

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузьменко И.В.

СИСТЕМЫ ПУСКА 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. Системы пуска 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 пуска поршневых двигателей внутреннего сгорания. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Будко С.И.

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

© Брянский ГАУ, 2021
© Кузьменко И.В., 2021

СИСТЕМЫ ПУСКА ДВС

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: изучить системы пуска двигателей внутреннего сгорания с использованием учебно-методического пособия, обучающего видеофильма, рассмотреть детали системы и их расположение на разрезах макетов ДВС.

ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:

Разрезные макеты ДВС, натуральные детали систем пуска, видеослайды, видеофильмы, плакаты.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПУСКЕ ДВС

Для того чтобы двигатель внутреннего сгорания начал работать, необходимо сначала заставить вращаться его коленчатый вал от постороннего источника энергии с так называемой *пусковой частотой* (минимальная частота вращения коленчатого вала, при которой происходит пуск двигателя).

Пусковая частота вращения коленчатого вала для разных типов двигателей различна по следующим причинам.

Бензиновые и газовые двигатели. При пуске этих двигателей во время вращения коленчатого вала в цилиндры приготовленная топливовоздушная смесь засасывается либо из карбюратора, либо из газового смесителя, а также впрыскивается во впускной коллектор топливными форсунками. Она, будучи сжата во время такта сжатия, легко воспламеняется поданной в определенный момент в камеру сгорания электрической искрой. Чтобы обеспечить заполнение цилиндров свежим зарядом смеси и сжать ее с достаточным усилием, коленчатый вал следует вращать с частотой 30...60 мин⁻¹.

Момент, необходимый для проворачивания коленчатого вала у этих двигателей, вследствие небольшой степени сжатия ($\epsilon = 5... 10$) таков, что

пуск можно осуществить вручную при помощи пусковой ручки или пускового шнура.

Дизели. У дизелей при вращении коленчатого вала цилиндры заполняются чистым «холодным» воздухом, который нужно сжать с такой силой, чтобы он нагрелся до *температуры самовоспламенения* топлива. Однако надо иметь в виду, что температура самовоспламенения топлива не является постоянной: она зависит от условий, в которых топливо находится. Например, если давление воздуха в цилиндре дизеля во время пуска равно 0,3 МПа, то температура самовоспламенения топлива составляет 400 °С, при повышении давления до 1,1 МПа температура снижается до 257 °С, а при 3 МПа – до 200 °С.

Таким образом, чтобы обеспечить в цилиндре температуру хорошего воспламенения топлива, нужно создать достаточное давление, которое можно получить при частоте вращения коленчатого вала от 150 до 350 мин⁻¹. Такую частоту вращения и значительный при этом момент, необходимый для прокручивания коленчатого вала, в связи с большой степенью сжатия дизелей ($\epsilon = 15...22$) не позволяют осуществить пуск его мускульной силой человека. Для этой цели применяют электрические двигатели – стартеры или вспомогательные карбюраторные пусковые двигатели.

ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ВРУЧНУЮ

Вручную пускают карбюраторные двигатели малой мощности, установленные на мотоблоках и пусковых двигателях дизелей.

Пуск при этом осуществляют различными способами. Наибольшее распространение получили рычажные пусковые механизмы и пуск с помощью шнура.

Рычажное приспособление, применяемое на мотоблоках, состоит из рычага – педали, соединенной с зубчатым сектором, который может входить в зацепление с шестерней, сидящей на коленчатом валу. При нажатии на рычаг сектор вращает коленчатый вал.

Пуск одноцилиндровых двигателей с помощью шнура осуществляют только в тех случаях, когда неисправен стартер.

Для пуска пускового двигателя на его маховике по окружности сделан паз. В этот паз перед пуском наматывают пусковой шнур. Один конец шнура зацепляется узлом за специально сделанный на маховике вырез. После намотки шнура на маховик необходимо резко потянуть его за ручку, которая имеется на другом конце шнура. При этом коленчатый вал пускового двигателя начнет вращаться и осуществляет запуск двигателя.

ПУСК ДВС ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СТАРТЕРОМ

Электрические стартеры применяют для пуска не только дизелей, но и карбюраторных двигателей.

Электрический стартер представляет собой электрический двигатель постоянного тока. Он устанавливается в задней части двигателя, в непосредственной близости от маховика так, чтобы шестерня стартера расположилась против зубчатого венца, напрессованного на маховик.

Мощность стартеров, применяемых на автотракторных двигателях, находится в пределах от 0,44 до 7,7 кВт, а частота вращения якоря при холостом ходе – от 3500 до 5500 мин⁻¹.

