в виде наклонной цилиндрической выемки со сферическим дном. Вращение воздуш­ного заряда в камере обеспечивается при помощи вихреобразующего канала, создающего кольцевой вихрь, направление враще­ния которого показано стрелкой. Топливо в камеру сгорания впрыс­кивается из двухдырочного распылителя форсунки, располо­женной в головке цилиндра*.* Пристеночная струятоплива на­правлена вдоль образующей камеры сгорания, объемная струяпересекает внутренний объем камеры ближе к ее центру. Из-за пристеночной струи такой процесс часто называют объемным пристеночно-пленочным смесеобразованием. Этот процесс по срав­нению с другими способами смесеобразования дает хорошую эко­номичность и обеспечивает более мягкую работу дизеля с плав­ным нарастанием давления в его цилиндрах, а также улучшает пусковые качества дизеля.

Разделенные камеры сгорания состоят из двух объемов, соеди­ненных между собой каналами: основного объема, заключенного в полости над днищем поршня, и дополнительного, расположен­ного чаше всего в головке блока. Применяются в основном две группы разделенных камер: предкамеры и вихревые камеры. Дизе­ли с такими камерами называют соответственно предкамерными и вихревыми.

В вихрекамерных дизелях объем дополнительной камеры составляет 0,5...0,7 общего объема камеры сгорания. Основнаяи дополнительная камеры соединяются каналом, который располагается тангенциально к образующей дополнительной камеры, в результате чего обеспечивается вихревое движение воздуха.

В дизелях предкамерного типа предкамера имеет цилиндричес­кую форму и соединяется прямым каналом с основной камерой, расположенной в днище поршня. В результате начального воспла­менения и сгорания части свежего заряда в предкамере создается высокая температура и давление, способствующие более эффек­тивному смесеобразованию и сгоранию топлива в основной камере.

Современные быстроходные вихре- и предкамерные дизели имеют достаточно высокие мощностные показатели при сравни­тельно высокой степени сжатия. К их основным недостаткам по сравнению с дизелями с неразделенными камерами сгорания сле­дует отнести затрудненный пуск дизеля, что вызывает необходи­мость применения специальных пусковых устройств.

А сейчас прошу Вас записать виды камер сгорания в тетради.

Посмотрите видеофильм «Система питания дизельного двигателя» с кратким описанием устройства и работы системы питания дизельного двигателя. В процессе просмотра Вам каждому необходимо сформулировать и записать по одному вопросу. Если при просмотре у Вас будут возникать непонятные вопросы, Вы можете записать их в конспект, для обсуждения их после просмотра. Внимание на экран, начинаем просмотр. (Приложение 3)

3. Назначение и общее устройство системы питания дизельного двигателя (Слайды 11-14).

Преподаватель: Система питания дизельного двигателя предназначена для подачи топлива и воздуха в камеру сгорания и отвода отработавших газов. Состоит: бак, ФГО, топливоподкачивающий насос, ФТО, ТНВД, форсунка, воздушный фильтр, впускной и выпускной коллекторы, приемные трубы и глушитель. В некоторых двигателях, для повышения мощности, устанавливается турбокомпрессор.

Схематически в своих конспектах изобразите систему питания.

Ребята, а сейчас мы изучим устройство узлов системы питания, используя презентацию. Внимание на экран, начинаем изучение.

4. Назначение и устройство составляющих узлов системы питания.

Преподаватель: Ребята, а сейчас мы изучим устройство узлов системы питания, используя презентацию. Внимание на экран, начинаем изучение

Топливный бак (Слайды 15-16).

Топливный бак предназначен для хранения и транспортировки топлива, а также гашения колебаний топлива. Бак имеет выдвижную заливную горловину с фильтрующей сеткой и герметичной пробкой. Проб­ка имеет двойной клапан для впуска и выпуска воздуха. В баке установлен фильтр предварительной очистки топлива и датчик указателя уровня топлива. В нижней части бака имеется сливное отверстие, закрываемое пробкой.

Неисправности: нарушение герметизации, в системе или внутри бака образуется вакуум. Признаки: течь бака, затруднен пуск двигателя, двигатель не развивает мощность из-за образования вакуума в системе или внутри бака. Причины неисправностей: пробоина в баке, засорение сетчатого фильтра топливоприемника, засорение воздушного клапана пробки горловины.

Фильтр грубой очистки топлива (Слайд 17).

Фильтр грубой очистки топли­ва предназначен для предварительной очистки топлива.

Фильтр грубой очистки не имеет специального (хлопчатобу­мажного) фильтрующего элемента, а очистка топлива происхо­дит при помощи фильтрующей сетки со специальным успокоите­лем, установленных в корпусе-стакане, который у автомо­билей КамАЗ, МАЗ прикреплен к лонжерону рамы, а у автомобилей ЗИЛ-4331 — к кронштейну топливного бака.

Неисправности: нарушение пропускной способности фильтра (фильтрации топлива). Признаки: затруднен пуск двигателя, двигатель не развивает мощность из-за образования вакуума в системе. Причины неисправности: засорение фильтрующего элемента.

