

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей и машин
для природообустройства

А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, А. А. Рудашко

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

СМАЗОЧНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЕЙ

*Методические указания к лабораторной работе
для студентов, обучающихся по специальностям
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного
производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных
и водохозяйственных работ*

Горки
БГСХА
2020

УДК 621.4:629.331(072)

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 2 от 26 октября 2020 г.*

Авторы:

доктор технических наук, профессор *А. Н. Карташевич*;
кандидаты технических наук, доценты
А. В. Гордеенко, А. А. Рудашко

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В. И. Коцуба*

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение и основные требования к смазочной системе	3
2. Конструкция и работа смазочной системы и ее элементов	4
3. Возможные неисправности смазочной системы	18
Библиографический список	20

Тракторы и автомобили. Смазочная система двигателей : методические указания к лабораторной работе / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, А. А. Рудашко. – Горки : БГСХА, 2020. – 20 с.

Изложены назначение, классификация, конструкция смазочных систем, возможные неисправности и тенденции развития.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2020

Цель работы: изучение смазочных систем двигателей тракторов и автомобилей, принципа работы и неисправностей элементов смазочных систем.

Задачи работы:

1. Изучить назначение смазочной системы и требования к ней.
2. Изучить способы подачи масла к узлам трения.
3. Рассмотреть взаимодействие элементов смазочной системы.
4. Изучить конструкцию отдельных элементов смазочной системы.
5. Рассмотреть возможные неисправности смазочной системы.

Приборы и оборудование: разрезы тракторов и автомобилей, разрезы двигателей, отдельные узлы и детали смазочных систем, плакаты по устройству смазочных систем.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЕ

Одним из недостатков поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является наличие большого количества подвижных деталей, имеющих значительные поверхности трения. При этом трущиеся (сопряженные) пары работают при высоких температурах и воспринимают значительные динамические нагрузки. Трение вызывает износ трущихся деталей, выделение тепла и требует затрат мощности. Принято различать трение *сухое*, *жидкостное* и *полужидкостное*.

При *сухом* трении рабочие поверхности деталей сухие и непосредственно соприкасаются одна с другой (в практических условиях сухое трение не существует).

При *жидкостном* трении рабочие поверхности полностью разделены достаточно толстым слоем масла.

При *полужидкостном* трении масляный слой не полностью разделяет трущиеся поверхности. В этом случае в местах разрыва масляного слоя неровности трущихся поверхностей могут соприкасаться между собой (граничное трение). Полужидкостное трение наиболее характерно для цилиндропоршневой группы деталей.

Таким образом, для обеспечения долговечной работы двигателя при минимальных затратах мощности на привод всех его механизмов необходима смазка трущихся поверхностей. В связи с этим все поршневые ДВС имеют смазочную систему – совокупность устройств, которые подают масло в необходимом количестве к трущимся поверхностям. Введение слоя масла между трущимися поверхностями поршневых ДВС не только снижает трение и износ деталей, но и выполняет

следующие функции: отвод тепла, возникающего вследствие трения; защита деталей от коррозии; очистка трущихся поверхностей от нагара и продуктов износа; уплотнение рабочей полости цилиндра. Смазочная система ДВС автомобилей и тракторов должна обеспечивать:

- бесперебойную подачу масла (в необходимом количестве, под определенным давлением, требуемого состояния и качества) к трущимся деталям при работе на различных скоростных и нагрузочных режимах и в различных условиях эксплуатации;

- высокую степень очистки масла от механических примесей;
- возможность длительной работы двигателя без перегрева масла.

Масло к трущимся поверхностям деталей двигателя может подводиться разными способами: под давлением, капельным способом (разбрызгиванием масла) или масляным туманом.

В современных автотракторных двигателях применяются комбинированные системы смазки, в которых смазка большинства наиболее нагруженных и ответственных узлов осуществляется под давлением. Остальные детали смазываются разбрызгиванием за счет образующегося в картере двигателя масляного тумана. В высокофорсированных двигателях предусматривается также подача масла под давлением к поршневому пальцу, а для снижения температуры верхней части поршня применяют его струйное (дизели Д-260.1, -260.2, ВФ6М 1013Е Deutz) или полостное (дизели ЯМЗ-8401, -8423) охлаждение маслом.

Большинство автотракторных двигателей имеют систему смазки с мокрым картером, в которой масло, используемое для смазки деталей двигателя, находится в поддоне картера. Кроме того, смазочная система включает одно- или многосекционный масляный насос и различные вспомогательные устройства, предназначенные для поддержания заданного давления (перепускные, предохранительные, обратные клапаны, клапаны-термостаты) и техническое обслуживание ДВС (сливная пробка, масломерный щуп, маслозаливная горловина и др.), а также различные измерительные приборы и датчики.