Устройство. Стартер состоит из корпуса 9 (рис. 1, а) – статора, на котором укреплены четыре сердечника – полюса с катушками обмотки возбуждения 8 и якоря 5 с обмотками, концы их присоединены к пластинкам коллектора 7. К поверхности коллектора пружинами прижаты четыре щетки 6, из которых две соединены с обмотками возбуждения, а две – с «массой» (корпусом стартера) (рис. 1, б). Другие концы обмоток возбуждения присоединены к клемме 4, установленной на корпусе в изоляционной втулке.

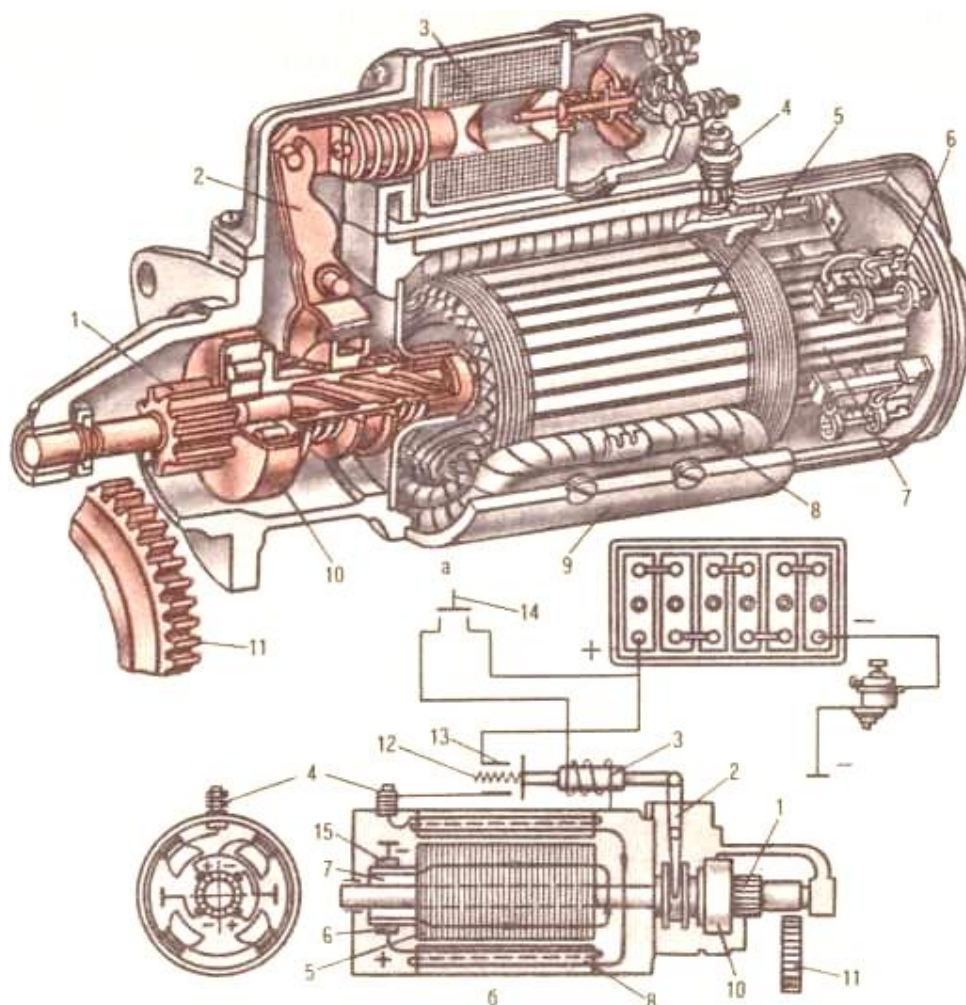


Рисунок 1 - Электрический стартер:

а – общий вид; *б* – схема действия; 1 – шестерня; 2 – рычаг; 3 – тяговое реле; 4 – клемма; 5 – якорь; 6, 15 – щетки; 7 – коллектор; 8 – обмотка возбуждения; 9 – корпус; 10 – муфта свободного хода; 11 – венец маховика; 12 – пружина; 13 – контакты; 14 – кнопка

Крутящий момент от вала якоря на коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания передается через шестерню, соединенную с валом якоря роликовой муфтой 10 свободного хода.

На корпусе стартера укреплено тяговое реле 3, которое через рычаг 2 передвигает шестерню 1 с муфтой 10 свободного хода для соединения с венцом 11 маховика.

Действие. При нажатии на кнопку 14 (или при повороте ключа) электрический ток из аккумуляторной батареи поступает в обмотки тягового

реле 3, в результате чего образовавшееся магнитное поле втягивает в катушку якорек, который, перемещаясь влево, сжимает пружину 12, через тягу поворачивает рычаг 2 и вводит в зацепление шестерню 1 стартера с венцом 11 маховика.

