

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кузьменко И. В.

СИСТЕМА СМАЗКИ 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 2019

УДК 621.43 (07)
ББК 31.365
К 89

Кузьменко, И. В. Система смазки 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, 2019. - 16 с.

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

Рецензент доцент Будко С.И.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №6 от 30 апреля 2019 года.

© Брянский ГАУ, 2019
© Кузьменко И.В., 2019

СИСТЕМА СМАЗКИ ДВС

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомиться с назначением, устройством, принципом действия системы смазки, ролью в работе системы деталей из которых она состоит, их конструкцией.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ: изучить системы смазки двигателей внутреннего сгорания с использованием учебно-методического пособия, обучающего видеofilmа, рассмотреть детали системы на разрезах макетов ДВС.

ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:

Разрезные макеты ДВС, натуральные детали системы смазки, плакаты, видеослайды, видеofilmы.

НАЗНАЧЕНИЕ СМАЗКИ ДЕТАЛЕЙ

Тщательно обработанные детали двигателя при рассмотрении под микроскопом имеют шероховатую поверхность с выступами самых причудливых форм.

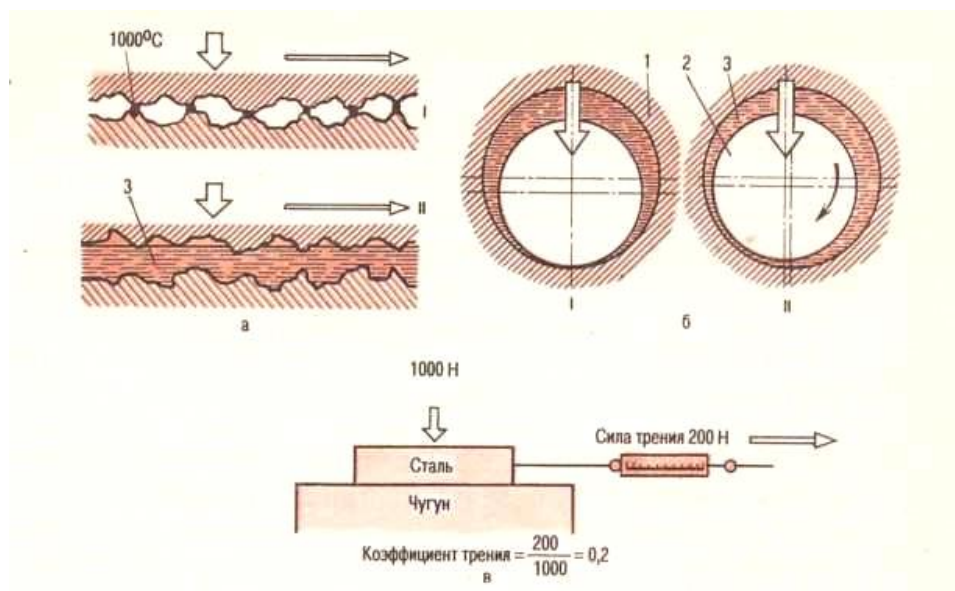


Рисунок 1 – Способы трения

а - при поступательном движении; б – при вращательном движении; в – определение коэффициента трения; 1 – подшипник; 2 – вал; 3 – масло I – сухое трение; II – жидкостное трение

Размеры этих выступов у разных деталей неодинаковы и зависят от способа обработки. Например, при чистовой токарной обработке высота неровностей достигает 0,02 мм, а при шлифовании – 0,005 мм. Эти выступы при поступательном перемещении деталей задевают один за другой и тормозят движение. В точках соприкосновения неровностей возникают очень высокие удельные давления, что, в свою очередь, вызывает сильный их нагрев и сплавление (рис. 1, а).

При дальнейшем движении сплавленные точки разрываются, вырывая из тела детали излишний металл. Все это наблюдается при сухом трении, т. е. без смазки (рис. 1, а, положение *I*) и ведет к повышению мощности на преодоление трения, выделению теплоты и износу трущихся поверхностей деталей.