2. КОНСТРУКЦИЯ И РАБОТА СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ

В автотракторных двигателях применяется комбинированная смазочная система. Как правило, смазочная система состоит из масляного насоса 9, масляного фильтра с бумажным фильтрующим элементом 12, центробежного масляного фильтра 21, жидкостно-масляного теплообменника 10 (рис. 1, а).

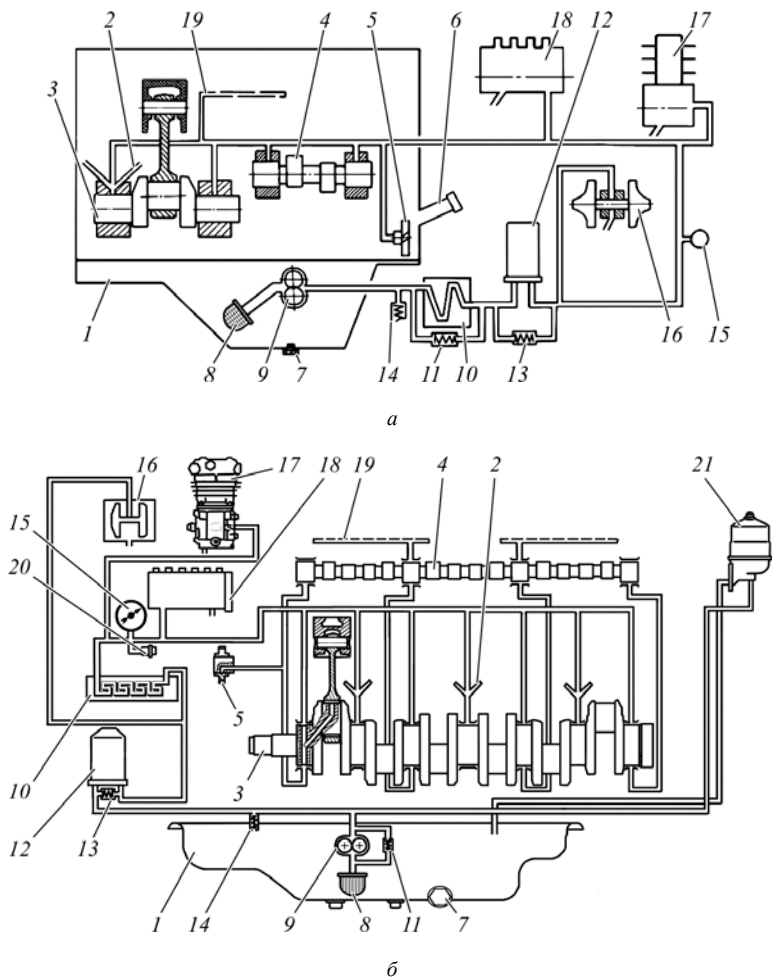


Рис. 1. Смазочная система дизеля: *а* – Д-245; *б* – Д-260; 1 – картер масляный; 2 – форсунки охлаждения поршней; 3 – вал коленчатый; 4 – вал распределительный; 5 – шестерня промежуточная; 6 – горловина маслозаливная; 7 – пробка масляного картера; 8 – маслоприемник; 9 – насос масляный; 10 – жидкостно-масляный теплообменник; 11 – клапан редукционный; 12 – фильтр масляный бумажный; 13 – клапан перепускной бумажного фильтрующего элемента; 14 – клапан предохранительный; 15 – датчик давления; 16 – турбокомпрессор; 17 – компрессор; 18 – топливный насос высокого давления; 19 – масляный канал оси коромысел; 20 – датчик аварийного давления масла; 21 – центробежный масляный фильтр

Подшипники коленчатого 3 и распределительного 4 валов, втулка промежуточной шестерни 5, шатунный подшипник коленчатого вала компрессора 17, ось коромысел 19 и подшипник вала турбокомпрессора 16 смазываются под давлением от масляного насоса 9. Гильзы, поршни, поршневые пальцы, штанги, толкатели, кулачки распределительного вала и привод топливного насоса смазываются разбрызгиванием.

Масляный насос 9 шестеренчатого типа, односекционный, крепится болтами к крышке первого коренного подшипника. Привод масляного насоса осуществляется от шестерни, установленной на коленчатом валу.

В масляном насосе имеется редукционный клапан 11, отрегулированный на давление 0,7...0,75 МПа.

Редукционный клапан предотвращает чрезмерное повышение давления, создаваемого масляным насосом, подачу которого рассчитывают с запасом на случай работы с пониженной частотой вращения на горячем масле при определенной изношенности двигателя.

Со стороны нагнетательной полости насоса на клапан действует сила давления масла, а с противоположной стороны – усилие пружины. Когда сила давления превысит сопротивление пружины (например, при прокачивании холодного масла, имеющего повышенную вязкость), клапан 11 откроется и перепустит избыток масла из полости нагнетания в полость всасывания. Редукционный клапан может быть расположен и вне насоса. Регулировка клапана производится на стенде с помощью регулировочных шайб.

