**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ 3

ГЛАВА I. Аналитический обзор литературных источников. 4

1.1 История создания дизельного двигателя. Характеристики дизельного топлива. 4

1.2 Общее устройство и действие системы питания. 6

1.3 Развитие дизельного двигателестроения. 8

1.4 Экология - двигатель прогресса в моторостроении. 13

1.5 Насос - форсунки современных дизелей. 16

1.6 Регуляторы топливных систем. 18

1.7 COMMON RAIL – Аккумуляторные топливные системы. 19

ГЛАВА II. Расчет эффективности конструкции и работы двигателя внутреннего сгорания. 24

2.1. Характеристики двигателей. 24

2.2. Классификация испытаний и оборудование для них. 31

2.3. Технология проведения испытаний и обработка их результатов. 34

ГЛАВА III. Разработка набора «Система питания дизельного двигателя». 36

3.1. Требования к оборудованию. 36

3.2. Разработка конструкции набора. 36

3.3.Технология изготовления набора. 38

ГЛАВА IV. Применение набора при изучении курса «Трактор». 40

4.1.Обучение школьников сельскохозяйственной технике. 40

4.2. Практические работы по разделу «Система питания дизельного двигателя». 41

Заключение. 50

Литература. 51

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Ввиду того, что Бирский государственный институт развивается, открываются новые специальности, и в перспективе институт должен получить статус университета необходимо активное расширение материальной базы учебного процесса.

В связи с тем, что на факультете «Технология и предпринимательство» изучают такие дисциплины как машиноведение, детали машин, сельскохозяйственную технику, передо мной была поставлена задача: подобрать и изготовить набор узлов и механизмов для разборки и сборки системы питания дизельного двигателя, а также разработать методическое пособие по изучению данного раздела.

Прорабатывая различную техническую литературу по теме, консультируясь с мастерами цеха топливной аппаратуры и преподавателями нашего института, а так же имея в виду материальную базу института и мои собственные возможности, я решил, что оптимальным вариантом будет набор узлов и механизмов системы питания дизельных двигателей А-41, Д-240.

Цели и задачи. Цель данной работы заключалась в создании набора узлов и механизмов системы питания дизельного двигателя, а также разработки методического пособия для изучения данного раздела. Сформулированная цель распалась на ряд задач:

- проанализировать литературные источники;

- спроектировать набор системы питания;

- подобрать необходимые узлы и механизмы;

- придать узлам эстетичный вид;

- собрать набор;

- разработать методическое пособие по использованию этого набора.

# ГЛАВА I. Аналитический обзор литературных источников.

##

## 1.1 История создания дизельного двигателя.

## Характеристики дизельного топлива.

Двигатель внутреннего сгорания был изобретён в 1860 году французским механиком Э. Ленуаром. Своё название он получил из-за того, что топливо в нём сжигалось не снаружи, а внутри цилиндра двигателя. Аппарат Ленуара имел несовершенную конструкцию, низкий КПД (около 3%) и через несколько лет был вытеснен более совершенными двигателями.

Наибольшее распространение среди них получил четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания, сконструированный в 1878 году немецким изобретателем Николаусом Оттом.

Двигатели Ленуара и Отто работали на смеси воздуха со светильным газом. Бензиновый двигатель внутреннего сгорания был создан в 1885 году немецким изобретателем Готлибом Даймлером. Примерно в то же время бензиновый двигатель был разработан и О.С.Костовичем в России. Горючая смесь (смесь бензина с воздухом) приготовлялась в этом двигателе с помощью специального устройства, называемого карбюратором.

В 1897 году немецкий инженер Рудольф Дизель сконструировал двигатель внутреннего сгорания, в котором сжималась не горючая смесь, а воздух. В процессе этого сжатия температура воздуха поднималась на столько, что при попадании в него топлива оно самовозгоралось. Специального устройства для воспламенения топлива в этом двигателе уже не требовалось; не нужен был и карбюратор. Новые двигатели стали называть дизелями.

Двигатели Дизеля являются наиболее экономичными тепловыми двигателями: они работают на дешёвых видах топлива и имеют КПД 31-44% (в то время как КПД карбюраторных двигателей составляет обычно 25-30%). В настоящее время дизельные двигатели работают на дизельном топливе. Его характеризуют высокая теплотворная способность, хорошая распыляемость, испаряемость в горячем воздухе и воспламеняемость, оно должно быть химически стабильным при хранении, не вызывать коррозии металлов, не содержать механических примесей и воды. В зависимости от условий работы, применяют дизельное топливо следующих марок: Л (летнее)- при температуре окружающего воздуха 00 С и выше, З (зимнее)- при температуре окружающего воздуха минус 200 С и выше ( температура застывания топлива не выше минус 350 С ) и более морозостойкое топливо, применяемое при температуре минус 300 С и выше (температура застывания топлива не выше минус 450 С ), А (арктическое)- при температуре окружающего воздуха минус 500 С и выше.

Присутствие серы в топливе уменьшает период задержки его самовоспламенения в цилиндре, что благоприятно сказывается на работе двигателя. Двигатель работает мягче, то есть с меньшими ударными нагрузками. Однако сера повышает образование нагара и способствует быстрому износу деталей поршневой группы. По содержанию серы дизельное топливо подразделяют на два вида: доля серы не более 0,2%; доля серы не более 0,5%.

В условное обозначение топлива марки Л - входят доля серы и температура вспышки, топлива марки З - доля серы и температура застывания, топлива марки А - доля серы. Например, дизельное топливо Л-0,2-40 (ГОСТ 305-82) означает: летнее топливо с долей серы до 0,2% и температурой вспышки 400 С; дизельное топливо З-0,2 минус 350 С (ГОСТ 305-82) означает: зимнее топливо с долей серы до 0,2% и температурой застывания минус 350 С; дизельное топливо А-0,4 (ГОСТ 305-82) означает: арктическое топливо с долей серы 0,4%.

Топливо определенных сортов необходимо применять соответственно сезону года. Повышенная вязкость топлива ухудшает его текучесть и распыл, а низкая – смазывающую способность.

Вязкость зимних сортов топлива меньше летних. При применении летнего сорта топлива зимой резко увеличивается его вязкость и оно начинает кристаллизоваться (застывает).

Применение арктических и зимних сортов топлива в летних условиях экономически нецелесообразно. На отдельных типах дизельных двигателей в силу особенности конструкции, например высокооборотности, наддува, для которых предусматривается только малосернистое дизельное топливо, не разрешается применять сернистые сорта топлива. При отсутствии в зимнее время дизельного топлива требуемой марки допускается применение летних сортов с добавлением 25% (по массе) керосина при температуре до –200 С и 50% - при температуре от –200 до –350 С.

## 1.2 Общее устройство и действие системы питания.

Система питания дизеля состоит из устройств, механизмов и деталей, обеспечивающих необходимый запас топлива, очистку и подачу топлива и воздуха в цилиндры, удаление отработавших газов в атмосферу, а также изменение количества подаваемого топлива в зависимости от условий работы трактора. Дизельное топливо заливают в бак 14 через горловину, имеющую сетчатый фильтр для очистки топлива от крупных примесей. В нижней части бака установлено два крана: запорный 15 для перекрытия подвода топлива из бака к устройствам и механизмам системы питания и сливной для удаления отстоя или топлива из бака.

Когда открыт запорный кран, топливо из бака проходит по топливопроводу 16 к фильтру 17 грубой очистки, в котором оно очищается от крупных примесей и воды. Затем по топливопроводу 18 топливо поступает к подкачивающему насосу 19, который нагнетает его под давлением около 0,12МПа(1,2 кг-с/см2) по топливопроводу 13 к фильтру 12 тонкой очистки.

Отфильтрованное топливо подается по топливопроводу 9 к топливному насосу 21 высокого давления, которым оно по топливопроводам 7 и через форсунки 6 впрыскивается под давлением 17,5 МПа (175 кг-с/см2 ) в камеры сгорания в конце цикла сжатия воздуха в цилиндрах. Распыленное топливо хорошо смешивается с горячим воздухом и, самовоспламеняясь, сгорает. Продукты сгорания топлива после открытия впускного клапана отводятся из цилиндра в атмосферу через выпускной трубопровод и глушитель 1.