Фильтр тонкой очистки топлива (Слайд 18).

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

Для повышения качества очистки топлива фильтр тонкой очист­ки снабжен двумя параллельно работающими сменными фильт­рующими элементами, изготовленными из пакета специальной бумаги и установленными в одном сдвоенном корпусе.

Неисправности: нарушение пропускной способности фильтра (фильтрации топлива). Признаки: затруднен пуск двигателя, двигатель не развивает мощность из-за образования вакуума в системе. Причины неисправности: засорение фильтрующего элемента.

Топливоподкачивающий насос низкого давления (Слайд 19).

Насос предназ­начен для подачи топлива из топливного бака к насосу высокого давления. Топливоподкачивающий насос поршневого типа при­водится в действие от эксцентрика кулачкового вала насоса высо­кого давления.

На корпусе насоса низкого давления установлен насос ручной подкачки топлива, который служит для заполнения системы пи­тания топливом и удаления из нее воздуха после проведения ремонтно-профилактических работ или длительной стоянки авто­мобиля.

В системе питания дизелей КамАЗ, МАЗ установлен второй насос ручной подкачки топлива аналогичного типа, кото­рый крепится через кронштейн к картеру сцепления. Этот насос позволяет подкачивать топливо без опрокидывания кабины, что создает значительные удобства при пуске двигателя, особенно в сложных условиях эксплуатации автомобилей.

Неисправности: уменьшается производительность насоса. Признаки: затруднен пуск двигателя, двигатель не развивает мощность из-за нехватки топлива. Причины неисправности: износ уплотнительного элемента поршня насоса.

ТНВД (Слайды 20-21).

Для точного дозирования топлива и подачи его в определенный момент под высоким дав­лением к форсункам применяется топливный насос высокого дав­ления. Наибольшее распространение на дизелях получили много­секционные насосы с постоянным ходом плунжера и регулиров­кой конца подачи топлива. По расположению секций насосы де­лятся на рядные и V-образные. Каждая секция топливного насоса обеспечивает работу одного из цилиндров дизеля, поэтому число секций топливного насоса определяется числом его цилиндров. ТНВД состоит из следующих основных частей: корпус, секции насоса с плунжерными парами (плунжер-втулка), муфта опережения впрыска топлива, всережимный регулятор, кулачковый вал, рейка, нагнетательные клапаны.

Неисправности: нарушение работоспособности насоса. Признаки: затруднен или невозможен пуск двигателя, неустойчивая работа двигателя, повышенная задымленность, повышенный расход топлива. Причины неисправности: износ плунжерных пар, неправильная установка угла опережения впрыска топлива, неправильная регулировка работы всережимного регулятора, нарушена работа муфты автоматического регулирования угла опережения впрыска топлива.

Форсунки (Слайд 22).

Для впрыскивания и распыления топлива, а также для распределения его частиц по объему камеры сгорания служит форсунка. Основным конструктивным элементом форсунки явля­ется распылитель, имеющий одно или несколько выходных (со­пловых) отверстий, формирующих факел впрыскиваемого топ­лива. В современных четырехтактных дизелях применяют форсун­ки закрытого типа, сопловые (распыливающие) отверстия кото­рых закрываются запорной иглой, поэтому внутренняя полость в корпусе распылителей форсунок сообщается с камерой сгорания только в период впрыскивания топлива.

Форсунки закрытого типапо конструкции запорного устрой­ства распылителей делятся на бесштифтовые и штифтовые.

Неисправности: некачественный распыл топлива. Признаки: затруднен или невозможен пуск двигателя, неустойчивая работа двигателя, повышенная задымленность, повышенный расход топлива. Причины неисправности: износ или закоксовывание отверстий распылителя, неправильная регулировка давления поднятия иглы форсунки, износ(ослабление) возвратной пружины иглы форсунки.

Система очистки и подвода воздуха (Слайд 23-25).

Для очистки воздуха от пыли на двигатель устанавливают воздушный фильтр. Применение воздухоочистите­ля позволяет уменьшить изнашивание деталей цилиндропоршневой группы двигателя примерно в 2 - 6 раз по сравнению с их изнашиванием при работе двигателя без фильтрации воздуха.

Впускной коллектор(газопровод) служит для подвода воздуха от карбюратора к соответствующим каналам в блоке цилиндров, выпускной - для отвода отработавших газов из дви­гателя. Первый обычно отливают из алюминиевого сплава, а вто­рой - из серого чугуна. Газопроводы должны оказывать мини­мальное сопротивление перемещению газов, обеспечивая возмож­но большее наполнение и лучшую очистку цилиндров от отрабо­тавших газов. Впускные газопроводы должны обеспечивать также равномерное распределение воздуха по цилиндрам двига­теля.

Неисправности: недостаточная пропускная способность воздушного фильтра. Признаки: затруднен или невозможен пуск двигателя, неустойчивая работа двигателя, повышенный расход топлива. Причины неисправности: засорение фильтрующего элемента воздушного фильтра.

Турбокомпрессор (Слайд 26).