Масляный насос 9 через маслоприемник 8 забирает масло из масляного картера 1 и по каналам в блоке цилиндров подает в полнопоточный масляный фильтр с бумажным фильтрующим элементом 12. В двигателе Д-260 часть масла поступает в центробежный масляный фильтр 21 для очистки и последующего слива в картер (рис. 1, б).

Фильтрующий элемент масляного фильтра 12 имеет перепускной клапан 13. В случае чрезмерного засорения бумажного фильтрующего элемента или при запуске дизеля на холодном масле, когда сопротивление фильтрующего элемента становится выше 0,13...0,17 МПа, клапан открывается, и масло, минуя фильтровальную бумагу, поступает в масляную магистраль. Перепускной клапан нерегулируемый.

Встроенный в корпус фильтра предохранительный нерегулируемый клапан 14 предназначен для поддержания давления масла в главной масляной магистрали на уровне 0,28...0,45 МПа. При давлении

масла выше 0,45 МПа предохранительный клапан *14* открывается и избыточное масло (запас масла) сливается в картер *1* дизеля.

Масло, очищенное в масляном фильтре, поступает в жидкостно-масляный теплообменник *10*, встроенный в блок цилиндров дизеля.

Из жидкостно-масляного теплообменника охлажденное масло поступает по каналам в блоке цилиндров в главную масляную магистраль, из которой по каналам в блоке цилиндров масло подается ко всем коренным подшипникам коленчатого вала и опорам распределительного вала. От второго, четвертого и шестого коренных подшипников через форсунки *2*, встроенные в коренных опорах блока цилиндров, масло подается для охлаждения поршней.

От коренных подшипников по каналам в коленчатом валу масло поступает на смазку шатунных подшипников.

От первого коренного подшипника масло по специальным каналам в передней стенке блока поступает к втулке промежуточной шестерни *5* и далее по каналу в крышке распределения на смазку деталей топливного насоса *18*.

Детали клапанного механизма смазываются маслом, поступающим от второй и третьей опор распределительного вала по каналам в блоке и головках цилиндров, сверлениям в третьей и четвертой стойках коромысел во внутреннюю полость оси коромысел и через отверстия к втулкам коромысел, от которых по каналу поступает на регулировочный винт и штангу.

Масло к подшипниковому узлу турбокомпрессора *16* поступает по трубке, подключенной на выходе из масляного фильтра с бумажным фильтрующим элементом.

К пневмокомпрессору *17* масло поступает по маслопроводу, подключенному на выходе из теплообменника *10*. Из компрессора масло сливается в картер дизеля.

Поддон картера является резервуаром для хранения масла. При заливке через маслозаливную горловину (в которой установлен сетчатый фильтр) масло проходит по пустотам внутри двигателя и опускается в поддон картера. Уровень имеющегося в поддоне масла определяется масляным щупом через отверстие в картере двигателя.

Масляный насос служит для подачи масла под давлением (через фильтр и каналы) к трущимся деталям кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. В действие он приводится коленчатым, распределительным или дополнительным приводным валом. Самыми распространенными являются масляные насосы шестеренного типа (рис. 2).

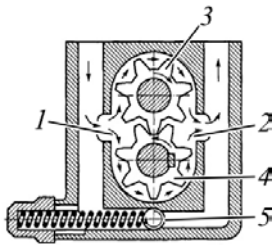


Рис. 2. Схема работы шестеренчатого масляного насоса: 1 – впускная полость; 2 – нагнетательная полость; 3 – ведущая шестерня масляного насоса; 4 – ведомая шестерня масляного насоса; 5 – редукционный клапан

Масло, поступающее из поддона двигателя или масляного бака во впускную полость 1 насоса, попадает во впадины между зубьями ведущей 3 и ведомой 4 шестерен и при их вращении переносится под давлением в нагнетательную полость 2. Давление в этой полости ограничивает редукционный клапан 5, пружина которого рассчитана на определенное усилие.

Насос обеспечивает давление масла в системе 0,25...0,45 МПа. Допускается кратковременное снижение давления до 0,08 МПа.

В процессе эксплуатации двигателя происходит загрязнение моторного масла. Интенсивность загрязнения зависит от конструкции и технического состояния двигателя, качества применяемого топлива, условий эксплуатации и многих других факторов.

Загрязняющие масло примеси в зависимости от их происхождения бывают:

- органические – продукты неполного сгорания топлива и небольшого количества моторного масла, неизбежно попадающего в камеру сгорания (это связано с явлением «угара» масла);
- неорганические – пыль и металлические частицы износа деталей, образующиеся при обкатке и последующей работе двигателя.