Чтобы уменьшить износ деталей, а также затраты мощности на преодоление трения, между трущимися деталями вводят слой масла *З* (рис. 1, а, положение *II*). Масло, заполнив зазоры между деталями, разъединяет их и не позволяет неровностям соприкоснуться между собой. При этом вместо сухого возникает жидкостное трение, т. е. трение между слоями масла. Потери мощности при жидкостном трении намного меньше, чем при сухом. Например, в случае сухого трения стальной детали по чугунной при нажатии на стальную деталь с силой в 1000 Н (10 кгс) сила трения равняется 200 Н, откуда коэффициент трения (рис. 1, в), т. е. отношение силы трения к нагрузке, равен 0,2. Если же между этими деталями ввести слой масла, то коэффициент трения можно уменьшить до 0,002...0,004.

При вращательном движении наблюдается следующее. Когда вал 2 начинает вращаться в подшипнике 1 (см. рис. 1, б, положение *I*), в который подано масло, между валом и подшипником образуется масляный клин, под действием его вал приподнимается над подшипником и между ними появляется слой масла (рис. 1, б, положение *II*), т. е. возникает жидкостное трение.

Таким образом, масло, введенное между трущимися поверхностями, снижает затраты мощности на трение, а также износы рабочих поверхностей деталей, охлаждает поверхности трения и уносит с собой продукты истирания.

И, наконец, слой масла, находящийся на поверхности поршневых колец и стенках цилиндров и поршней, способствует хорошему уплотнению поршней в цилиндрах и защищает детали двигателя от коррозии.

Условия работы масла в двигателях очень тяжелы. Оно соприкасается с разнообразными металлами и их сплавами, имеющими высокую температуру, а слой масла, находящийся между трущимися деталями, испытывает большие удельные давления. Масло все время находится в контакте с кислородом воздуха, парами воды. Оно непрерывно загрязняется механическими примесями (пыль, продукты износа деталей), частицами сконденсированных паров воды, коксовыми частицами несгоревшего топлива и масла, частицами топлива, продуктами окисления.

СХЕМЫ СМАЗОЧНЫХ СИСТЕМ

В двигателе предусмотрена смазочная система, т. е. целый ряд приборов и устройств, соединенных между собой маслопроводами, обеспечивающими подачу масла ко всем трущимся поверхностям, очистку масла от примесей и охлаждение нагретого масла.

В зависимости от способа подвода масла к трущимся поверхностям различают следующие смазочные системы: смазка совместно с подачей топлива, смазка разбрызгиванием и комбинированная.

Смазка совместно с подачей топлива применяется на маломощных двухтактных карбюраторных двигателях. Масло в этом случае смешивают с бензином в пропорции 1:15 (по объему) и заливают в топливный бак.

При работе двигателя частицы масла попадают вместе с топливовоздушной смесью в кривошипную камеру двигателя, оседают на поверхностях деталей, покрывают их пленкой и тем самым обеспечивают смазку трущихся поверхностей. По мере накопления масла в кривошипной камере оно захватывается потоком топливовоздушной смеси, поступающей в камеру сгорания, где оно и сгорает, окрашивая отработавшие газы двигателя в синий цвет. Часть

масла периодически спускают из кривошипной камеры через специальную спускную пробку.

Смазка разбрызгиванием крайне проста. Масло заливают в поддон картера двигателя, где движущиеся части кривошипно-шатунного механизма (отростки крышек нижних головок шатунов) задевают его и разбрызгивают, создавая масляный туман. Капельки масла оседают на всех поверхностях деталей, смазывают их, затем стекают вниз и вновь разбрызгиваются.

Хотя такая система и проста по устройству, она недостаточно совершенна, потому что масло поступает к трущимся поверхностям в малом количестве, плохо охлаждает трущиеся поверхности и не вымывает продукты износа. Такая система находит ограниченное применение и используется только в двигателях, работающих небольшой отрезок времени, например в пусковых двигателях мощных тракторных дизелей.

Комбинированная смазка – наиболее совершенная применяется на всех современных двигателях. Особенность ее заключается в том, что наиболее ответственные детали двигателя обильно смазываются маслом, подаваемым специальным насосом под давлением 0,3...0,4 МПа, остальные – разбрызгиванием. Такие системы разделяют в зависимости от места нахождения основного количества масла на системы с **мокрым картером**, в которых резервуаром для масла служит поддон картера и с **сухим картером**, в которых резервуаром для масла служат специальные баки, расположенные внутри картера или вне двигателя.