В конце своего движения сердечник при помощи контактного диска замыкает контакты 13 и направляет ток в обмотку возбуждения 8 стартера через клемму 4. Электрический ток, поступивший в обмотку возбуждения, проходит дальше через положительные щетки 6, коллектор 7, обмотки якоря 5, отрицательные щетки 15, «массу» и через клемму «←» обратно в аккумуляторную батарею.

При прохождении электрического тока по катушкам обмотки возбуждения и якоря вокруг якоря и полюсов создаются магнитные поля, которые, взаимодействуя между собой, заставляют якорь вместе с шестерней 1 привода вращаться с большой частотой, обеспечивая вращение коленвала с необходимой для пуска частотой.

Если двигатель уже завелся, а водитель не повернул ключ 6 в исходное положение «Выключено», тогда венец маховика, имеющий к этому времени большую окружную скорость, чем скорость у шестерни 2, начнет вращать ее с очень большой частотой. Если бы между шестерней 2 и валом якоря стартера не была установлена муфта свободного хода 9, то стартер бы вышел из строя.

Действует муфта свободного хода следующим образом. Когда стартер включен и вращает коленчатый вал основного двигателя, крутящий момент от вала якоря передается на наружную обойму 10 муфты свободного хода (рисунок 2).

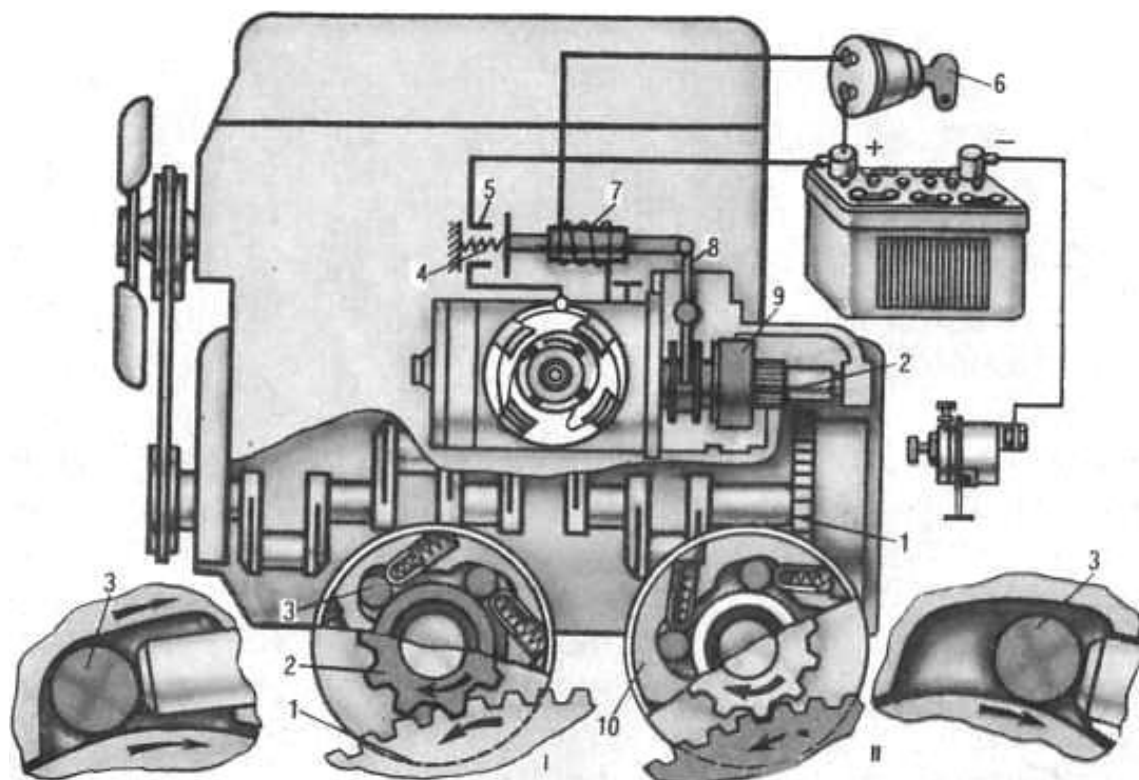


Рисунок 2 – Схема работы обгонной муфты:

1 – венец маховика; 2 – шестерня; 3 – ролик; 4 – пружина; 5 – контакты. 6 – ключ; 7 – обмотка; 8 – рычаг; 9 – муфта свободного хода; 10 – наружная обойма; I – стартер вращает двигатель; II – двигатель вращает стартер

Вращаясь по часовой стрелке, обойма заклинивается роликами 3 со ступицей шестерни 2 и, вращаясь вместе с ней, передает это вращение на венец 1 маховика.

