



Техническая брошюра по фильтрам





Техническая брошюра
по фильтрам

Предисловие

Деловая компетенция и профессионализм при восстановлении двигателей достигается только качественными изделиями. Производственная программа KS охватывает высококачественные детали двигателей, которые даже в

экстремальных ситуациях гарантируют оптимальный принцип действия и согласованную работу всех частей двигателя. Самые высокие требования в отношении качества выполняются, исходя из постоянно растущих требований в области моторостроения.

Важные указания

Приведенные в данной брошюре данные по фильтрам тщательно обработаны, но не являются обязательными. Мы не несем ответственности за правильность этих данных. Особенно не исключены изменения оборудования со стороны изготовителей двигателей и автомобилей и соответственно изменения в обозначениях. Пожалуйста, в случае необходимости проконсультируйтесь в Вашем техническом сервисном центре. Информация о возможных ошибках в брошюре по фильтрам всегда приветствуется и будет учтена в следующих изданиях. Приведенные в брошюре по фильтрам детали являются запчастями, а не оригинальными деталями.

Снимки, схематические чертежи и другие данные служат пояснением и только дают представление, но не должны браться за основу для монтажа, объема поставки и конструкции. Перепечатка, имитация и размножение, даже отрывков, разрешается только с нашего письменного разрешения и указания источника. Изменения допускаются.

ОГЛАВЛЕНИЕ	Страница
1 Вступление	4
1.1 Общее	4
1.2 KS типизация фильтров	4
1.3 Износ двигателя внутреннего сгорания.....	4
1.4 Износ на деталях двигателя из-за посторонних тел в системе	5
2 Базис фильтрации	7
2.1 Эффекты фильтрации	7
2.2 Эффект инерции.....	7
2.3 Эффект блокировки.....	8
2.4 Диффузионный эффект.....	8
3 Нагрузка из-за грязи и дифференциальное давление	9
4 Фильтровальная бумага	10
4.1 Требования к фильтровальной бумаге.....	10
4.2 Гофрирование	10
4.3 Испытания качества фильтровальной бумаги	11
5 Воздушные фильтры	12
5.1 Задача / функция.....	12
5.2 Косвенные убытки	12
5.3 Конструкция	12
5.3.1 Воздушные фильтры легковых автомобилей.....	12
5.3.2 Воздушные фильтры для грузовых автомобилей.....	13
5.4 Указания по монтажу для замены фильтра	14
5.5 Ошибки при обслуживании.....	15
6 Воздушный осушитель	16
6.1 Функция	16
6.2 Косвенные убытки	16
7 Топливный фильтр.....	17
7.1 Конструкция различных систем питания	17
7.1.1 Двигатели Отто	17
7.1.2 Дизельные двигатели	17
7.2 Задача/Функция	18
7.3 Размещение фильтров	18
7.4 Косвенные убытки	18
7.5 Модели	18
7.5.1 Элемент топливного фильтра	19
7.5.2 Прямоточные топливные фильтры (inline)	19
7.5.3 Навинчиваемые топливные фильтры	20
7.6 Указания по монтажу при замене фильтра.....	20
8 Масляный фильтр.....	21
8.1 Задача / функция.....	21
8.2 Расположение.....	21
8.2.1 Масляные фильтры в магистрали	21
8.2.2 Масляный фильтр тонкой очистки.....	21
8.2.3 Масляные фильтры в комбинированной системе	22
8.3 Косвенные убытки	22
8.4 Конструкция	22
8.4.1 Навинчиваемый филь.....	23
8.4.2 Корпусной фильт	23
8.5 Выход масляного фильтра из строя из-за избыточного давления.....	24
8.6 Указания по монтажу пи замее фильтра.....	24
9 Фильтрующие элементы без содержания металла	25
10 Для информации.....	26
Толковый словарь.....	27

1 Они находятся в тени, но являются более важными, чем любое другое комфортное оснащение:

Фильтры

1.1 Общее

Фильтру двигателя, в качестве общего определения поставлена задача, помешать загрязнениям и посторонним частицам через рабочие средства воздух, масло и топлива попадать внутрь двигателя.

Фильтры очищают материалы, необходимые для правильной работы двигателя. Забытые интервалы по замене фильтров или недостаточное качество нередко являются причиной невероятно высоких косвенных убытков. Фильтрация в современных

автомобилях из-за постоянно растущих требований к новым двигателям стала очень объемной. Высокие претензии заказчика, а также целенаправленная политика по окружающей среде являются факторами, сильно влияющими на развитие технологии фильтров.

В моторостроении для различных рабочих средств используются различные виды фильтров. Они отличаются по функциям, конструкции и интервалам обслуживания.