Действует комбинированная смазочная система так. Масло заливают через горловину 3 (рис. 2) в поддон картера двигателя до уровня, определяемого масломерной линейкой 2, откуда его через маслоприемник 23 с сеткой забирает насос 21 и по каналу 14 подает в фильтр. В фильтре масло очищается от примесей и поступает масляный радиатор 16 для охлаждения.

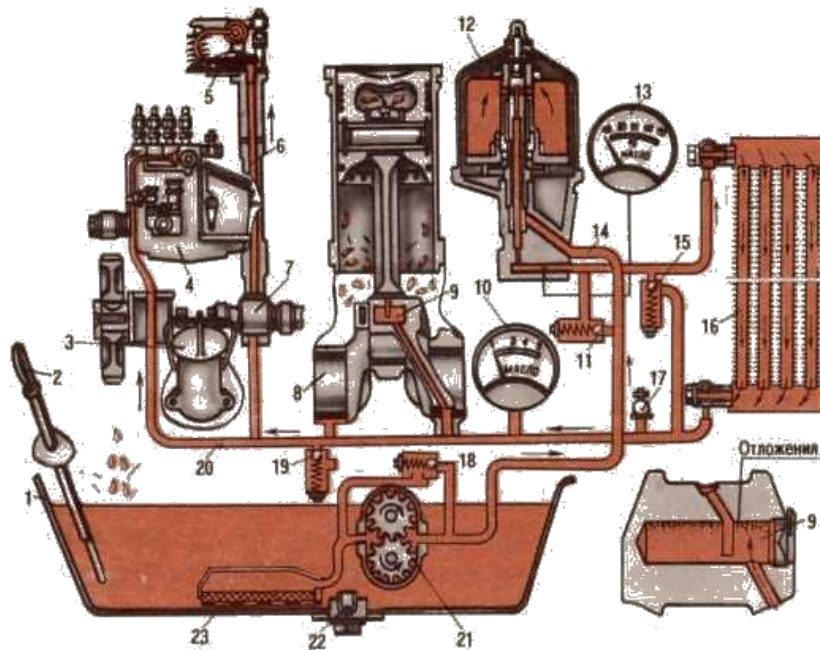


Рисунок 2 - Схема комбинированной смазочной системы:

1 – поддон; 2 – масломерная линейка; 3 – горловина; 4 – полость топливного насоса; 5 – ось; 6, 14 – каналы; 7 – опорная шейка; 8 – подшипник; 9 – полость коленчатого вала; 10 – манометр; 11 – предохранительный клапан; 12 – фильтр; 13 – термометр; 15 – клапан-термостат; 16 – радиатор; 17 – датчик давления; 18 – редукционный клапан; 19 – сливной клапан; 20 – главная магистраль; 21 – насос; 22 – магнит; 23 – маслоприемник

Очищенное и охлажденное в радиаторе масло направится по каналам к коренным подшипникам 8 коленчатого вала, опорным шейкам 7 распределительного вала и по каналу 6 к осям 5 клапанных коромысел и дальше по сверлению в них – к верхнему концу штанг механизма газораспределения. Кроме того, у некоторых двигателей масло из главной магистрали 20 поступает также в полость 4 топливного насоса для смазки его трущихся деталей. От коренных подшипников 8 масло по каналам, сделанным в коленчатом валу, поступает в полости шатунных шеек. Вследствие центробежных сил, возникающих при вращении коленчатого вала дизеля, масло дополнительно очищается от механических примесей в этих полостях и поступает по радиальным сверлениям к шатунным подшипникам.

Смазав подшипники коленчатого вала, масло вытекает из зазоров между ними и шейками коленчатого вала, подхватывается и разбрызгивается быстро вращающимся коленчатым валом и шатунами, образуя масляный туман. Капельки масла, оседая на поверхностях цилиндров и поршней, кулачков распределительного вала и других деталей, смазывают их, а затем стекают в поддон картера, откуда вновь начинают свое движение по смазочной системе.

На дне картера имеется спускная пробка, снабженная магнитом 22 для улавливания металлических примесей.

Через спускное отверстие, закрываемое этой пробкой, сливают из двигателя отработавшее масло.

Таким образом, при комбинированной системе смазки под давлением смазываются подшипники коленчатого и распределительного валов, оси коромысел и верхние концы штанг механизма газораспределения, а у многих двигателей, кроме того, топливные насосы, оси распределения шестерен и сами шестерни, иногда поршневые пальцы и др. Разбрызгиванием смазываются цилиндры, поршни, кулачки распределительного вала, толкатели, нижние концы штанг, клапаны и поршневые пальцы.