Количество топлива, подаваемого топливным насосом высокого давления в цилиндры, изменяется вручную или автоматически всережимным регулятором 23. Избыточное топливо, подаваемое подкачивающим насосом к топливному насосу высокого давления, отводится по топливопроводу 22 обратно к подкачивающему насосу.

Топливо, просочившееся через зазоры между деталями форсунок, стекает по трубопроводам 8 в фильтр тонкой очистки.

Воздух, необходимый для образования горючей смеси, засасывается двигателем из атмосферы, проходит через воздухоочиститель 2 и поступает через впускной коллектор в цилиндры двигателя. Дизельный двигатель потребляет большое количество воздуха. Для сгорания 1 килограмма топлива в дизеле необходимо 18-20 кг и более воздуха.

Таким образом, двигатели внутреннего сгорания на каждые 100 кг сгоревшего топлива, используют около 2 т атмосферного воздуха, а возвращают отработанные газы.

## 1.3 Развитие дизельного двигателестроения.

Столкнувшись в 70-х годах с проблемой загрязнения воздуха, самая автомобильная нация – американцы – принялись искать выход из сложившейся ситуации. И нашла его, разработав нейтрализатор выхлопных газов, который, по крайней мере, снял остроту проблемы.

Именно нейтрализаторам и обязаны глобальным распространением система впрыска топлива, первые образцы которых появились еще в 50-х годах, но до конца 80-х так и не составили конкуренции карбюраторам.

С появлением двигателей, оборудованных впрыском топлива, у нас в стране за ними укрепился эпитет инжекторные, который ведет происхождение от английского глагола to inject – впрыскивать, вдувать. Существительное инжектор можно применять лишь к форсунке, но вряд ли к двигателю в целом.

Система питания HPI разработанная шведскими специалистами совместно с американской фирмой «Камминс». Изюминка скрыта в оригинальном гидравлическом управлении насос-форсунками. В каждой – две секции: одна предназначена для «рабочего» топлива (далее оно направится в камеру сгорания), а от переменного объема другой зависит момент впрыска.

Сколько подать топлива в одну и другую половинку форсунки, определяет электронный блок. Он открывает и закрывает электромагнитные клапаны, дозирующие топливо, - всего их четыре, по паре на каждые три цилиндра. Такова роль электроники, а непосредственно форсункой управляет гидравлика. Она достаточно «сильна», чтобы работать с давлением более 1000 атм, и способна сдвигать начало и окончание впрыска. Это выгодно отличает новинку от «электронных» аналогов. Разработчики достигли компромисса между экологией и мощностью: вредных веществ в отработанных газах не прибавилось, а дополнительные киловатты появились.

На мощных двигателях нередко применяют системы наддува, которые подают в цилиндры воздух под давлением, тем самым, увеличивая его количество и в итоге – мощность мотора. Общие названия этих систем – компрессор, и чаще употребляемый синоним нагнетатель произошло от глаголов сжимать и наполнять. Сегодня большинство фирм используют два основных вида нагнетателей – механические и приводимые в действие отработавшими газами. У каждого свои преимущества и недостатки, определяющие область применения.

«Мерседес», например, уже давно определился с выбором и устанавливает нагнетатели с механическим приводом на бензиновые двигатели, а турбокомпрессоры – на дизельные. Дело в том, что у приводных (жестко связанных с валом двигателя) нагнетателей давление наддува не зависит от оборотов, благодаря чему двигатель быстро реагирует на нажатие педали акселератора. Особенно ценно это качество при разгоне. Также в их активе простота конструкции. Но, естественно, есть и другая сторона медали: расход топлива у моторов, оборудованных нагнетателями с механическим приводом, выше, а КПД ниже, чем у двигателей с турбонаддувом.

Наиболее распространенный вид наддува, широко используемый сегодня в дизелях и в бензиновых моторах, - турбонаддув. Отработавшие газы вращают турбину, а та, в свою очередь, приводит компрессор, нагнетающий свежий воздух.

Выигрыш от турбокомпрессора – значительное улучшение характеристик двигателя за счет побочной энергии. А вот моментального отклика и уж тем более энергичной помощи на малых оборотах от турбокомпрессора ждать бесполезно; в самом общем случае он обеспечивает высокий крутящий момент лишь при оборотах выше средних – в характеристике появляется провал, называемый «турбоямой». (Впрочем, «турбояму» можно устранить; кроме известных методов, передовые фирмы пробуют…. подкрутку турбины специальным высокоскоростным электродвигателем.) Еще один минус – высокие требования к культуре производства и эксплуатации придирчивого турбокомпрессора.

В силу особенностей рабочего процесса дизельные двигатели лучше подходят для оснащения турбонаддувом, нежели бензиновые. Конечно, существуют и другие типы наддува, например с использованием волнового обмена, но сейчас они практически не используются.

Однако при сжатии воздух нагревается, его плотность падает, а значит, масса воздуха, доставленного в цилиндры, уменьшается. А что, если воздух после компрессора охлаждать? Для этого служит устройство, именуемое по-разному: промежуточным охладителем, охладителем наддувочного воздуха или, на импортный манер интеркулером. Это воздухо-воздушный радиатор, где нагретый в компрессоре воздух идет по трубкам и охлаждается потоком воздуха «забортного».

Кстати, охладитель позволяет не только увеличить массу свежего заряда в цилиндрах. Он еще и одно из средств борьбы с окислами азота. Эти вредные соединения образуются в процессе сгорания топлива при высокой температуре, а с помощью охладителя ее удается несколько снизить.

На современных дизельных двигателях улучшения характеристики крутящего момента при повышении экономичности и экологичности помогает достичь турбокомпаунд. Это устройство «подкручивает» коленвал энергией отработавших газов, передавая ее от турбины на маховик с помощью собственной гидротрансмиссии. Турбокомпаунд работает при больших нагрузках двигателя, обеспечивая прирост момента и мощности.

В настоящее время немецкая фирма «Мете» в сотрудничестве с «Сименсом» предложила наддув без насоса, турбины или резонансных камер, позволяющий в первую очередь улучшить тягу двигателя «на низах». Названа она электроимпульсной, ибо родилась благодаря современной электронике и компьютерам.

Во впускном трубопроводе перед каждым цилиндром установлен специальный электромагнитный клапан, управляемый собственным контроллером, который через шину передачи данных связан с основным электронным блоком двигателя. В начале такта впуска клапан плотно закрыт. Незадолго до нижней мертвой точки, когда разрежение в цилиндре максимально, клапан резко открывается. Воздух резко устремляется в цилиндр с огромной скоростью, создавая сверхзвуковую ударную волну. Если бы клапан остался открытым и дальше, часть воздуха вернулась бы во впускной коллектор, но быстродействующая электроника успевает закрыть коллектор. Кроме того ударная волна воздуха лучше перемешивает топливную смесь и снижает склонность мотора к детонации.

Прямой эффект – увеличившийся на 30% крутящий момент в самом неблагоприятном режиме, когда двигатель работает на низких оборотах, а водитель резко прибавляет газ. В новой конструкции нет недостаточно надёжной турбины и вообще никаких вращающихся деталей – только клапан да пара управляющих соленоидов.

Только на примере системы питания мы видим, что двигатели внутреннего сгорания постоянно совершенствуются, достигая все более высоких показателей по мощности, экономичности, увеличению ресурса и что особенно важно в экологичности выхлопных газов.

## 1.4 Экология - двигатель прогресса в моторостроении.

За последние пять лет ушедшего столетия дизельные двигатели совершили рывок в своем развитии. Совершенствование топливной аппаратуры, одно из перспективных направлений для конструкторов дизельных моторов. Некогда маломощный, шумный мотор теперь конкурирует наравне с бензиновыми собратьями, по-прежнему опережая их в экономичности. Хорошим тоном ныне считается использование новейших открытых камер сгорания, регулирование фаз газораспределения и длины впускных каналов. Обязателен наддув с промежуточным охлаждением, причем регулируют его не простым перепуском газов мимо турбины, а поворотом направляющих лопаток компрессора или турбины, подкруткой турбокомпрессора электродвигателем. Намеренная черта современных дизелей – топливные системы нового поколения.