Для повышения литровой мощности дизелей используют наддув, т.е. подачу заряда воздуха в цилиндр под давлением.

Для наддува дизели ЯМЗ-238НБ, -240Н, -240П, Д-245.12, Д-260, его модификации и другие оборудуют турбокомпрессором, использующим энергию отработавших газов. Увеличивая наполнение цилиндров воздухом, турбокомпрессор повышает эффективность сгорания одновременно увеличенной дозы впрыскиваемого топлива. Это дает возможность повысить эффективную мощность дизеля на 20... 30 %. Однако над­дув увеличивает тепловую и механическую напряженность деталей кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов.

Турбокомпрессор дизелей обычно представляет собой объеди­нение газовой турбины, приводимой во вращение потоком отра­ботавших газов, и центробежного компрессора, обеспечивающе­го создание избыточного давления воздуха. Оба агрегата имеют один общий роторный вал, установленный в бронзовых подшип­никах. Во время такта впуска дизеля сжатый компрессором воздух нагнетается в его цилиндры обычно под давлением 0,10... 0,20 МПа.

Неисправности: уменьшение подачи воздуха компрессором. Признаки: повышенный шум работы турбокомпрессора, увеличивается расход масла в системе смазки, уменьшается мощность двигателя, увеличивается задымленность двигателя. Причины неисправности: износ втулок турбокомпрессора, недостаточный уровень масла в двигателе, засорение фильтрующего элемента воздушного фильтра.

Система выпуска отработавших газов (Слайд 27).

Основной задачей системы выпуска является эффективный отвод отработавших газов из цилиндров двигателя, снижение их токсичности и уровня шума. Зная, из чего состоит выхлопная система в автомобиле, вы сможете лучше понимать принципы ее работы и причины возможных неполадок. Устройство стандартной выхлопной системы зависит от вида используемого топлива, а также от применяемых экологических стандартов.

Основные узлы системы выпуска отработавших газов: выпускной коллектор, приемные трубы, глушитель

Неисправности: разгерметизация системы. Признаки: повышенный шум работы двигателя. Причины неисправности: прогорание уплотнительных элементов соединений, прогорание одного из составных частей системы.

Важно знать: для уменьшения выброса вредных веществ в дизельных двигателях вначале внедрили систему рециркуляции отработавших газов (EGR), которая направляет часть их обратно на впуск. Многие думают, что это нужно просто для дожигания выхлопных газов. Отчасти так, но основная задача — снизить количество кислорода в свежей топливо‑ воздушной смеси и сбить температуру сгорания в цилиндре. Иногда системой рециркуляции снабжают и бензиновые двигатели. У дизеля она состоит из управляющего клапана, охладителя потока газов и впускного запорного клапана.

Для уменьшения выброса сажи систему выпуска дополнили дизельным сажевым фильтром (DPF). Чаще их объединяют в одном корпусе, но встречаются и раздельные конструкции. Фильтр DPF напоминает обычный нейтрализатор. Разница в том, что он именно накапливает в себе частицы сажи и производит их дожигание — регенерацию.

На некоторых двигателях, для уменьшения выбросов вредных веществ, применяются и другие устройства. Например: система селективной каталитической нейтрализации (SCR) и многое другое.

VI. Закрепление нового материала

Преподаватель:Итак, мы сегодня с Вами разобрали тему «Система питания дизельного двигателя». А сейчас мы разделимся на две команды. Представим, что у одной команды все автомобили с карбюраторными двигателями, а во второй – с дизельными двигателями. Вы должны ответить мне на 2 вопроса:

1 - преимущества системы питания вашего автомобиля;

2 - недостатки системы питания автомобиля соперника. **(**Слайды 28-29)

Затем преподаватель предлагает учащимся самостоятельно закрепить полученные знания. Обучающиеся решают тесты на компьютере (Приложение 4).

После тестирования преподаватель анализирует результаты.

Оценка знаний учащихся показала, как учащиеся усвоили и закрепили новый материал.

**VII. Рефлексия.**

Преподаватель: Сегодня на уроке с помощью презентации мы изучили:

назначение и общее устройство системы питания дизельного двигателя;

назначение и устройство составляющих узлов системы питания. Выразите свое отношение к уроку (Приложение 5).

Преподаватель подводит итог пройденного учебного занятия в целом. Выставляет отметки за работу на учебном занятии с мотивировкой.

**VII. Выдача домашнего задания**

Опорный конспект.

Н.И. Спиридонов «Устройство автомобилей» с. 101-114. (Слайд 30)

**Литература**

1. Спиридонов, Н.И. Устройство автомобилей: учебно-метод. пособие/ Н.И. Спиридонов.- Минск: РИПО,2013.

2. Родичев В.А. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя автотранспортных средств категории «С». Москва. Издательский центр «Академия», 2011. стр. 74-93.

3. Автомобили-тягачи УрАЛ-4320, УрАЛ-4420 и их модификации. Москва. Военное издательство, 1986. стр.48-60.

4. Осыко В.В. Устройство и эксплуатация автомобиля КамАЗ-4310. Москва. Патриот, 1991. стр. 76-102.