Для контроля работоспособности смазочной системы в двигателях устанавливают манометры 10, регистрирующие давление масла в главной магистрали 20, термометры 13, измеряющие температуру масла в смазочной системе, и датчики 17 аварийного падения давления масла. Кроме перечисленных устройств и приборов, в комбинированной системе смазки устанавливают ряд автоматически действующих клапанов.

Редукционный клапан 18 расположен на масляном насосе. При повышении давления масла, вытекающего из насоса, больше нормы (0,7...0,8 МПа) клапан перепускает масло в приемную полость насоса или сливает его в поддон двигателя.

Предохранительный клапан 11 при загрязнении фильтра и увеличении при этом давления масла в магистрали свыше 0,3...0,45 МПа направляет масло в радиатор, минуя засорившийся фильтр. Сливной клапан 19 поддерживает за-

данное давление в главной магистрали и при повышении давления больше нормы (0,45 МПа) открывает проход масла на слив в поддон.

Клапан-термостат 15 при холодном, а, следовательно, более густом масле направляет его в главную магистраль без захода в масляный радиатор. Клапан регулируют на давление 0,06...0,07 МПа.

УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ ПРИБОРОВ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ

Масляный насос предназначен для подачи масла из поддона картера к трущимся деталям двигателя, а также для прокачки масла через фильтры для очистки через радиатор охлаждения.

У большинства тракторных двигателей насос 1 (рис. 3, а) размещается внутри поддона картера и приводится в действие шестеренной передачей 2 от коленчатого вала. Масло поступает в насос через маслоприемник 4 трубке 3.

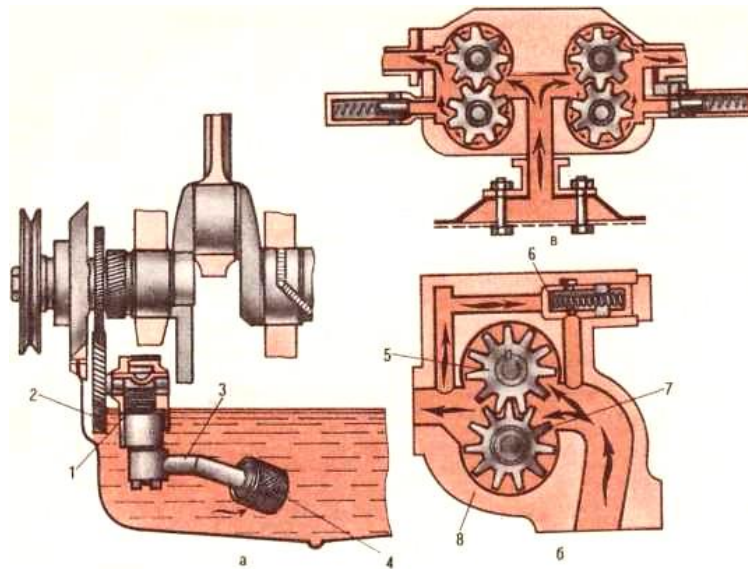


Рисунок 3 - Масляный насос:

а – место установки; *б* – устройство; *в* – двухсекционный насос; 1 – насос; 2 – шестеренная передача; 3 – трубка; 4 – маслоприемник; 5 – ведущая шестерня; 6 – редукционный клапан; 7 – ведомая шестерня; 8 – корпус

Устройство. Насос состоит из корпуса 8 (рис. 3,б), в котором имеются ведущая 5 и ведомая 7 шестерни, находящиеся между собой в зацеплении.

У мощных двигателей устанавливают двухсекционные насосы с двумя парами шестерен (рис. 3, в), одна пара подает масло для смазки двигателя, другая прогоняет масло через радиатор для охлаждения.

В корпусе 8 (см. рис. 3б, б) некоторых насосов установлен редукционный клапан б.

Действие. При вращении шестерен насоса масло всасывается из поддона картера, заполняет впадины между зубьями шестерен и корпусом насоса и переносится шестернями в нагнетательный канал, откуда и начинает свое движение по магистралям смазочной системы.

Давление, создаваемое насосом, и его подача зависят от вязкости масла, размеров шестерен и частоты их вращения.