Существующие способы очистки масла подразделяют на две основные группы. К первой группе относят способы, основанные на прохождении очищаемой жидкости через пористые среды, ко второй – способы, использующие для очистки действие различных силовых полей. В зависимости от способа очистки средства (агрегаты) очистки также подразделяют на две группы: различные фильтры (сетчатые, щелевые, бумажные, картонные, тканевые, войлочные, металлокерамические, волокнистые и др.) и силовые очистители, очистка жидкости в которых происходит под действием гравитационного, центробежного, магнитного, электрического и ультразвукового полей.

Масляный фильтр служит для очистки проходящего через него масла от механических примесей.

Для снижения износа деталей и увеличения срока службы двигателя и масла подавляющее большинство современных ДВС имеет полнопоточную (включающую в себя один фильтр, через который прокачивается все масло, подаваемое масляным насосом) или комбинированную (включающую в себя, кроме полнопоточного фильтра, неполнопоточный фильтр или центрифугу) систему очистки масла (рис. 3).

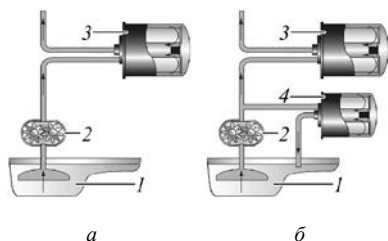


Рис. 3. Смазочная система двигателя:
а – полнопоточная; *б* – комбинированная;
1 – масляный картер (поддон) двигателя;
2 – масляный насос; *3* – полнопоточный
 фильтр; *4* – неполнопоточный фильтр

Масляные фильтры должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать оптимальную тонкость отсева загрязняющих примесей – определяется размером пор фильтрующего элемента;
- иметь небольшое гидравлическое сопротивление – для облегчения подачи загустевшего масла к трущимся парам при холодном пуске двигателя;
- иметь достаточную прочность корпуса и надежное уплотнение по соединению с двигателем – на случай аварийного повышения давления в системе смазки или внешних механических воздействий;
- обладать достаточной грязеемкостью – способностью задерживать и накапливать значительное количество загрязняющих масло примесей, что в основном зависит от размера фильтрующего элемента и определяет срок службы фильтра.

По преобладающему способу задержания механических примесей фильтры подразделяют на поверхностные, имеющие небольшую толщину (чаще всего не более 1 мм) и развитую поверхность входа жидкости, задерживающие загрязнения преимущественно на поверхности фильтрующего элемента, и объемные толщиной до 25...30 мм, обладающие небольшой поверхностью входа и удерживающие загрязнения в основном в толще фильтровального материала. Поверхностные фильтры изготавливают из бумаги, тонкого картона, сеток, тканей. Разновидностью поверхностных фильтров являются также щелевые фильтры. В качестве фильтрующего материала для объемных фильтров используют толстый картон, войлок, древесную муку и опилки,

хлопчатобумажную пряжу, целлюлозную массу, минеральную вату, металлокерамику, пористые порошковые материалы и др. По сравнению с поверхностными, объемные фильтры имеют значительно более высокое гидравлическое сопротивление и поэтому применяются преимущественно в качестве дополнительных неполнопоточных.

Масляный фильтр состоит из корпуса 1, в котором находятся фильтрующий элемент 2 и при необходимости – перепускной 3, противодренажный 4 и противосливной 5 клапаны (рис. 4). В зависимости от конструкции корпуса фильтры могут быть двух типов:

- неразборные, получившие наибольшее распространение благодаря компактности, низкой стоимости и удобству замены;
- разборные (со сменным фильтрующим элементом), применяющиеся реже, так как имеют увеличенные габариты и менее удобны в обслуживании.

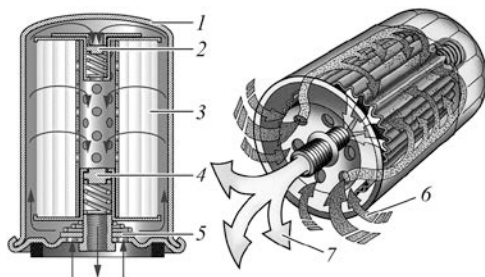


Рис. 4. Неразборный масляный фильтр: 1 – корпус; 2 – фильтрующий элемент; 3 – перепускной клапан; 4 – противодренажный клапан; 5 – противосливной клапан; 6 – неочищенное масло; 7 – очищенное масло

Фильтрующий элемент – основная часть фильтра, чаще всего изготавливается из специальной гофрированной бумаги, пропитанной смолами (задерживает частички мусора, которые попадают в масле). Такая бумага обладает высокой пористостью, а благодаря пропитке – прочностью, водо- и маслостойкостью. Для достижения максимально возможной площади фильтрующей поверхности при минимальных габаритах фильтра бумагу укладывают специальным образом, обычно в виде многолучевой звезды.

Фильтрующие элементы объемного типа из хлопчатобумажных, синтетических и искусственных волокон применяются реже.

В зависимости от модели и производителя фильтра могут меняться высота и уровень фильтрующего элемента, но диаметр, как правило, остается неизменным.