Многие фирмы уже делают впускные трубопроводы с изменяемой геометрией. На минимальных оборотах воздух идёт к камере сгорания по длинному пути, на повышенных – открывается короткий трубопровод.

В ближайшей перспективе длину впускных каналов будут изменять не ступенчато, а плавно. Например, такая конструкция уже работает на моторах БМВ. Вращающийся барабан с электроприводом за секунду способен увеличить путь воздуха от 231 до 673 мм. До 3500 об/мин работает длинный канал, а с ростом оборотов он укорачивается.

Кроме того, баварские мотористы предлагают изменять высоту подъёма клапана в зависимости от режима работы мотора. «Вэлвтроник» уже прописался на серийных двигателях. Дополнительный эксцентриковый вал управляет рычагами, которые ограничивают ход впускных клапанов.

Ещё один способ управлять поступающим в цилиндры воздухом – смещать фазы газораспределения. Поворачивая распредвал, можно изменять момент открытия и закрытия клапанов. Тем самым улучшается наполнение цилиндров, а следовательно, растут мощность и момент, снижая расход топлива, улучшается количество вредных веществ в отработавших газах.

Многие фирмы предлагают варианты таких конструкций, некоторые уже прижились на серийных моторах. Кстати, оригинальная отечественная конструкция испытанная для моторов ВАЗ и, возможно, появится на перспективных моделях.

Качественный скачек дизелестроения простимулирован экологическими нормами. Например, в Европе выбросы окислов азота и твердых частиц дизелями снизились за 10 лет в 10 раз.

В борьбе за чистоту выхлопа конструкторы столкнулись с серьезной проблемой: большинство изменений рабочего процесса дизеля снижает выбросы лишь одного из двух компонентов. Например, увеличение опережения впрыска уменьшает эмиссию частиц, но увеличивает выбросы NO . Разрубить гордиев узел позволили высокое давление впрыска и электронное управление. Благодаря повышению давления улучшается распыление топлива, что способствует более высокому и полному сгоранию. Это поясняет, почему почти 60 лет (с 1927 по 1985) максимальное давление впрыска составляло 20-50 МПа, а в последние 10 лет выросло до 200 МПа.

Электронное управление позволяет на всех режимах работы дизеля гибко изменять характеристику, величину подачи, давление и опережение впрыска. В итоге снижаются вредные выбросы, шумность, расход топлива, улучшается пуск дизеля.

Топливные системы с механическими регуляторами постепенно снимают с производства. Переход на новый уровень давления и электронное управление потребовал пересмотра традиционных конструкций. Отказались от рядных насосов высокого давления (ТНВД) с регулировочным люком, ведущих родословную от насоса серии А фирмы «Бош» 1927 года. Ближайшие его родственники имеют жёсткий глухой корпус, толстый вал с вогнутыми кулачками, высокие моновтулки плунжеров, могут снабжаться второй рейкой, управляющей опережением впрыска.

В ряду распределительных насосов высокого давления самая популярная в мире модель «Бош-VE», ведущая историю с 1976 года, вытесняется более современными электроуправляемыми ТНВД фирмы «Бош», «Лукас», «Зксель», «Станадайн».

## 1.5 Насос - форсунки современных дизелей.

Чуть подробнее – о двух наиболее современных и перспективных конструкциях.

Первая – насос-форсунка с быстродействующим электроуправляемым клапаном (Рис.6) работает таким образом: при движении плунжера 3 электромагнит 1 закрывает клапан 2 и топливо устремляется не на слив, а в распылитель 5. При отключении электромагнита клапан открывается и через канал 4 отсекается подача. Момент включения электромагнита обуславливает опережение впрыска, момент включения - величину подачи. Именно с насос - форсунки «Детройт Дизель» началось их шествие по миру. Такие системы прижились на двигателях грузовых и легковых автомобилей.

Они перешагнули уровень давления впрыска 200 МПа, позволяя осуществить двухфазный впрыск, снизив шумность работы и выбросы NO .

При всей простоте система на сегодня наиболее эффективна и пока только она позволяет выполнить перспективные требования Евро 4.

Из-за особенностей компоновки сложно расположить насос-фарсунку соосно цилиндру, ее обслуживание затруднено. Однако высокое качество впрыска (тонкий распыл) и возможности электронного управления обеспечивают, помимо высоких экологических свойств, очень низкий расход топлива.

Фирмами «Бош» и «Лукас» освоены ТНВД с быстродействующим клапаном управление сливом.

Индивидуальные насосы, пришли на смену блочным, позволили сделать короткий нагнетательный трубопровод. Это приблизило их по свойствам к насос-форсункам например, по давлению впрыска (150 МПа и выше). Насосы приводятся распределительным валом, располагаются вблизи «своего» цилиндра и работают с обычными форсунками. Сохраняются привычная красота головки цилиндров, удобства обслуживания, применимость имеющихся топливных стендов, а необходимость в механической регулировке насоса отпадает.

В таких ТНВД отсутствуют выточки на плунжерах, механизмы поворота плунжеров, автоматические регуляторы. Их появления на рынке - приговор «двухреечным» насосам и, по всей видимости, традиционным рядным ТНВД. Единственный сложный элемент-клапан управления. Он должен срабатывать за 0,1мс, не испытывать влияния гидравлических сил при огромных давлениях, иметь лёгкий и мощный электропривод.

## 1.6 Регуляторы топливных систем.

Уже сейчас ведущие производители заменили механические регуляторы Уатта электронными. Их характеризует гибкость управления, самодиагностика, использование резервных программ. Появились и собственные опции: питание каждого цилиндра в соответствии с его техническим состоянием и особенностями изготовления, отключения цилиндров, управление параметрами впрыска и др.

Крупнейшие мировые производители выпускают весь спектр топливных систем. Какие из ныне распространенных не приживутся, а какие станут популярными? Рядные насосы уже покинули класс легковых автомобилей и вытесняются с грузовиков. Распределительные ТНВД пока остаются наиболее массовыми, но из-за большей сложности и дороговизны их роль и тем более перспективы стремительно сужаются. Самых новых и современных насосов это коснулось даже в большей степени. Фирма «Бош» планирует уже к 2006 году сократить долю распределительных насосов до 15%; ранее не выпускавшиеся электроуправляемые насос-форсунки и индивидуальные ТНВД завоюют 19% всего объёма, а 62% объёма выпуска будет приходится на «коммон рейл».Будущее отечественных дизелей не столь предсказуемо. На дизель ГАЗ-560 взамен «механической» чешский насос-форсунки просится новая, с электронным управлением: она даст возможность изменить опережение впрыска. Для всех транспортных дизелей применима и желательна «коммон рейл». На опытном ЗМЗ-514 она уже работает. Но зарубежные комплектующие сильно поднимут цену отечественных двигателей, а собственных готовых изделий и технологической базы нет. К сожалению, слишком медленно внедряются самые подходящие для России ТНВД с быстродействующими клапанами слива. Одно из объяснений этого в том, что потребитель не заинтересован в современных двигателях. С учетом стоимости он однозначно выбирает устаревшие.

## 1.7 COMMON RAIL – Аккумуляторные топливные системы.

Аккумуляторные топливные системы с успехом применялись в 50-е годы на двигателях морских судов. На новом техническом уровне, с применением электронного управления они появились на серийных двигателях в 1997 году. О таких системах, названных «коммон рейл» (в осмысленном переводе – «общий аккумулятор»).

Именно они, помимо регулирования величины и опережения подачи, умеют управлять характеристикой и давлением впрыска. На рис.8 – схема системы «коммон рейл». Наиболее сложные, дорогие и нетрадиционные её элементы – ТНВД и электрогидравлическая форсунка. Радиально-плунжерный насос с помощью эксцентрикового вала приводит в движение три плунжера. В нем размещают также регулятор производительности и подкачивающий шестеренчатый насос. Принцип действия электрогидравлической форсунки сложнее. В отличие от бензиновых электромеханических форсунок, здесь электромагнит при давлении 135 МПа не в состоянии поднять запорную иглу, поэтому используется принцип гидроусиления.