После того как двигатель заведется, окружная скорость венца резко возрастет и он начнет вращать шестерню 2 с частотой, превышающей частоту вращения обоймы. При этом ролики 3, захваченные ступицей шестерни 2, сжав пружины, переместятся в более широкую часть фасонных пазов обоймы и разъединят обойму от шестерни 2. Таким образом, крутящий момент от работающего двигателя к якорю стартера передаваться не будет и аварии не произойдет.

ПУСК ДИЗЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПУСКОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Для повертывания коленчатого вала дизеля на тракторах, помимо электрических стартеров, применяют карбюраторные пусковые двигатели внутреннего сгорания. Использование пусковых двигателей, несмотря на сложность их устройства и применения, по сравнению со стартерами имеет преимущество. Для того чтобы запустить дизель в холодную погоду (ниже $+5^{\circ}\text{C}$), приходится вращать коленчатый вал сравнительно долго (5... 10 мин). Электрическим стартером это сделать трудно, так как аккумуляторная батарея не может иметь такого большого запаса электрической энергии. При пуске же дизеля карбюраторным пусковым двигателем время прокручивания можно увеличить до 10...15 мин. Кроме того, работающий пусковой двигатель своей теплотой обогревает пускаемый дизель, что значительно ускоряет процесс пуска.

В качестве пусковых двигателей наибольшее распространение получили одноцилиндровые двухтактные карбюраторные двигатели мощностью 3,5...9,9 кВт, частотой вращения коленчатого вала 3500...4000 мин^{-1} .

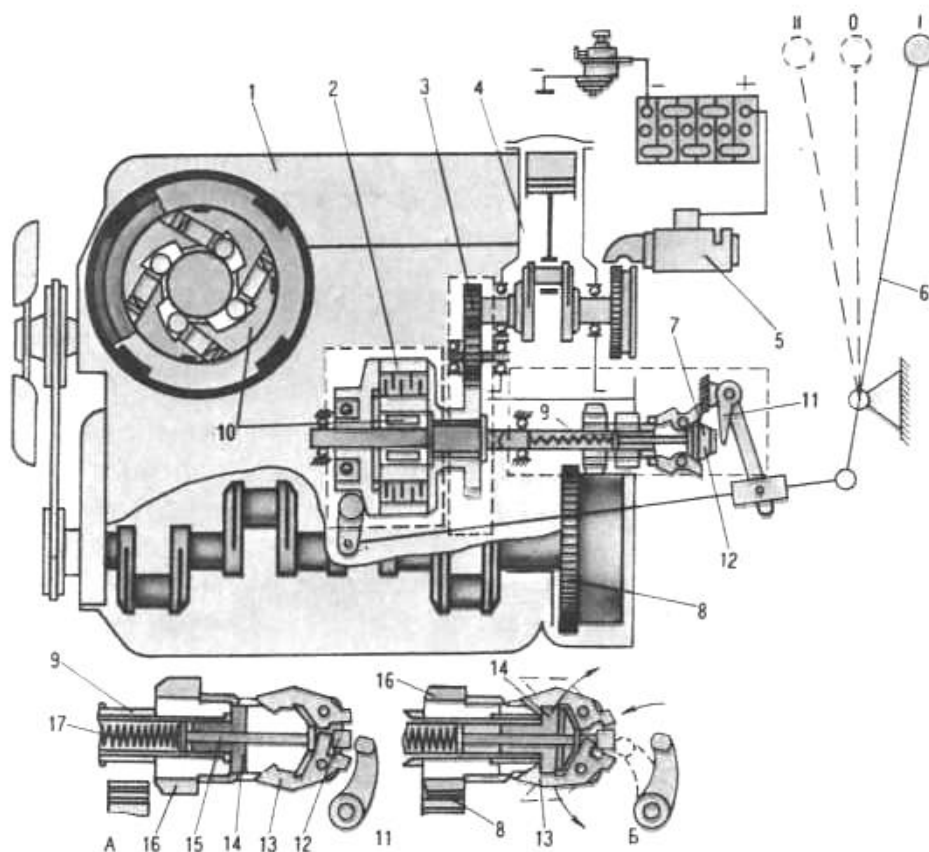


Рисунок 3 – Схема пуска дизеля пусковым двигателем:

1 - дизель, 2 - сцепление, 3-редуктор, 4 - пусковой двигатель, 5 – стартер, 6,11 – рычаги, 7 – автомат включения, 8 – венец маховика, 9 – вал, 10 - обгонная муфта, 12 – держатель, 13 – грузы, 14 – втулка, 15 – толкатель, 16 – шестерня, 17 – пружины; А – пусковой двигатель отключен от дизеля, Б – пусковой двигатель соединен с дизелем.