Перепускной клапан иногда называют предохранительным, обводным или байпасным. Его назначение – обеспечить гарантированную

подачу моторного масла в систему смазки двигателя в случае, если оно не может пройти через фильтрующий элемент при его полном засорении или слишком большой вязкости масла при низких температурах. Давление срабатывания перепускного клапана устанавливается в зависимости от конструкции двигателя и у разных моделей находится в пределах 0,13...0,25 МПа.

Противодренажный клапан предотвращает слив масла из фильтра и масляных каналов в картер двигателя после его остановки. Это исключает при последующем пуске задержку подачи масла в систему смазки из-за образования воздушной пробки. Самая распространенная конструкция противодренажного клапана представляет собой подпружиненный резиновый диск, закрывающий изнутри входные отверстия в корпусе фильтра. Этот клапан должен сохранять эластичность независимо от температуры и плотно прилегать к корпусу фильтра.

Противосливной клапан обычно устанавливается в неразборных фильтрах в комбинации с перепускным или противодренажным клапаном и не позволяет маслу выливаться из корпуса через выходное отверстие при замене отработавшего фильтра.

Центробежные маслоочистители, или центрифуги, находят широкое применение для очистки моторного масла, обусловленное рядом качеств, существенно отличающих их от фильтров. Центрифуги, применяемые для очистки масла в ДВС, по характеру реализуемого в них процесса очистки масла относятся к осветляющим центрифугам непрерывного действия, для которых характерна высокая степень дисперсности частиц загрязнений и низкая их концентрация в суспензии.

Существенное снижение износа при использовании полнопоточных центрифуг обусловлено рядом их преимуществ перед их предшественниками – полнопоточными щелевыми и сетчатыми фильтрами. Основным достоинством центрифуг является их избирательная способность по отношению к загрязняющим примесям, позволяющая им в первую очередь задерживать наиболее опасные с точки зрения износа деталей ДВС крупные абразивные частицы, а также эффективно удалять из масла частицы размером до 1 мкм и менее, практически не удаляемые полнопоточными фильтрами. Следует также отметить их высокую работоспособность при снижении диспергирующих свойств моторного масла и его обводнении, способность эффективно удалять из него воду, отсутствие сменных фильтрующих элементов, надежность и долговечность в эксплуатации, простоту в обслуживании и др.

Однако, несмотря на вышеприведенные достоинства центрифуг, они имеют также и ряд существенных недостатков, к которым отно-

ются сложность конструкции (особенно полнопоточных), значительная масса и требуемая высокая точность изготовления, более высокая трудоемкость ТО. При использовании центрифуг по сравнению с полнопоточными фильтрами требуются повышенные затраты мощности на гидравлический привод ротора, поскольку для их эффективной работы давление на входе в центрифугу должно составлять не менее 0,5...0,8 МПа. Применение полнопоточных центрифуг с внешним гидравлическим приводом требует также увеличения производительности масляного насоса, так как расход масла на гидравлический привод ротора достигает 30...40 % от всего количества масла, подаваемого масляным насосом. Недостатком реактивных центрифуг является также повышенное пенообразование и аэрация масла, оказывающие негативное влияние как на условия смазки трущихся деталей ДВС, так и на состояние самого масла. В некоторой степени вопрос снижения затрат мощности на привод центрифуги, уменьшения необходимой подачи моторного масла и снижения его аэрации был решен с разработкой и внедрением центрифуг с внутренним активно-реактивным гидравлическим приводом ротора.

Основным недостатком, обуславливающим максимальный износ деталей ДВС, является практически нулевая эффективность центрифуг на режиме пуска и прогрева холодного двигателя.

Дизельные двигатели Д-240, Д-243 оборудуют полнопоточной реактивной центрифугой (рис. 5), в которой масло очищается под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора центрифуги.

Под давлением 0,6...0,7 МПа масло поступает по каналу внутри оси 3 внутрь ротора центрифуги и через выходные отверстия 5 попадает во внутренний стакан 7 ротора. Возникающие при этом реактивные силы вращают ротор с частотой около 6000 мин^{-1} . Под действием центробежных сил взвешенные в масле твердые частицы осаждаются на внутренних стенках вращающегося ротора, а очищенное масло через отверстия 16, 17 и маслоотводящую трубку 18 поступает в систему смазки двигателя.

Масло в двигателе проходит сначала через центробежный фильтр, для нормальной работы которого требуется достаточно высокое давление, и лишь потом поступает в магистраль, где давление должно быть значительно ниже. В связи с этим редуцирующий клапан насоса регулируют на высокое давление, а магистраль снабжают сливным

клапаном 20. Со стороны магистрали 18 на этот клапан действует давление масла, а с противоположной – усилие пружины, которую регулируют на заданное давление. Когда давление превышает нормальное, избыток масла из магистрали через открывшийся клапан сливается в поддон. В новом или отремонтированном двигателе утечка масла через зазоры мала, поэтому сливной клапан открыт постоянно.