Сегодня «коммон рейл» реализует не только двухфазный впрыск для снижения шумности или выбросов NO, но и трех-пятифазный. Готовятся системы с 15 короткими импульсами впрыска – так формируется наиболее желательная для каждого режима дизеля характеристика впрыска.

При подаче на электромагнит 1 напряжения открывается миниатюрный сливной шариковый клапан 2. Давление в камере управления 3 падает, и запорная игла 6 под действием высокого давления в кармане распылителя 7 открывается. Чем дольше она открыта, тем больше подача и мощность дизеля. При отключении электромагнита клапан 2 закрывается, давление в камере управления восстанавливается через жиклер 4. Мультипликатор 5 увеличенного диаметра быстро закрывает иглу.

На протяжении последних десятилетий дизельные и карбюраторные двигатели конструктивно постепенно сближались: степень сжатия бензиновых моторов росла, форсунка переместилась из впускного коллектора в камеру сгорания. А степень сжатия дизелей, напротив, несколько снизили.

В конце 2002 года французский НИИ бензина собрал двигателистов на международный конгресс, посвященный новым процессам внутреннего сгорания. Оказывается, ряд крупных фирм (среди них «Тойота», ФИАТ, «Форд», «Фольксваген», АВЛ) уже вовсю ведет исследования, результатом которых должен стать гибридный двигатель.

Создание гибрида – вполне логичный шаг. Ведь, с одной стороны, приверженцы бензиновых моторов предлагают в некоторых режимах работы воспламенять смесь от сжатия (контролируемое воспламенение), с другой – дизелисты согласились поставить в цилиндры искровые свечи, чтобы поджечь равномерно распределенное по камере сгорания топливо(HCCI – поджигание гомогенного заряда под давлением). Цель одна: в течение ближайшей пятилетки снизить содержание вредных веществ в выхлопе до … почти нулевого уровня. Реальным считают 100-кратное уменьшение выбросов окислов азота и 10 – 50-кратное – частиц сажи. И это не прожектерство: экспериментальный мотор «Форда» на базе «Зетек-1,7 16V» с системой воспламенения уже показал снижение уровня NHx на 99%, а потребления бензина – на 30%.

Разработчики давно поняли: сжечь топливо без остатка, а значит, без вредных выбросов в выхлопную трубу можно, лишь распределив заряд по камере сгорания равномерно (гомогенно) и также равномерно следует поджечь его сразу во всем объеме. В бензиновых моторах сложно как раз второе, потому-то и пошли на воспламенение от сжатия.

В дизелях трудно равномерно перемешать заряд – на это нужно время. Поэтому топливо стали впрыскивать значительно раньше ВМТ, разбавляя его воздухом еще до форсунки. В результате потребовалась искровая свеча. Так, по сути, породнились изобретения Отто и Дизеля. Преимущества моторов сложили, недостатки уменьшили.

Исследователи установили: оптимальная степень сжатия – 15:1. Запустить мотор помогают искровые свечи, а смесь готовят в зависимости от режима работы. При малой нагрузке, когда среднее давление в цилиндре не превышает 4 бар, используют гомогенный заряд, наполовину разбавленный выхлопными газами. В интервале от 4 до 7-8 бар следует дополнительный короткий впрыск топлива после ВМТ и в цилиндр возвращается еще больше отработавших газов. Наконец, при большой нагрузке процесс становится типичным для традиционного дизельного двигателя – свечи не работают.

Если верить публичным заявлениям, ближе всех к цели «Фольксваген» со своим методом CCS (комбинированная система сгорания). Оказалось, правда, что для стабильного образования гомогенного облака горючей смеси, которое бы не воспламенилось раньше времени, нужно новое топливо. Не бензин и не солярка, а нечто среднее, синтетическое. Топливо должно по возможности лучше испаряться, но не вспыхивать слишком легко. Таким может стать испытанный недавно «Синфьюэл», получаемый из природного газа, или «Санфьюэл» - из биомассы. Они не содержат серы и ароматических углеводородов – дополнительный плюс для экологии.

Если на автомобилях лет через пять действительно появятся гибридные моторы, стоит ожидать падения цен на нефть и рост – газ. Не случайно уже сегодня гигант «Шелл» вкладывает миллиарды в строительство «газоперегонных» заводов: ведь получаемое там синтетическое топливо в любом случае не пропадет, а без вреда для атмосферы сгорит в дизельных моторах.

**ГЛАВА II. Расчет эффективности конструкции и работы двигателя внутреннего сгорания.**

## 2.1. Характеристики двигателей.

Энергетические и экономические показатели двигателя при различных режимах работы (частое вращение коленчатого вала и нагрузке) оценивают по его характеристикам: регулировочным, скоростной и нагрузочной.

Характеристики – это графические выражения зависимости какого-либо основного показателя работы двигателя от другого показателя, построенные по опытным данным, которые были получены в результате испытаний двигателя на специальных тормозных установках (стендах). Методы поведения стендовых испытаний двигателей стандартизованы (ГОСТ 18509-80 для тракторных и комбайновых дизелей, ГОСТ 14846-81 для автомобильных двигателей).

Регулировочные характеристики отражают зависимость основных показателей двигателя от принятых регулировок его механизмов, влияющих на протекание рабочего процесса. Те значения регулируемых параметров двигателя, которые обеспечивают получение заданной мощности и наибольшей экономичности, называют оптимальными. Их определяют по регулировочным характеристикам.

В качестве примера на рисунке 10, приведена регулировочная характеристика по установочному углу начала подачи топлива насосом дизеля СМД-14. Она показывает зависимость мощности и удельного расхода топлива от угла Qн начала подачи топлива насосом. Снимают такую характеристику при работе дизеля с постоянной частотой вращения коленчатого вала, принятом часовом расходе топлива и других оптимальных показателях. Для снятия характеристики рейку топливного насоса закрепляют в положении полной подачи топлива (начало включения корректирующего устройства). Последовательно изменяя специально установленной муфтой угол опережения подачи топлива, определяют эффективную мощность дизеля. На характеристике видно что максимальную эффективную мощность 55 кВт и минимальный удельный расход топлива 268 г/кВт ч дизель имеет, если начинать топливо подавать, когда кривощип коленчатого вала не доходит до верхней мёртвой точки на θ=19о. Это и есть оптимальный угол опережения подачи топлива.

Рис.10. Регулировочная характеристика по углу опережения подачи топлива насосом дизеля А-41.

К числу регулировочных относятся характеристики, показывающие изменение мощности и удельного расхода топлива в зависимости от ряда факторов: давления на впуске и выпуске и др.

Скоростная характеристика показывает зависимость энергетических и экономических показателей двигателя от частоты вращения коленчатого вала при постоянном положении дроссельной заслонки или рейки топливного насоса, то есть представляет собой графическое изображение (рис.11, 12) зависимостей Ne=f(n), Mk=f(n), GT=f(n), ge=f(n).

Скоростная характеристика, снятая при полностью открытой дроссельной заслонке или полной подаче топлива и при углах опережения зажигания или начала подачи топлива, указанных в технических условиях на двигатель, называется внешней.

Скоростные характеристики, полученные при неполных, но постоянных для каждой характеристике степенях открытия дроссельной заслонки при положениях рейки топливного насоса, называются частичными.

Скоростные характеристики снимают, постепенно увеличивая нагрузку (тормозя двигатель). Частота вращения коленчатого вала снижается до значения nmin (см. рис.11), при котором ещё возможна устойчивая работа двигателя. Для каждого скоростного режима (опыта), если это предусмотрено конструкцией двигателя, автоматически устанавливается наивыгоднейший угол опережения зажигания и начала подачи топлива. На внешней скоростной характеристике карбюраторного двигателя отметим следующие точки: А – максимальная мощность двигателя Nemax, при этом частота вращения коленчатого вала n2; Б - мощность, при которой крутящий момент максимален Мкmax, а частота вращения коленчатого вала n2; В – мощность, соответствующая минимальному удельному расходу топлива gemin; а – крутящий момент МкN на режиме максимальной мощности; Г – номинальная мощность Neн; б – крутящий момент на режиме номинальной мощности; nн – частота вращения коленчатого вала при номинальной мощности.