Насосы имеют подачу от 11 до 60 л/мин и могут развивать давление до 1,0 МПа.

Масляные фильтры предназначены для очистки масла, залитого в двигатель, от примесей (воды, сажи, топлива, пыли, частиц износа деталей, продуктов окисления и т. д.).

На современных двигателях внутреннего сгорания применяются съемные кассеты с фильтрующим элементом. При проведении регламентных работ по техническому обслуживанию производится замена фильтрующего элемента. Главный элемент фильтра – специальная фильтровальная бумага с калиброванными отверстиями. Отверстия пропускают основной поток масла при осаждении механических примесей на поверхности бумаги. Поэтому важно производить замену фильтра в строгом соответствии с рекомендациями завода-изготовителя. При избыточном накоплении загрязнителей в фильтре может произойти разрыв фильтрующего элемента и все загрязнения по масляным каналам попадут в зоны трения, приводя к их повышенному износу.

На ряде двигателей для очистки масла используют центробежные маслоочистители, принцип действия которых заключается в следующем. Масло, подлежащее очистке, помещают в емкость – ротор 5 (рис. 4, а, б) и из-за давления в системе при выходе из маленьких отверстий оно заставляет вращаться этот ро-

тор с частотой свыше 5000 мин^{-1} . При таком вращении частички механических примесей *10*, находящиеся в масле, под действием центробежных сил отбрасываются к вертикальным стенкам ротора и оседают на них, откуда по мере накопления их удаляют деревянной лопаточкой.

Полнопоточный центробежный маслоочиститель с наружным гидроприводом устроен следующим образом. В корпусе *2* (рис. 4) на оси *б* свободно посажен полый ротор *5*. Снаружи ротор закрыт колпаком *4*. Внутри оси ротора вставлена трубка *7* так, чтобы между ней и осью образовался зазор для прохода масла. В нижней части корпуса *2* установлен предохранительный клапан *9*.

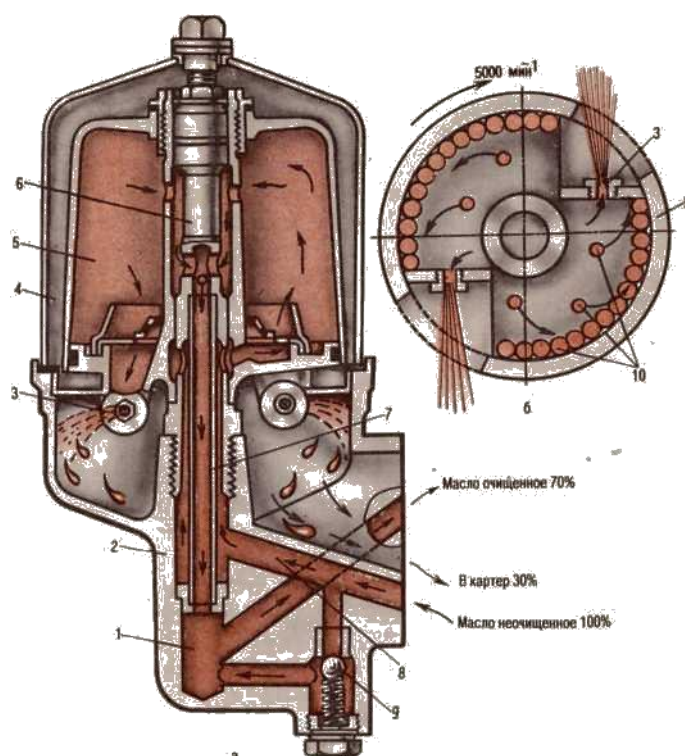


Рисунок 4 - Полнопоточный центробежный маслоочиститель:

а – устройство; *б* – принцип действия; *1,8* – каналы; *2* – корпус; *3* – форсунка; *4* – колпак; *5* – ротор; *б* – ось; *7* – трубка; *9* – предохранительный клапан; *10* – механические примеси.

Масло подается в канал *8* маслоочистителя насосом под давлением $0,6...0,7 \text{ МПа}$, откуда, проходя по пространству между осью *б* и трубкой *7*, оно поступает вовнутрь ротора *5*.