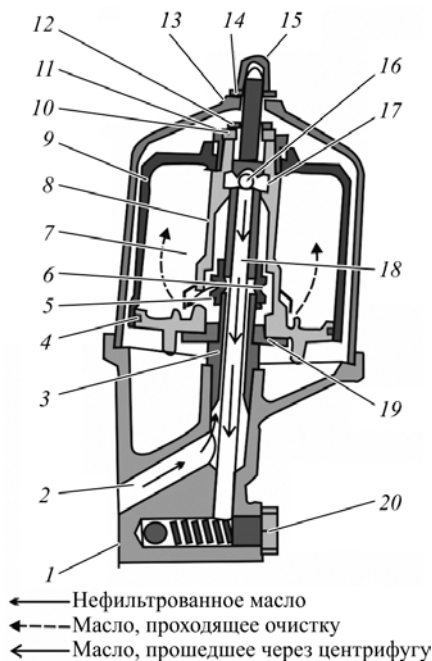


Рис. 5. Реактивная центрифуга дизеля Д-240: 1 – корпус центрифуги; 2 – подводящий канал; 3 – ось ротора; 4 – резиновое кольцо; 5 – выходные отверстия; 6 – насадка; 7 – внутренний стакан; 8 – остов ротора; 9 – верхняя крышка ротора; 10 – гайка специальная; 11, 14 – шайбы; 12 – гайка; 13 – колпак; 15 – колпачковая гайка; 16 – тангенциальные отверстия; 17 – радиальные отверстия; 18 – маслоотводящая трубка; 19 – нижняя крышка ротора; 20 – сливной клапан

Двигатель Д-245 вместо центрифуги оснащается фильтром с бумажным фильтрующим элементом. В двигателе Д-260 в системе очистки масла имеются два фильтра – полнопоточный с бумажным фильтрующим элементом и неполнопоточный центробежный.

Вентиляция картера двигателя обеспечивает отсос из картера и отвод во впускной трубопровод паров топлива и отработавших газов, которые попадают в картер двигателя. При работе двигателя из-за разницы давления в камере сгорания и картере возникают потоки отработавших газов 5 между поршневыми кольцами и рабочей поверхностью цилиндров (рис. 6).

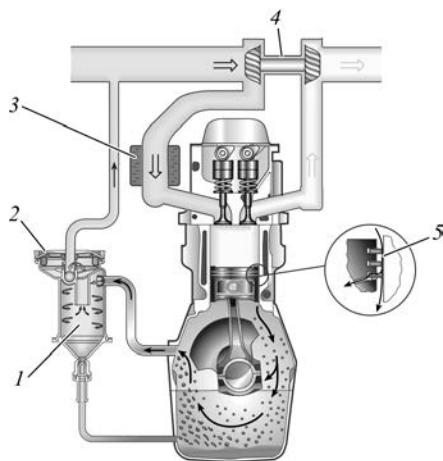


Рис. 6. Схема вентиляции картера двигателя: 1 – циклонный маслоотделитель; 2 – клапан регулировки давления; 3 – охладитель наддувочного воздуха; 4 – турбокомпрессор; 5 – отработавшие газы

Поступившие в картер двигателя газы разжижают масло и очень агрессивны по отношению к деталям кривошипно-шатунного механизма, поэтому эти маслосодержащие газы снова подаются на впуск двигателя по системе вентиляции картера.

Картерные газы подводятся по каналу внутри двигателя в циклонный маслоотделитель 1, который приводит газы во вращательное движение. Благодаря возникающей центробежной силе масляный туман ударяется о стенки маслоотделителя, где образуются капли масла, которые по каналу в картере стекают в масляный поддон. Очищенные от масляного тумана газы через клапан регулировки давления 2 подводятся ко впускному коллектору.

Клапан регулировки давления находится в крышке циклонного маслоотделителя. Он состоит из мембраны и пружины сжатия и регулирует давление при удалении отработавших газов из картера. Клапан регулировки давления ограничивает разрежение воздуха в картере, так как при сильном разрежении могут быть повреждены уплотнения двигателя. Клапан регулировки давления закрывается при сильном разрежении в заборном канале и открывается под действием пружины при незначительном разрежении.

Масляные радиаторы воздушного охлаждения предназначены для охлаждения масла, циркулирующего в смазочной системе двигателя.

При нагреве двигателя нагреву подвергается и масло, циркулирующее в системе смазки, и чем мощнее двигатель, тем в более сложных тепловых условиях работает масло. Перегрев моторного масла чреват

серьезными проблемами – изменяется вязкость масла, повышается интенсивность его выгорания и разложения, ухудшаются его рабочие характеристики. Перегретое масло приводит к недостаточно качественной смазке трущихся деталей, а также усложняет охлаждение двигателя, что служит причиной разнообразных поломок силового агрегата вплоть до заклинивания.