Рис.11. Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя.

На внешней скоростной характеристике дизеля (см. рис.12) отметим две точки: А – мощность при номинальном удельном расходе топлива и Б - мощность, соответствующая началу работы дизеля с дымлением. Длительная работа дизеля с дымлением недопустима, поскольку вызывает его перегрев и интенсивное нагарообразование.

Рис.12. Внешняя скоростная характеристика дизеля.

Скоростную характеристику с регуляторной ветвью (регуляторную характеристику) снимают при положении органов управления регулятором скорости, соответствующим полной подаче топлива. Она показывает зависимость расхода топлива, крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала от мощности двигателя.

Регуляторную характеристику (рис.13), то есть зависимости

n=f(Ne), Mk=f(Ne), GT=f(Ne), ge=f(Ne),

строят в результате проведения ряда опытов с постепенной загрузкой двигателя, начиная от нулевой, соответствующей частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу, до номинальной нагрузки. При этом работой двигателя управляет регулятор. Чтобы более полно выявить показатели двигателя, его продолжают загружать и после получения номинальной мощности, когда регулятор уже не управляет работой двигателя, то есть при работе с перегрузкой. Полученные участки кривых – части внешней скоростной характеристики.

Рис.13. Регуляторная характеристика дизеля Д-240.

На регуляторной характеристике отметим точки: а – Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя nн, при которой мощность номинальная Ne н; б – крутящий момент Мк н при номинальной мощности; в - часовой расход топлива GT H при номинальной мощности; г – удельный расход топлива ge н при номинальной мощности.

На скоростной (безрегуляторной) части характеристики интерес представляют точки: д – максимальный крутящий момент Мк max; e – частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальном крутящем моменте.

Энергетические и экономические показатели нового, отремонтированного или находящегося в эксплуатации двигателя могут быть проверены по его скоростной или регуляторной характеристике.

У дизелей кривая зависимость Мк=f(n) (см. рис.12) более пологая, чем у карбюраторных двигателей, что объясняется конструктивными особенностями топливных насосов. Для устранения некоторых этого недостатка регуляторы топливных насосов имеют корректоры, которые увеличивают подачу топлива за цикл на режимах перегрузки, улучшая характеристику крутящего момента.

Способность двигателя преодолевать кратковременные увеличения внешних сил сопротивлений трактора или автомобиля без перехода на низшую передачу характеризуется корректорным коэффициентом запаса крутящего момента в процессах:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  μ= | Mk max – Mk N |  100. |
|  Mk N |

Для тракторных двигателей и двигателей грузовых автомобилей, работающих, как правило, с полным использованием мощности, корректорный коэффициент запаса крутящего момента, обеспечивающей хорошие динамические качества, должен составлять 15…20%.

В условиях эксплуатации важно знать (хотя бы приблизительно), насколько полно загружен двигатель при работе трактора с данным агрегатом. Для этого в процессе работы трактора измеряют массу топлива, израсходованного за контрольную смену. Определяют расход топлива, разделив его массу в граммах на время смены в секунду. Полученное значение расхода топлива переносят на регуляторную характеристику данного двигателя и находят среднее значение мощности, характеризующее загрузку двигателя в течении смены.

Нагрузочная характеристика показывает зависимость экономических показателей двигателя от нагрузки при постоянной частоте вращения коленчатого вала, то есть отражает зависимость:

GT=f(Ne), ge=f(Ne) или GT=f(MK), ge=f(MK).

При анализе нагрузочных характеристик можно выразить экономичность работы двигателя на различных частотах вращения коленчатого вала в условиях неполного использования мощности двигателя. Каждую характеристику снимают при постоянной частоте вращения коленчатого вала последовательным увеличением подачи топлива, начиная с режима холостого хода до нагрузок, соответствующих полной подаче топлива.

## 2.2. Классификация испытаний и оборудование для них.

Основные энергетические, экономические и конструктивные показатели двигателя выявляют в результате его испытаний. В зависимости от цели и назначения различают испытания: приёмо-сдаточные и исследовательские.

Приёмо–сдаточные испытания поводят с целью контроля качества изготовления или ремонта двигателя, а в процессе эксплуатации – для проверки стабильности принятых регулировок, энергетических и экономических показателей двигателя и сравнения их с данными технической документации предприятия – изготовителя.

Исследовательские испытания обычно проводят в процессе создания новой модели двигателя или усовершенствования существующей.

Для проведения приёмо-сдаточных испытаний в сельском хозяйстве чаще всего применяют электрические тормозные установки (стенды).

Электрический обкаточно-тормозной стенд КИ-2139А ГОСНИТИ (рис.14) состоит из следующих составных сборочных единиц: электродвигателя-тормоза 2, редуктора 5, силового устройства 3 с пультом контрольных приборов, смонтированных на фундаментной плите 18, стоек-домкратов 16 и плит 17, необходимых для установки двигателя 15, реостата 1, устройства А для замера расхода топлива.

Электродвигатель 2 может работать в режиме генератора, и тогда он служит загрузочным устройством (тормозом) для двигателя. Нагрузку регулируют жидким реостатом 1.

Электротахометром определяют частоту вращения вала электродвигателя (тормоза).

Тормозной момент измеряется силовым устройством 3 и фиксируется на циферблате 4.

Трёхступенчатый редуктор 5 (с прямой, повышающей и понижающей передачами) даёт возможность использовать стенд для испытания двигателей с различной частотой вращения коленчатого вала. При работе на прямой передаче редуктора частота вращения вала тормоза равна частоте вращения коленчатого вала тормоза равна частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Когда тормоз работает не на прямой передаче редуктора, частоту вращения коленчатого вала двигателя подсчитывают по номограмме, прикреплённой к корпусу редуктора.

Кран 6 приспособления А может быть установлен в трёх положениях: первое - «двигатель», при котором топливо из бака 11 по топливопроводу 7 поступает в двигатель15; второе - «залив», когда топливо одновременно подаётся в двигатель 15 и в баку 8 по топливопроводу 9 через трёхходовый кран 6 направляется в двигатель.

Эффективную мощность двигателя (кВт) определяют по формуле

Ne=0.735PnT/1000η,

где Р – показание на циферблате 4 силового механизма, кгс; nT – частота вращения вала тормоза по электротахометру, об/мин; η – коэффициент полезного действия редуктора (при работе на прямой передаче η=1, на повышающих и понижающих передачах η=0,98).

Одновременно с мощностью двигателя определяют расход топлива. Для этого, заполнив банку 8 топливом, трёхходовый кран 6 из положения «залив» переводят в положение «замер» и по секундомеру определяют время расхода определённого количества топлива.

Расход топлива (кг/ч) вычисляют по формуле

 GT=3,6Q/t,

где Q – масса топлива, израсходованного за время опыта; t – время опыта.

Удельный расход топлива рассчитывают по формуле

ge=1000GT/Ne.

##

## 2.3. Технология проведения испытаний и обработка их результатов.

При проведении испытаний двигателя нужно соблюдать правила техники безопасности. Все приводные и соединительные устройства вращающихся деталей должны быть закрыты кожухами. Запрещается проводить какие – либо регулировки и технический уход на рабочем двигателе. Место проведения испытаний следует оборудовать противопожарными средствами. Перед испытанием двигателя проверяют стенд, подготавливают измерительную аппаратуру. Проверяют техническое состояние, регулировочные показатели двигателя и снимают несколько контрольных точек характеристики.

Если двигатель установлен на раме трактора, то его не рекомендуется снимать с нее, чтобы не нарушить центровку. В этом случае вал тормоза соединяют с коленчатым валом двигателя через вал отбора мощности трактора. При соединении вала отбора мощности с валом тормоза с целью устранения возможного несовпадения их осей применяют гибкие муфты.