Пусковой двигатель 4 (рис. 3) снабжен электрическим стартером 5 и установлен в задней части дизеля 1. Крутящий момент от коленчатого вала пускового двигателя к коленчатому валу дизеля передается при помощи трансмиссии, включающей в себя одноступенчатый или двухступенчатый редуктор 3, сцепление 2, обгонную муфту 10 и автомат выключения 7.

Пуск дизеля с помощью пускового двигателя осуществляется следующим образом. Тракторист должен поставить рычаг 6 в положение I, при этом рычаг 11 нажмет на торец держателя 12 и передвинет его по валу 9 вместе с

шестерней 16 влево. Шестерня 16 при этом войдет в зацепление с венцом 8 маховика (схема Б), а грузы 13 своими выступами захватят втулку 14 и будут удерживать шестерню 16 в зацеплении с венцом маховика. Одновременно с этим будет выключено сцепление 2.

После этого при помощи стартера 5 следует завести пусковой двигатель 4. Когда пусковой двигатель начнет работать и достаточно прогреется, рычаг 6 надо плавно перевести в положение II и тем самым включить сцепление 2. Коленчатый вал дизеля начнет вращаться и дизель заведется. У работающего дизеля частота вращения венца маховика увеличится, увеличится и частота вращения шестерни 16 и грузов 13. Грузы под действием центробежных сил разойдутся в стороны (показано пунктиром на схеме Б), выйдут из зацепления со втулкой 14, и пружины 17 через толкатель 15 передвинут грузы, держатель и шестерню 16 вправо — в исходное положение (схема А), пусковое устройство отключится от дизеля.

Если по каким-либо причинам шестерня 16 не разъединится с венцом маховика дизеля, все равно большая частота вращения не будет передана на пусковой двигатель, так как при этом вступит в действие обгонная муфта 10, принцип действия которой аналогичен принципу действия обгонной муфты электрического стартера.

СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДИЗЕЛЯ

Как известно, воспламенение топлива в цилиндрах дизелей происходит за счет теплоты, которая образуется в результате большого сжатия воздуха в цилиндрах двигателя движущимися поршнями. Причем чем ниже температура окружающего воздуха, тем дольше нужно вращать коленчатый вал дизеля, что сопряжено с повышенным износом пусковых устройств.

Чтобы сократить время пуска дизеля и тем самым облегчить работу пускового устройства, применяют легковоспламеняющиеся пусковые жидкости, свечи подогрева, электрофакельные подогреватели, жидкостные подогреватели и др.

Свеча накаливания состоит из корпуса 3 (рис.4), на котором укреплены стержень 2 и спираль накаливания 1. Свеча однопроводного исполнения устанавливается во впускной трубе 4 дизеля. Последовательно со свечой в цепь аккумуляторной батареи включается дополнительное сопротивление 5 и параллельно ему контрольная лампочка 6.

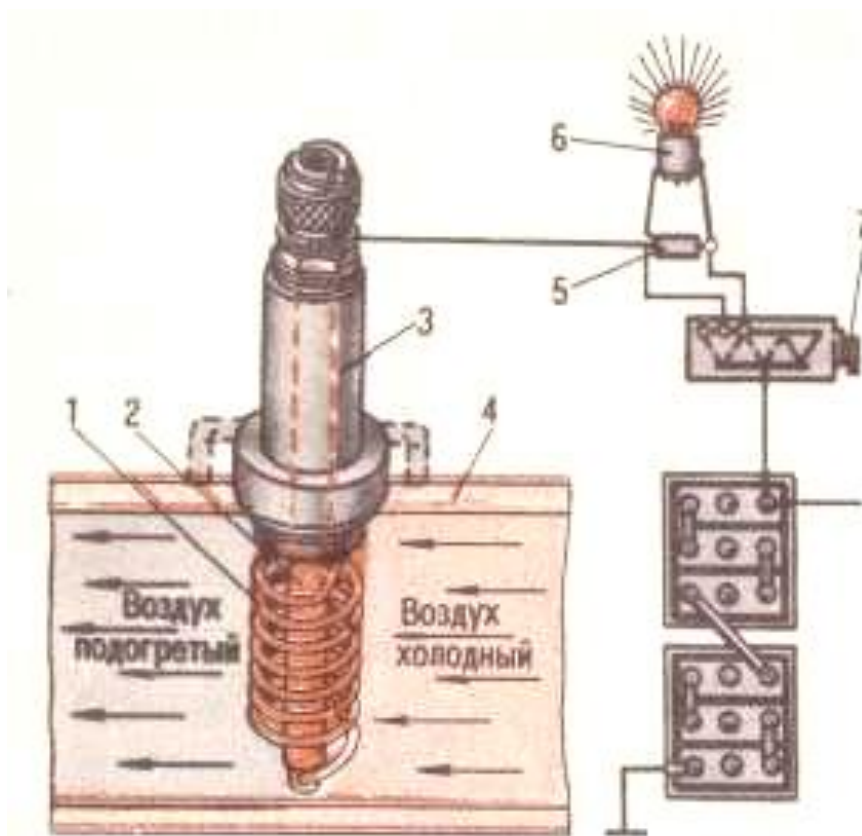


Рисунок 4 – Схема подогрева воздуха свечой накаливания:

1 – спираль; 2 – стержень; 3 – корпус; 4 – впускная труба; 5 – дополнительное сопротивление; 6 – лампочка; 7 – ключ; 1 – спираль; 2 – стержень; 3 – корпус; 4 – впускная труба; 5 – дополнительное сопротивление; 6 – лампочка; 7 – ключ

Действует это устройство следующим образом. При повороте ключа 7 на 45° по часовой стрелке спираль 1 начнет нагреваться, а контрольная лампочка 6 загорится. Через 40...60 с ключ следует повернуть в ту же сторону еще на 45° , при этом включится стартер. При включении стартера для сохранения постоянной силы тока в цепи и соответственно температуры нагрева спирали автоматически выключатся дополнительное сопротивление и кон-

трольная лампочка. После того как дизель заведется, ключ нужно повернуть в обратную сторону на 90° , т. е. выключить свечу и стартер. Свеча накаливания повышает температуру воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, на $25...35^\circ\text{C}$. Обычно такое устройство используют на тракторах и автомобилях, работающих при температурах воздуха не ниже -15°C .

Электрофакельный подогреватель (рисунок 5) размещается также во впускной трубе дизелей, работающих при температуре воздуха до -20°C .

Устройство. Подогреватель состоит из корпуса, внутри которого расположены клапан 7 и обмотка 6 электромагнита. В верхней части подогревателя имеется полый болт 2, через который подается дизельное топливо, идущее от фильтра тонкой очистки или из специального бачка, а в нижней укрепена спираль накаливания 1, закрытая кожухом 9 с отверстиями.

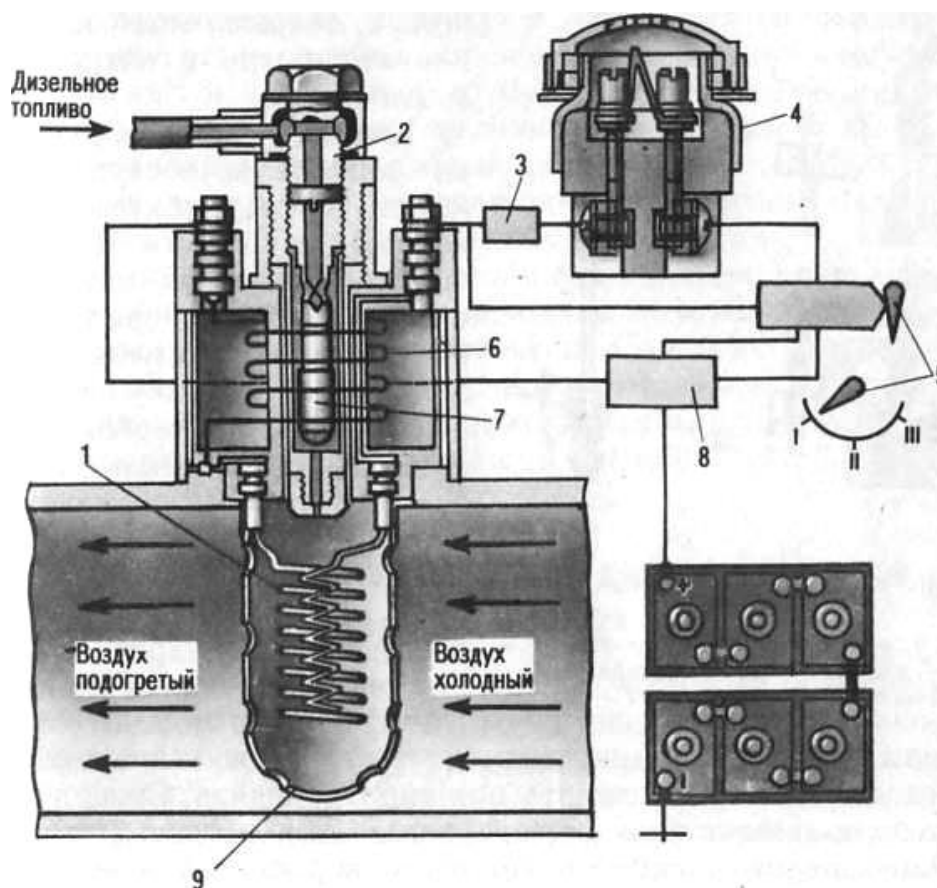


Рисунок 5 - Электрофакельный подогреватель:

1 – спираль накаливания; 2 – полый болт; 3 – добавочное сопротивление; 4 – контрольный элемент; 5 – ключ; 6 – обмотка; 7 – клапан; 8 – реле; 9 – кожух.