Масляный радиатор располагают перед радиатором системы охлаждения, чтобы он продувался потоком воздуха, создаваемым вентилятором системы охлаждения, или встречным потоком воздуха, возникающим при движении автомобиля или трактора. Масляный радиатор состоит, как правило, из нескольких плоских или круглых латунных трубок, к которым припаяны охлаждающие пластины, увеличивающие площадь поверхности охлаждения. Маслопроводы, по которым масло подводится и отводится от радиатора, могут располагаться с одной или противоположных сторон, как показано на рис. 7.

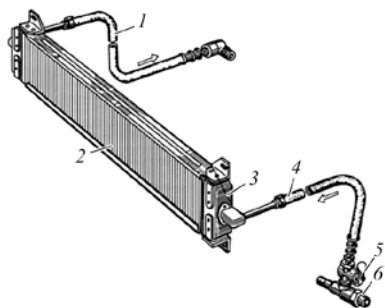


Рис. 7. Масляный радиатор воздушного охлаждения: 1, 4 – шланги; 2 – масляный радиатор; 3 – бачок; 5 – кран; 6 – штуцер с предохранительным (ограничительным) клапаном

С обеих сторон масляный радиатор имеет бачки, к которым присоединены резиновые шланги 1 и 4. По периметру радиатор охвачен карасом. По шлангу 4 масло поступает в бачок 3, а затем в трубки радиатора. С противоположной стороны охлажденное масло по шлангу 1 стекает в поддон двигателя.

Наряду с масляными радиаторами воздушного охлаждения широко используются *жидкостно-масляные теплообменники* (ЖМТ).

Преимущество жидкостно-масляных теплообменников заключается в быстром прогреве масла после запуска двигателя и поддержании его оптимальной температуры без применения каких-либо специальных регулирующих устройств.

Основное отличие между радиатором и ЖМТ – используемый способ охлаждения масла. Отвод тепла от радиатора осуществляется про-

сто набегающим потоком воздуха, а в теплообменнике тепло от масла отводится потоком охлаждающей жидкости, циркулирующей в системе охлаждения силового агрегата. Жидкостно-масляный теплообменник имеет как преимущества перед традиционным радиатором, так и недостатки.

К преимуществам относят, во-первых, то, что температура масла в ЖМТ не опускается ниже температуры охлаждающей жидкости. Это означает, что в деталях двигателя, соприкасающихся одновременно с маслом и охлаждающей жидкостью, возникает меньше напряжений, и двигатель работает в лучшем температурном режиме. Во-вторых, теплообменник можно размещать в любом удобном месте на двигателе, при этом можно отказаться от длинных трубопроводов и множества соединений. В то же время для работы радиатора необходим поток воздуха, что вызывает сложности с его установкой и требует применения дополнительных деталей.

Из недостатков жидкостно-масляного теплообменника можно отметить его более сложную конструкцию, необходимость технического обслуживания и ремонта. Кроме того, ЖМТ – это довольно сложный агрегат, в котором необходимо обеспечить герметичность, что достаточно проблематично (в частности, из-за старения прокладок и разбалтывания креплений). Радиатор в этом плане более надежен и прост. Однако в большинстве случаев на дизельных двигателях эффективнее работают именно теплообменники.

В настоящее время жидкостно-масляные теплообменники широко применяются на тракторных двигателях ММЗ и ЯМЗ. Также ЖМТ нашли применение в двигателях грузовых и легковых автомобилей.

На современных двигателях находят применение два типа масляных теплообменников:

- кожухотрубные (или просто трубчатые);
- пластинчатые.

Эти теплообменники имеют серьезные отличия в конструкции и некоторые особенности работы.

Основу *кожухотрубного ЖМТ* составляет литой алюминиевый цилиндрический корпус 5, внутри которого устанавливается сердцевина (рис. 8).

Сердцевина состоит из ряда параллельных тонкостенных трубок 7, заключенных в кожух. Кожух разделен на несколько секций поперечными пластинами 6. Корпус теплообменника 5 с одной стороны закрыт подводющим коллектором охлаждающей жидкости 3, с другой – отводящим 4. Коллекторы устанавливаются через прокладки. Непо-

средственно в корпусе выполнены фланцы для монтажа узла, состоящего из масляных фильтров и термосилового клапана, помещенного в корпус с каналами.