Перед началом каждого опыта двигатель должен работать устойчиво (с постоянной частотой вращения) и иметь температуру охлаждающей жидкости и масла в пределах, указанных в технических условиях на двигатель. Чтобы получить достоверные результаты измерений, каждый опыт проводят не менее двух раз.

Режим работы двигателя при переходе от одного опыта к другому изменяют последовательно в большую или меньшую сторону в установленных границах, в зависимости от типа снимаемой характеристики. Если какую – либо точку характеристики проверяют дополнительно, то режим, соответствующий ранее выполненному опыту, полностью восстанавливают.

Данные, полученные во время опыта, заносят в протокол испытаний и затем обрабатывают. В протоколе указывают наименование двигателя, его номер и на какой машине он был установлен, а также дату, место и барометрическое давление во время испытания, отмечают, какая характеристика снималась. Приводят название, марку и ГОСТ топлива и картерного масла, на которых работал двигатель во время испытаний. Отмечают все изменения в работе двигателя (начало и характер дымления, вибрация, стуки и т.д.).

Опытные данные, вносимые в протокол, можно разбить на три группы: регулировочные показатели; значения непосредственных измерений во время опыта; результаты опыта, полученные путем подсчетов по соответствующим формулам.

К регулировочным показателям относят степень открытия дроссельной заслонки или положение рейки насоса, угол опережения зажигания или начало подачи топлива.

Во время каждого опыта измеряют его продолжительность; создаваемый тормозной момент; частоту вращения вала тормоза; расход топлива за опыт; температуры окружающего воздуха, охлаждающей жидкости, масла в поддоне картера, отработавших газов; давления масла в системе смазки, топлива в системе питания, газов в картере двигателя.

Для каждого опыта фиксируют частоту вращения коленчатого вала двигателя и, учитывая наличие промежуточной передачи между двигателем и валом тормоза, определяют крутящий момент и мощность, полученные во время опыта, а также расходы топлива (Gт и gе).

По окончании испытаний составляют таблицу основных показателей и строят характеристики.

# ГЛАВА III. Разработка набора «Система питания дизельного двигателя».

##

## 3.1. Требования к оборудованию.

При организации учебно-материальной базы следует исходить из следующих общих психолого-педагогических, методических, эстетических, экономических, гигиенических и других требований к школьному оборудованию. Оно должно соответствовать содержанию программы изучаемого курса; дидактическим принципам, главным образом принципам наглядности, доступности и посильности; возрастным особенностям, познавательным возможностям и интересам учащихся; эстетическим требованиям (быть чистым, покрашенным, удобным для использования); экономическим возможностям школы, правилам безопасности труда, производственной санитарии и школьной гигиены. Наглядные пособия должны быть простыми по устройству, обладать относительно большим сроком эксплуатации, годиться для демонстраций и выполнения практических работ учащимися.

## 3.2. Разработка конструкции набора.

Для создания набора в первую очередь необходимо подобрать подходящие узлы и детали системы питания дизельного двигателя, а затем изготовить укладочный ящик для компактного хранения деталей.

Имея различные виды систем питания, я рассмотрел все их положительные, отрицательные стороны и пришел к выводу: что системы питания дизелей ЯМЗ-238, Д-108 очень громоздкие, малораспространённые и вряд ли представится возможным приобрести их в полном комплекте. Системы питания дизелей Д-144, Д-21 подходила мне по многим параметрам, они компактные, лёгкие, достаточно широко распространенные, особенно в частном секторе, но они не изучаются в школьном курсе. Узлы и механизмы системы питания дизельного двигателя автомобиля КАМАЗ мне недоступны, поэтому её я не стал рассматривать изначально.

На современных отечественных тракторах, автомобилях и других машинах широко используют дизельные двигатели марок Д-240, А-41 и их модификации. Кроме того, эти двигатели изучают на уроках Технологии в сельских общеобразовательных школах в курсе «Трактор», а мою дипломную работу, я думаю, можно использовать как методические рекомендации при изучении раздела «Система питания дизельного двигателя», поэтому для создания набора я решил использовать узлы и механизмы именно этих двигателей. В набор, я считаю, должны войти все основные узлы и механизмы, а в частности: топливный насос высокого давления, подкачивающий насос, фильтры тонкой очистки топлива, фильтр-отстойник грубой очистки топлива, форсунки, а топливный бак и воздухоочиститель из-за их больших габаритов и достаточно простого устройства можно упустить. Кроме того, эти двигатели изучают на уроках Технологии в сельских общеобразовательных школах в курсе «Трактор», а мою дипломную работу, я думаю, можно использовать как методические рекомендации при изучении раздела «Система питания дизельного двигателя».

Для приобретения узлов и механизмов системы питания необходимо договориться с механиком колхоза о выделении необходимого со склада машинно-тракторной мастерской и с неисправных двигателей.

Полученные детали нужно будет разобрать, вымыть в дизельном топливе и пропарить для полного удаления грязи. Проверить, чтобы все узлы и механизмы были комплектными и работоспособными, а в дальнейшем могли быть использованы в качестве наглядного пособия при разборке и сборке узлов, для изучения их устройства и принципа действия. Затем все детали необходимо покрыть краской соответствующего цвета.

Укладочный ящик нужно изготовить из лёгкого, но прочного материала, в качестве такого, я думаю, подойдёт прочный картон или древесная волокнистая плита.

## 3.3.Технология изготовления набора.

При изготовлении набора я с первых же шагов столкнулся с трудностями, оказывается даже неисправные детали найти не просто, потому что всё сдаётся на металлолом, особенно детали из цветных металлов. Однако, объехав ближайшие хозяйства, мне все-таки удалось подобрать необходимые узлы и механизмы системы питания дизельных двигателей А-41 и Д-240. Все привезённые детали я погрузил на пять суток в дизельное топливо, для того чтобы растворить грязевые отложения в скрытых полостях узлов и механизмов. Разобрав узлы на составляющие их детали, я тщательно вымыл их, используя щеточки и кисти, особое внимание, уделяя скрытым полостям и отверстиям.

Затем узлы вымыл с использованием синтетического моющего средства, для того чтобы обезжирить поверхности перед нанесением краски, а внутренние детали и полости не имели маслянистого загрязнения.

Хорошо просушив все детали, проверил исправность резьбовых соединений, работоспособность всех узлов и механизмов, а также их полную комплектность. Обработал напильником острые кромки деталей, забоины и вмятины. Собрал узлы и механизмы согласно их устройства и комплектации, проверил их работоспособность.

Следующей операцией была покраска наружных поверхностей масленой краской, аналогично заводскому цвету.

После покраски на каждую деталь была отпечатана и наклеена табличка с названием детали, узла или механизма.

Укладочный ящик был изготовлен из плотного, прочного картона с использованием деревянных брусков. Между собой детали закреплены с помощью клея и заклёпок. Верхняя крышка ящика закрывается на два задвижных замка. Внутренняя и внешняя стороны ящика окрашены в серый цвет масленой краской.

В данный укладочный ящик были уложены узлы и механизмы системы питания дизельного двигателя.

# ГЛАВА IV. Применение набора при изучении курса «Трактор».

##

## 4.1.Обучение школьников сельскохозяйственной технике.

Исследования ученых-педагогов и передовой педагогический опыт показывают, что к основным путям совершенствования обучения школьников сельскохозяйственной технике и профессии сельского механизатора относятся следующие:

1. Приведение содержания изучаемого курса, методов, форм организации обучения в соответствии с требованиями научно-технического прогресса в сельском хозяйстве.

2. Разумное сочетание традиционных и новых форм и методов обучения.

3. Систематическое использование на уроках технических средств обучения.

4. Развитие познавательной активности и самостоятельности учащихся в овладении знаниями и умениями.

5. Усиление воспитывающей, развивающей, политехнической, практической и профориентационной направленности обучения учащихся технике.

6. Осуществление тесной связи изучения техники с основами наук, производственным окружением.

7. Систематическое участие школьников в производственном труде в ученической бригаде и на полях колхозов.

Выбор рациональных форм организации учебной работы зависит от цели, задач и содержания обучения, состава школьников, места и времени обучения, состояния учебно-материальной базы, видов деятельности учащихся и способа руководства ими со стороны учителя.