Действие. При повороте ключа 5 в положение *II* ток из аккумуляторной батареи поступит в цепь спирали накаливания, предварительно пройдя через контрольный элемент 4 и добавочное сопротивление 3. Напряжение в цепи упадет до 10 В (на это и рассчитана спираль накаливания). Через 30...35 с спираль разогреется до +950 °С.

Затем ключ нужно поставить в положение *III*. В этом случае ток направится в реле 8 (включающему стартер), а от него в обмотку 6 электромагнита подогревателя. Спираль 1 при этом останется включенной, а контрольный элемент и добавочное сопротивление будут выключены. Так как для работающего стартера требуется большой ток, то напряжение в цепи не повысится.

При прохождении тока по обмоткам 6 электромагнит втянет клапан 7 (поднимет вверх), и через открывшееся отверстие дизельное топливо будет вытекать на раскаленную спираль 1, испаряться, воспламеняться и нагревать тем самым проходящий по трубе воздух. Температура воздуха на входе в цилиндры дизеля достигнет 300...350 °С.

После пуска дизеля включатель стартера прекратит подачу тока в обмотку подогревателя и клапан закроет отверстие, по которому топливо вытекало. Ключ 5 при этом будет находиться в положении *I*.

Жидкостные подогреватели применяются на тракторах и автомобилях, работающих при температуре окружающего воздуха до - 40 °С.

Пусковой жидкостный подогреватель представляет собой котел для подогрева охлаждающей жидкости с заливной горловиной. Жидкость в котле нагревается горелкой, в которую из бака через электромагнитный клапан по трубке поступает бензин. Бензин воспламеняется при помощи свечи накаливания. Во время горения бензина в котел вентилятором подается воздух. Горячие газы, образовавшиеся в результате сгорания бензина, по патрубку направляются в кожух, закрывающий картер двигателя, где и нагревают масло.

Холодная охлаждающая жидкость из рубашки двигателя поступает в

котел через трубку, соединенную с нижним патрубком радиатора, а нагретая в котле вода возвращается в рубашку и обогревает цилиндры и головку блока. Управляют подогревателем при помощи переключателя и включателя свечи накаливания.

Декомпрессионный механизм. У дизелей давление воздуха в цилиндрах в конце такта сжатия большое. Поэтому даже мощные стартеры и пусковые двигатели не всегда могут преодолеть это давление и заставить поршни проходить в.м.т. в начале вращения коленчатого вала. Для облегчения первоначальной раскрутки коленчатого вала на некоторых дизелях устанавливают специальные устройства — декомпрессионные механизмы, т. е. механизмы, которые нарушают компрессию (сжатие) в цилиндрах.