Часть масла (примерно 30%) проходит через отверстия в осто́ве ротора и

под давлением выбрасывается в противоположных направлениях через две форсунки 3, создавая реактивный момент, приводящий во вращение ротор 5 с очень большой частотой (5000...7000 мин⁻¹). Остальное масло поступает вверх, освобождается от примесей, оседающих на стенках ротора при его вращении, и по трубке 7 стекает вниз в корпус фильтра, а оттуда через канал 1 выходит из него.

В том случае, если масло не сможет пройти через фильтр (вследствие засорения форсунок или другой неисправности), давление в канале 8 повысится, клапан 9 откроет проход маслу в канал 1, подача масла к трущимся поверхностям не прекратится – аварии не произойдет.

Так как в двигатель подается только очищенное масло, фильтр называется полнопоточным. Недостаток фильтров такого типа – повышенный расход масла на привод ротора, причем это масло не участвует в данный момент в смазке двигателя. Кроме того, струи масла, вытекающие из форсунок 3, распыливаются, насыщаются воздухом, окисляются, а в ряде случаев попадают в зазор между колпаком 4 и ротором 5, затормаживая его вращение.

Масляные радиаторы предназначены для поддержания температуры масла, находящегося в смазочной системе, в необходимых пределах. Это особенно важно, когда двигатель работает с большой нагрузкой при высокой температуре окружающего воздуха. На двигателях разных типов устанавливают различные по устройству радиаторы.

Масляные радиаторы двигателей с воздушным охлаждением представляют собой оребренную алюминиевую трубку 1 (рис. 39, а), соединенную с маслопроводами 2 и 3, по которым масло протекает от фильтра к двигателю. Трубку устанавливают на пути движения воздуха от вентилятора к цилиндрам двигателя. Температура масла, проходящего по такой трубке, снижается примерно на 20...22 °С в картере двигателя (при температуре масла перед радиатором 95...110 °С).

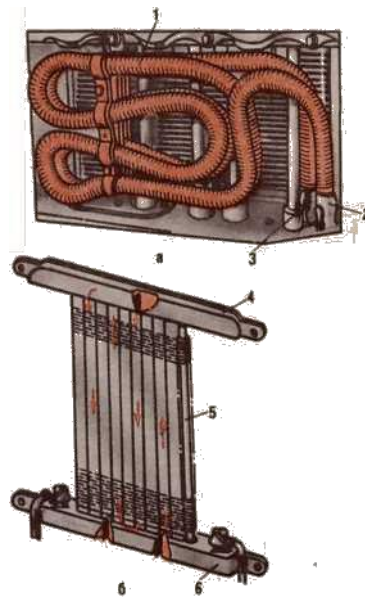


Рисунок 5 - Масляные радиаторы:

а, б – варианты конструкции; *1* - алюминиевая трубка; *2, 3* - маслопроводы; *4* – верхний бачок; *5*– трубки; *6* – нижний бачок.

Масляные радиаторы двигателей с жидкостным охлаждением делают из стальных трубок *5* (рис. 5, б), жестко единенных с верхним и нижним *б* бачками, внутри верхнего бачка сделана одна перегородка, а нижнего бачка – две. По изолированным трубкам системы смазки движется разогретое масло, а вокруг этих трубок движется охлаждающая жидкость. Перегородки заставляют масло, поступившее в радиатор, совершать по его трубкам два оборота, что значительно улучшает охлаждение, делая его более интенсивным. Такие радиаторы устанавливают в местах с интенсивным обдувом воздухом встречного потока.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как масло влияет на процесс трения между двумя деталями пары трения?
2. Каково назначение смазочной системы?
3. Приведите классификацию смазочных систем. Дайте им сравнительную характеристику.
4. Поясните общее устройство смазочной системы и принцип ее работы.
5. Поясните конструкцию и принцип работы масляного насоса.
6. Какие конструкции фильтров применяются в смазочных системах?
7. Какие клапаны предусмотрены в системе смазки для оптимизации ее работы и как они работают?

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

СИСТЕМА СМАЗКИ ДВС.....	3
НАЗНАЧЕНИЕ СМАЗКИ ДЕТАЛЕЙ.....	3
СХЕМЫ СМАЗОЧНЫХ СИСТЕМ.....	5
УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ ПРИБОРОВ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ...9	
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	14
ЛИТЕРАТУРА.....	15

Кузьменко Игорь Владимирович

СИСТЕМА СМАЗКИ 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 14.05.2019 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 0,93. Тираж 25 экз. Изд. № 6375.

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