У уроков обучения курсу «Трактор» много общего с уроками по общеобразовательным предметам. Но в то же время они имеют и свою специфику.

Во-первых, для занятий каждый класс, если в нём более 25 учащихся, делится на две группы. Для лучшей организации практической работы учащихся занятия проводятся в течении двух учебных часов.

Во-вторых, деятельность учащихся на занятиях связана не только с усвоением знаний, но и с приобретением практических умений и навыков. Поэтому большая часть учебного времени (около 2/3), выделенного для изучения тракторов, используется для выполнения учащимися практических работ.

В-третьих, учащиеся, распределённые на звенья, могут решать на занятии разные дидактические задачи, то есть выполнять одновременно разные по содержанию практические задания.

В-четвёртых, занятия могут проводиться в разных условиях: в кабинете механизации, школьном гараже, на учебной площадке и в других местах.

В зависимости от цели, преимущественно решаемой на данном уроке, занятия по трактору делятся на теоретические, практические, комбинированные

## 4.2. Практические работы по разделу «Система питания дизельного двигателя».

В процессе изучения этой темы учащиеся приобретают знания о назначении, устройстве, действии, неисправностях и техническом обслуживании основных частей системы питания дизеля. При выполнении практических работ школьники овладевают первоначальными знаниями, умениями частично разбирать и собирать топливные фильтры, подкачивающий насос, воздухоочиститель, топливные насосы высокого давления, однорежимные и всережимные регуляторы, форсунки, закрепляют знания об их устройстве и принципе действия.

Наиболее сложными вопросами для школьников являются устройство, действие и регулировка топливного насоса высокого давления и всережимного регулятора.

Практическую работу учащиеся начинают с ознакомления с инструкционной картой, чтобы уяснить содержание работы. Затем они читают учебное пособие, чтобы осмыслить назначение, устройство, действие изучаемого объекта. После этого выполняют разборочно-сборочные, измерительные, вычислительные, регулировочные, смазочные и другие операции. При возникновении вопросов учащиеся должны стараться самостоятельно найти на них ответы (в инструкционной карте, на плакате или в учебном пособии). В особо трудных случаях, когда большинство школьников затрудняются в выборе правильного решения или нарушают правила безопасности труда, учитель консультирует их (проводит текущий инструктаж), помогает учащимся своими силами преодолеть возникшие трудности, найти верный ответ, что способствует воспитанию у ребят самостоятельности, настойчивости, трудолюбия, умений работать с учебно-справочной литературой.

Во время текущего инструктажа учитель своевременно устраняет ошибки учащихся, повторно показывает и объясняет отдельным звеньям или всей группе приёмы правильного выполнения работы, контролирует знания и умения школьников.

Чтобы эффективно руководить учебно-воспитательным процессом во время самостоятельной работы учащихся, учитель периодически обходит рабочие места.

Во время первого обхода учитель обращает внимание на то, чтобы учащиеся приступили к выполнению практической работы только после ознакомления с инструкционной картой и прочтения соответствующего текста учебного пособия. При этом учитель разъясняет школьникам, на что следует обратить особое внимание.

Цель второго обхода - проверить, четко ли понимают учащиеся содержание задания, придерживаются ли порядка его выполнения, помочь им в проведении наиболее сложных разборочно-сборочных, регулировочных и других работ, напомнить школьникам о соблюдении культуры труда, организации рабочего места, выполнении правил безопасности труда.

Во время третьего (заключительного) обхода учитель проверяет правильность выполненной работы, комплектность и исправность оборудования, состояние рабочих мест, контролирует знания и умения учащихся.

После заключительного обхода звеньевые сдают учителю инструмент, приспособления, наглядные пособия и учебно-справочную литературу.

Заключительный инструктаж проводится учителем для подведения итогов занятия, анализа результатов работы каждого звена и отдельных учащихся, выявления и разбора допущенных ими типичных ошибок, сообщения школьникам оценок и расстановки по рабочим местам следующего занятия.

**Инструкционная карта для выполнения практической работы №1.**

**«Демонтаж топливных фильтров грубой и тонкой очистки с дизеля»**

Цель работы. Ознакомиться с расположением и креплением на дизеле топливных фильтров грубой и тонкой очистки. Овладеть первоначальными умениями по выполнению демонтажа с дизеля фильтров грубой и тонкой очистки топлива.

Оборудование рабочего места. .Дизель для разборки и сборки, стенд «Система питания дизеля», набор инструмента, учебное пособие «Трактор», ветошь.

Время выполнения работы – 60 мин.

Последовательность выполнения работы. 1. Прочтите параграф учебного пособия. Найдите на рисунке основные части системы питания и проследите по рисунку и стенду путь топлива из бака к форсункам.

2. Снимите с дизеля фильтры грубой и тонкой очистки топлива:

а) отъедините трубопроводы низкого давления от фильтров;

б) поддерживая фильтры, отверните крепежные винты, снимите фильтры и положите их на стол, а крепежные винты вверните на место;

в) очистите фильтры от пыли и грязи;

г) разберите фильтр грубой очистки топлива;

д) пользуясь пособием и плакатом, рассмотрите устройство фильтра грубой очистки топлива и проследите путь движения через него топлива;

е) соберите фильтр грубой очистки;

ж) частично разберите фильтр тонкой очистки: отверните гайки и отъедините крышку вместе с фильтрующими элементами, выверните пробку;

з) пользуясь плакатом и пособием, найдите основные части фильтра тонкой очистки и проследите путь движения через него топлива, соберите фильтр.

**Инструкционная карта для выполнения практической работы №2.**

**«Демонтаж топливного насоса высокого давления с дизеля»**

Цель работы. Ознакомиться с размещением и креплением на дизеле топливного насоса высокого давления и подкачивающего насоса. Овладеть первоначальными умениями по выполнению демонтажа с дизеля топливного насоса высокого давления и подкачивающего насоса.

Оборудование рабочего места. Дизель для разборки и сборки, плакат «Система питания дизеля», набор инструмента, учебное пособие «Трактор», ветошь.

Время выполнения работы-60 мин.

Последовательность выполнения работы.1.Прочтите параграф учебного пособия. Найдите на рисунке основные части системы питания и проследите по рисунку и плакату путь топлива из бака к форсункам.

2.Снимите топливный насос высокого давления с дизеля;

 а) отъедините топливопроводы высокого и низкого давления от топливного насоса высокого давления и подкачивающего насоса;

б) отъедините тягу от рычага управления регулятором;

в) поддерживая насос, отверните винты, с помощью которых он крепится к дизелю, снимите насос, а винты вверните на место.

3. Отверните крепёжные винты и снимите подкачивающий насос с топливного насоса высокого давления.

4. Очистите топливный насос высокого давления и подкачивающий насос от пыли и грязи.

5. Ответьте на контрольные вопросы: для чего служат подкачивающий насос и топливный насос высокого давления? Покажите на плакате и дизеле путь топлива из бака в цилиндры и отработавших газов из них в атмосферу.

**Инструкционная карта для выполнения практической работы №3.**

**«Демонтаж форсунок с дизеля»**

Цель работы. Ознакомиться с размещением и креплением на дизеле форсунок, а также с приемами демонтажа их с дизеля.

Оборудование рабочего места. Дизель для разборки и сборки, стенд «Система питания дизеля», набор инструмента, учебное пособие «Трактор», ветошь.

Время выполнения работы – 60 мин.

Последовательность выполнения работы. 1. Прочтите в учебном пособии параграф. Найдите на рисунке основные части системы питания и проследите по рисунку и стенду путь топлива из бака к форсункам.

2. Снимите форсунки с дизеля.

3. Очистите форсунки от пыли, грязи и нагара.

4. Разберите форсунку и рассмотрите ее основные детали.

5. При помощи плаката, стенда и пособия проследите путь топлива в форсунке.

6. Соберите форсунку и ознакомьтесь с ее регулировкой.

7. Ответьте на контрольные вопросы: каково назначение форсунки? На сколько часов работы рассчитан топливный бак? Покажите на стенде путь и дизеле путь топлива и воздуха в цилиндры и отработавших газов из них в атмосферу. Объясните порядок демонтажа форсунки с дизеля.