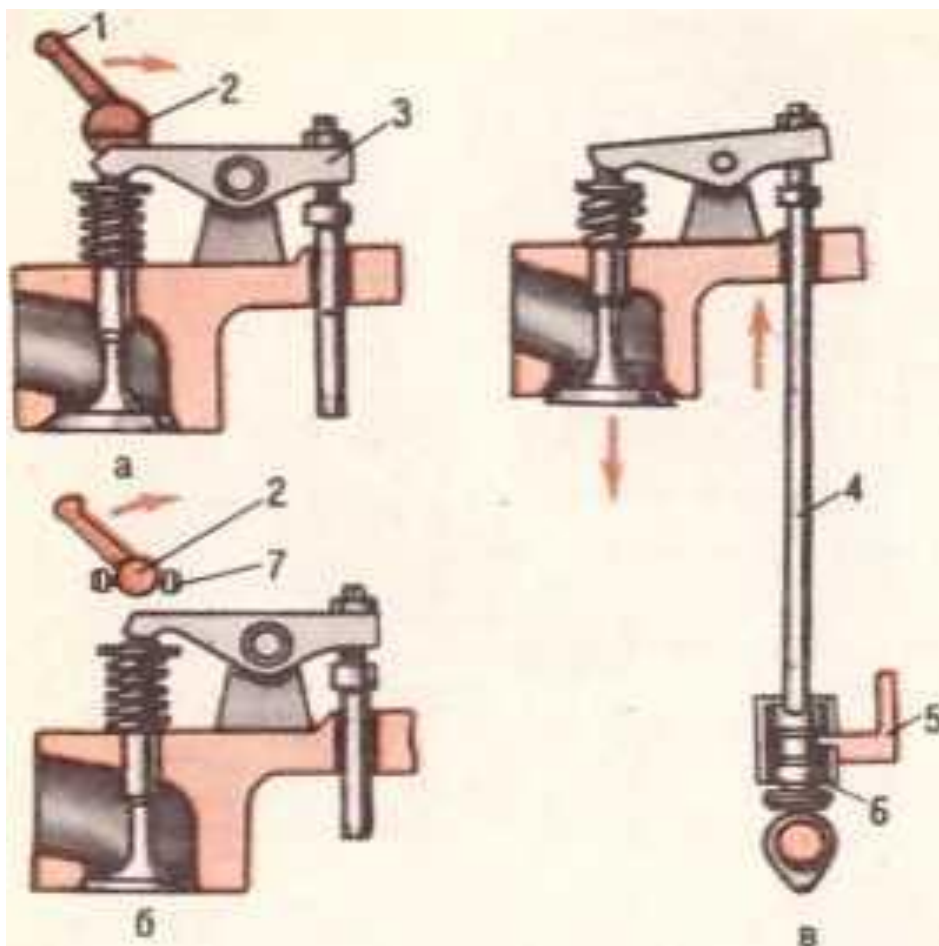


Рисунок 6 - Декомпрессионный механизм:
а, б, в – варианты; *1, 5* – рычаги; *2* – валик; *3* – коромысло; *4* – штанга; *б* – толкатель; *7* – болт.

Устройство. Декомпрессионный механизм состоит из валика 2 (рис. 6, а), размещенного в подшипниках над клапанными коромыслами 3 механизма газораспределения, и рычага 1 управления. На валике сделаны выточки, расположенные над коромыслами, или в эти валики ввернуты болты 7 (рис. 6, б) с круглыми головками. У некоторых дизелей применена иная конструкция: на толкателях 6 (рис. 6, в) делают выточки, а рядом располагают валики 2 с рычагом. Валики также на своих концах имеют выточки, которые входят в выточки толкателей.

Действие. У первых двух конструкций перед началом раскручивания коленчатого вала поворотом рычага 1 нажимают на коромысла, клапаны при этом открывают каналы, по которым поступает чистый воздух и выходят отработавшие газы. У конструкции, показанной на рисунке 61, в, при повороте рычага валика 2 валик приподнимает штангу 4 толкателя и клапаны также при этом открывают соответствующие клапаны.

Так как в цилиндрах не будет происходить сжатия воздуха, стартер (или пусковой двигатель) легко и быстро раскрутит коленчатый вал дизеля, в результате чего маховик и другие вращающиеся детали накопят достаточное количество кинетической энергии.

Как только коленчатый вал начнет быстро вращаться, рычаги 1 и 5 переводят в исходное положение и включают подачу топлива. Кинетическая энергия, накопленная маховиком и другими вращающимися деталями, помогает стартеру преодолевать мертвые точки кривошипно-шатунного механизма, и дизель легко запускается.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение системы пуска ДВС?
2. Перечислите известные Вам способы пуска двигателя.
3. Что такое «пусковая частота» вращения коленвала?
4. В чем принципиальное отличие пуска дизельных ДВС от бензиновых и газовых?
5. Какие двигатели пускают вручную? Как это происходит?
6. Каким образом производят пуск двигателей электрическим стартером?
7. Общее устройство и принцип работы стартера.
8. Для чего на стартере имеется пусковая катушка? Как она работает?
9. Для чего нужна обгонная муфта? Принцип её действия.
10. В каких случаях для пуска двигателя применяют вспомогательный пусковой двигатель?
11. Каким образом производится пуск основного ДВС вспомогательным пусковым ДВС?
12. Какие устройства для облегчения пуска дизеля вам известны?
13. Что такое свеча накаливания, и каким образом она работает?
14. Каким образом работает электрофакельный подогреватель дизеля?
15. Каков принцип работы жидкостных подогревателей?
16. Что такое декомпрессионный механизм? Где и для каких целей он применяется?

ЛИТЕРАТУРА

1. Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницин В.И. Конструкция тракторов и автомобилей. М.: КолосС, 2007. 28 с.
2. Конструкция тракторов и автомобилей / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, А.В. Ворохобин, О.С. Ведринский СПб.: Изд-во «Лань», 2013. 288 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М.: Машиностроение, 1990. 288 с.
4. Семенов В.М., Власенко В.Н. Трактор. М.: Агропромиздат, 1989. 352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМЫ ПУСКА ДВС.....	3
ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	3
ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ.....	3
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПУСКЕ ДВС	3
ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ВРУЧНУЮ	4
ПУСК ДВС ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СТАРТЕРОМ.....	5
ПУСК ДИЗЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПУСКОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	9
СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДИЗЕЛЯ.....	11
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	17
ЛИТЕРАТУРА.....	18

Учебное издание

Кузьменко Игорь Владимирович

СИСТЕМЫ ПУСКА 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 15.04.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,16. Тираж 25 экз. Изд. № 6898.

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