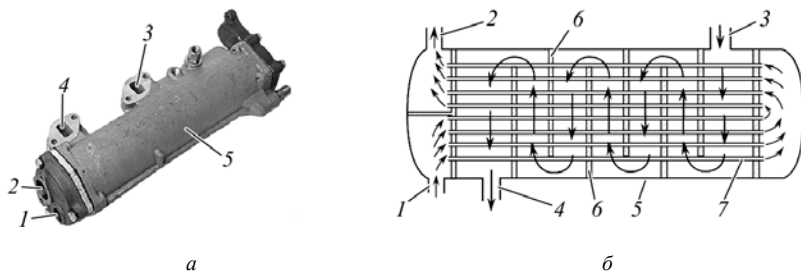


Рис. 8. Кожухотрубный жидкостно-масляный теплообменник: *а* – общий вид; *б* – схема работы; 1 – подводящий коллектор масла; 2 – отводящий коллектор масла; 3 – подводящий коллектор охлаждающей жидкости; 4 – отводящий коллектор охлаждающей жидкости; 5 – корпус; 6 – пластины; 7 – трубка

Жидкостно-масляный теплообменник монтируется непосредственно на блок двигателя, его коллекторы 3 и 4 соединяются с системой охлаждения двигателя. Таким образом, теплообменник становится частью системы охлаждения двигателя, и через него пропускается определенное количество охлаждающей жидкости. Жидкость проходит через сердцевину теплообменника, причем из-за наличия поперечных пластин 6 в кожухе путь охлаждающей жидкости увеличивается и эффективность отвода тепла повышается.

Работает теплообменник следующим образом. Масло из картера двигателя с помощью насоса нагнетается в фильтры, а из них – в каналы двигателя. При повышении температуры масла до 95...97 °С срабатывает термоклапан, и часть потока масла направляется в теплообменник, где масло проходит по системе труб, омываемых потоком охлаждающей жидкости, охлаждается до необходимой температуры и поступает в двигатель. При повышении температуры до 110...112 °С через ЖМТ проходит уже весь поток масла, поступающий на фильтры. При температуре 115 °С наступает перегрев масла, с которым ЖМТ уже не справляется, в этом случае загорается индикаторная лампа, сообщающая о необходимости охладить мотор.

Основу *пластинчатого теплообменника* составляет корпус, внутри которого находится пакет гофрированных металлических пластин или теплопередающих элементов. Пластины установлены таким образом,

что их гофры образуют два встречных и много раз пересекающихся потока: один – поток охлаждающей жидкости, второй – поток горячего масла. Тепло от масла через пластины передается охлаждающей жидкости, за счет чего и обеспечивается поддержание температуры масла на необходимом уровне.

Пластинчатый ЖМТ монтируется на блок двигателя, при этом теплообменник отделен от масляных фильтров и оснащается только перепускным клапаном. Такое решение упрощает конструкцию, обслуживание и ремонт теплообменника, так как для ремонта или демонтажа данного узла не нужно снимать другие детали.

3. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ

Различают следующие неисправности смазочной системы (таблица):

- износ или повреждение масляного насоса;
- повреждение прокладки масляного насоса;
- засорение масляного фильтра;
- слабое закрепление масляного фильтра;
- неисправность датчика давления масла;
- заедание редукционного клапана;
- низкий уровень масла.

Основные причины указанных неисправностей:

- нарушение правил эксплуатации (использование некачественного масла, нарушение периодичности замены масла и фильтра);
- неквалифицированное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту смазочной системы;
- предельный срок эксплуатации элементов системы.

Внешними признаками неисправностей смазочной системы являются:

- низкое давление масла;
- повышенный расход масла.

О понижении давления масла сигнализирует соответствующая лампа на панели приборов. При понижении давления масла дальнейшая эксплуатация запрещена.

Повышенный расход масла определяется с помощью щупа по уровню масла в двигателе. На ряде тракторов и автомобилей осуществляется электронный контроль уровня масла в двигателе (имеется соответствующая контрольная лампа на панели приборов).

Внешние признаки и соответствующие им неисправности системы смазки

Признаки	Неисправности
Низкое давление масла	Износ или повреждение масляного насоса; засорение масляного фильтра; неисправность датчика давления масла; заедание редукционного клапана; низкий уровень масла
Повышенный расход масла	Повреждение прокладки масляного насоса; слабое закрепление масляного фильтра; неисправности кривошипно-шатунного механизма; неисправности газораспределительного механизма; засорение системы вентиляции картера

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богатырев, А. В. Тракторы и автомобили / А. В. Богатырев, В. Р. Лехтер. – Москва : Колос, 2007. – 400 с.
2. Диагностирование автомобилей. Практикум : учеб. пособие / А. Н. Карташевич [и др.]; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2011. – 207 с.
3. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка, А. В. Гордеенко. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
4. Карташевич, А. Н. Тракторы и автомобили. Конструкция : учеб. пособие / А. Н. Карташевич, О. В. Понталев, А. В. Гордеенко. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2013. – 311 с.
5. Устройство тракторов : учеб. пособие / А. Н. Карташевич [и др.]; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск : РИПО, 2016. – 444 с.
6. Устройство тракторов : учебник / А. Н. Карташевич [и др.]; под ред. А. Н. Карташевича. – Минск : РИПО, 2018. – 463 с.