Примечание. При затруднении в ответе прочтите соответствующие абзацы учебного пособия.

**Инструкционная карта для выполнения практической работы №4.**

**« Демонтаж воздухоочистителя с дизеля»**

Цель работы. Ознакомиться с размещением и креплением на дизеле воздухоочистителя, а также с приёмами демонтажа его с дизеля.

Оборудование рабочего места. Дизель для разборки и сборки, стенд «Система питания дизеля», набор инструмента, учебное пособие «Трактор», ветошь.

Время выполнения работы. – 60 мин.

Последовательность выполнения работы. 1. Прочтите в учебном пособии параграф. Найдите на рисунке основные части системы питания и проследите по рисунку и стенду путь топлива из бака к форсункам, а также путь воздуха от воздухоочистителя в цилиндры двигателя.

1. Снимите воздухоочиститель с дизеля.

3. Очистите воздухоочиститель от пыли и грязи.

4. Снимите поддон, выньте кассеты воздухоочистителя дизеля, отъедините сухой пылеотделитель.

5. Ознакомьтесь с устройством и принципом действия воздухоочистителя.

6. Соберите воздухоочиститель.

7. Разберите воздухоочиститель сухого типа с бумажными фильтрующими элементами: отъедините моноциклон и воздухоподводящий патрубок, выньте основной и предохранительный фильтры-патроны из корпуса.

8. Пользуясь плакатом, стендом найдите основные части воздухоочистителя и ознакомьтесь со способами очистки воздуха от пыли и отвода ее в атмосферу.

9. Соберите воздухоочиститель

**Контрольные тесты к теме «Система питания».**

1.Для чего предназначены топливные фильтры?

Варианты ответа:

а) для очистки топлива от механических примесей;

б) для очистки топлива от механических примесей и воды;

в) для очистки топлива от механических примесей, воды и масла.

2.Какие фильтрующие элементы устанавливают на дизелях Д-240 и А-41 для тонкой очистки топлива?

Варианты ответа: а) Сетчатые металлические; б) бумажные; в) войлочные.

3.Какого типа подкачивающий насос установлен в системе питания дизелей Д.-240 и А-41?

Варианты ответа: а) Диафрагменный; б) шестерёнчатый; в) роторный; г) поршневой.

## 4. От чего приводится в действие подкачивающий насос дизелей Д.-240 и А-41?

Варианты ответа: а) от шестерни распределительного вала; б) от шестерни коленчатого вала; в) от эксцентрика распределительного вала; г) от эксцентрика кулачкового вала топливного насоса высокого давления.

5.На каких дизелях установлен топливный насос УТН-5?

Варианты ответа: а) СМД-14; б) А-41; в) Д.-21; г) Д.-240.

6.Какую деталь не имеет топливный насос УТН-5?

Варианты ответа: а) Плунжера; б) гильзы; в) впускного клапана; г) нагнетательного клапана.

7.Как изменяют количество топлива, подаваемого насосом 4ТН-9Х10Т дизеля А-41? Варианты ответа: а) Поворотом плунжера вокруг вокруг его оси втулкой с зубчатым венцом; б) поворотом плунжера вокруг своей оси при помощи его поводка; в) регулировочным винтом толкателя.

8. Куда впрыскивается топливо через форсунку дизеля Д.-240 и А-41?

Варианты ответа: а) Непосредственно в камеру сгорания; б) в дополнительную часть (вихревую камеру) камеры сгорания.

9.Каково давление начала впрыска топлива форсункой дизеля А-41?

Варианты ответа: а) 12.5 МПа (125 кгс/см); б) 15 МПа (150 кгс/см); в) 17 МПа (170 кгс/см); г) 17.5 МПа (175 кгс/см).

10.Какие форсунки установлены на дизелях Д.-240 и А-41?

Варианты ответа: а) Закрытые безштифтовые; б) открытые с многодырчатым распылителем; в) закрытые штифтовые; г) закрытые безштифтовые с многодырчатым распылителем.

11.Какие виды топлива используют для тракторных дизелей?

Варианты ответа: а) Бензин; б) керосин; в) дизельное топливо.

12.На каком физическом явлении основан принцип очистки воздуха в сухом пылеотделителе воздухоочистителя дизеля Д.-240 и в моноциклоне воздухоочистителя дизеля А-41?

Варианты ответа: а) Парусность частиц; б) вес частиц; в) инерция частиц.

13.При каком техническом обслуживании меняют масло в корпусе топливного насоса?

Варианты ответа: а) При ежесменном обслуживании; б) при ТО-2; в) при сезонном обслуживании; г) при ТО-3.

14.Какие работы выполняют при ТО-1 с фильтром грубой очистки?

Варианты ответа: а) Промывают фильтр грубой очистки; б) сливают отстой; в) меняют фильтрующий элемент.

Ответы к тестам: 1-б; 2-б; 3-г; 4-г; 5-г; 6-в; 7-б; 8-а; 9-б; 10-г; 11-в; 12-в; 13-б; 14-б.

# Заключение.

Таким образом, подобрав необходимую, соответствующую литературу, я, рассмотрел различные виды системы питания двигателей внутреннего сгорания.

Проанализировав рассмотренные виды, выявив преимущества и недостатки, а так же свои материальные возможности я пришел к выводу, что данный вариант будет оптимальным.

На основании данного проекта был изготовлен и собран воедино набор узлов и механизмов системы питания дизельного двигателя.

В процессе изготовления набора были выполнены следующие поставленные передо мной цели:

* была разработана конструкция набора системы питания,
* была разработана технология изготовления набора,
* подобраны необходимые узлы и механизмы,
* узлам и механизмам был придан эстетический вид,

 - механизмы и узлы собраны в единый набор;

- разработано методическое пособие по использованию набора системы питания дизельного двигателя.

Таким образом, поставленная цель моей работы была достигнута.

# Литература.

1. Анохин В.И. и Сахаров А.Г. Пособие тракториста. Колос. 1969.
2. Пятецкий Б. Г. Справочник слесаря ремонтной мастерской. Россельхозиздат.1968.
3. Карпов В.Г. и Романин В.А. Технические средства обучения. Просвещение.1979.
4. Гельман Б.М. и Москвин М.В. Сельскохозяйственные тракторы. Высшая школа. 1978.
5. Грачев Ю.В. Тракторист-машинист. Колос. 1983.
6. Дмитриев И.Н. Школьнику о современной технике. Просвещение. 1982.
7. Книга сельского механизатора. Россельхозиздат. 1979.
8. Родичев В.А. и Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. Высшая школа.1982.
9. Родичев В.А. и др. Справочник сельского механизатора. Россельхозиздат. 1981.
10. Гуревич А.М. Учебник тракториста-машиниста третьего класса. Колос. 1982.
11. Жаров М.С. Методика курса Трактор. Просвещение.1986.
12. Жаров М.С. и др. Учебник Трактор 8-11 кл. Просвещение. 1991.
13. Чистяков В.Д. и др. Ремонт тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. Колос.1966.
14. Тихонов В.И. Техника безопасности при слесарных работах. Профиздат. 1960.
15. Гринь А.Л. Ознакомление учащихся с особенностями устройства системы питания энергонасыщенных тракторов. Школа и производство. №2. 1982.
16. Гринь А.Л. Ознакомление учащихся с конструктивными особенностями двигателей тракторов. Школа и производство.№3. 1983.
17. Гуревич А.М. Тракторы и автомобили. Москва. Колос. 1983.
18. Грехов Л. Революция с воспламенением от сжатия. За рулем. №10. 2002.
19. Чуйкин А. Испанская партия. За рулем. №2.2002.
20. Сачков М. В компании с компаундом. За рулем. №6.2001.
21. Гзовский М. Системы наддува и их особенности. №3. 2001.
22. Воробьев-Обухов А.Не в такт. За рулем. №8. 2002.
23. Сачков М. Задолго до мертвой точки. За рулем. №5. 2003.
24. Воробьев-Обухов А. Гибрид внутреннего сгорания. За рулем. №2. 2003.