Возможности фильтров многогранны: частицы грязи могут быть отфильтрованы с помощью:

- пластмассового или металлического сита с мелкой сеткой
- тонкопористой бумаги, войлока и нетканого материала или даже
- за счет центробежных усилий

1.2 KS типизация фильтров

KS программа фильтров охватывает воздушные, масляные и топливные фильтры для использования как в

легковых, так и в грузовых автомобилях. В зависимости от области применения различаются следующие типы:

OS	oil spin-on	масляный привинчиваемый фильтр
OC	oil cartridge	масляный сменный фильтрующий элемент
OH	oil hydraulic	масляный гидравлический фильтр
OX	oil metalfree	сменный масляный фильтрующий элемент, без содержания металла
E...	ENERGETIC®	ENERGETIC®
AP	air panel	воздушный фильтр, панель
AR	air round	воздушный фильтр, круглый
AD	air dryer	фильтр осушителя
FS	fuel spin-on	топливный привинчиваемый фильтр
FC	fuel cartridge	топливный сменный фильтрующий элемент
FP	fuel pipe (inline)	топливный прямоточный фильтр
FX	fuel metalfree	топливный сменный фильтрующий элемент, без содержания металла

1.3 Износ двигателя внутреннего сгорания

Повсюду, где подвижные детали касаются друг друга или входят одна в другую, возникает трение, которого следует избегать. В качестве подходящего смазочного средства для этого используется минеральное или синтетическое масло, которое образует скользящую пленку между подвижными деталями машины. Этот тончайший разделительный слой действует как буфер, препятствуя прямому контакту и делая возможным легкое скольжение. Эта смазка, естественно, только тогда может быть безупречна, если масло остается чистым. Не должны попадать даже загрязнения микроскопического размера, т.к.

они, как смазочная гелевая масса, невероятно ускоряют абразивный износ на деталях машин. Критическими местами в двигателе являются рабочие поверхности цилиндра, поршни, поршневые кольца, клапаны, уплотнения, коленвалы и шатунные подшипники. Посторонние тела по прямому пути могут попасть в двигатель через топливо или всасываемый воздух в виде песка или его частичек. Но и на непрямом пути в виде мелких остатков от трения металла, из остатков неполного

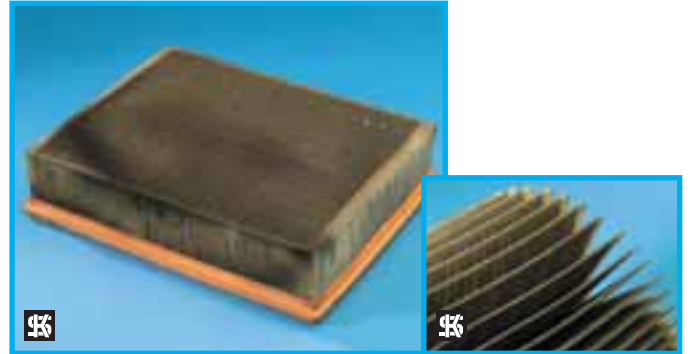
сгорания или в виде мелких волокон, частичек топлива или резины посторонние тела в системе могут влиять на износ и привести к отказу в эксплуатации.



Разрез двигателя внутреннего сгорания



1.4 Износ на деталях двигателя из-за посторонних тел в системе



Отчетливо виден слой грязи, который после 15 000 км пробега осел на фильтре. Мельчайшие частички грязи видны глубоко в структуре бумаги фильтра. Результат: жирная топливо-воздушная смесь, повышенный выброс вредных веществ, снижение мощности двигателя.

Новая деталь

Поврежденная деталь



Необычный износ на ребрах маслосъемного кольца
Следствие: повышенный расход масла



Сильное образование царапин на коренном подшипнике, возникшее из-за смазочной шлифовальной массы, состоящей из масла и пыли
Результат: повреждение двигателя

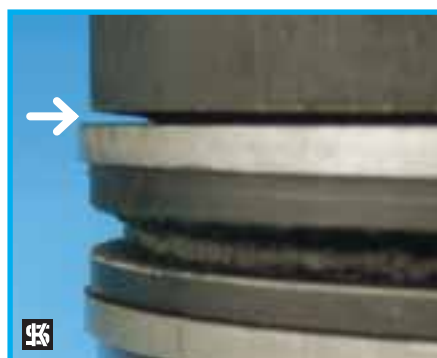
Новая деталь



Поврежденная деталь



Отработавший поршень с явными следами износа. Сильное стирание графитового слоя на юбке поршня. Отсутствие тонкого рабочего слоя может привести к проскальзыванию поршня, в худшем случае к задирам поршня.



Явный износ в зоне 1-й кольцевой канавки. Увеличенный зазор приводит к уменьшению компрессии и соответственно к потере мощности.



Новая гильза цилиндра с хорошо заметным крестообразным шлифом. Эта поверхность, обработанная хонинговальным инструментом, улучшает адгезионную способность масла на внутренней стенке цилиндра.

Гильза цилиндра с образованием царапин на внутренней стенке. Рисунок хонингования уже нельзя определить. Следствие: увеличенный расход масла.

2 Когда говорят о фильтрации в современных автомобилях, то в первую очередь речь идет о глубинных фильтрах. Эти специальные фильтрующие элементы применяются, если надо по возможности на 100% выделить частицы из жидкости (масло или топливо) или газов (воздух).

Оседание частиц происходит в глубокой структуре среды на поверхности отдельных волокон. Этими загрязнениями могут быть пыль, металлическая пыль или частицы сажи из-за неполного сгорания. Но не только твердые частицы, но и конденсат воды в топливных трубопроводах и

капли масла в жидком виде, возникающие из-за вентиляции картера Blow-by-gas, должны быть выведены из системы с помощью фильтров.

2.1 Эффекты фильтрации

Оседание частичек грязи вызывается различными механизмами. Эти эффекты представлены в следующих главах: они сильно зависят от размеров оседаемых частиц, а также от свойств соответствующего флюида или газа. Такие физические явления, как например, электростатические или центробежные силы также

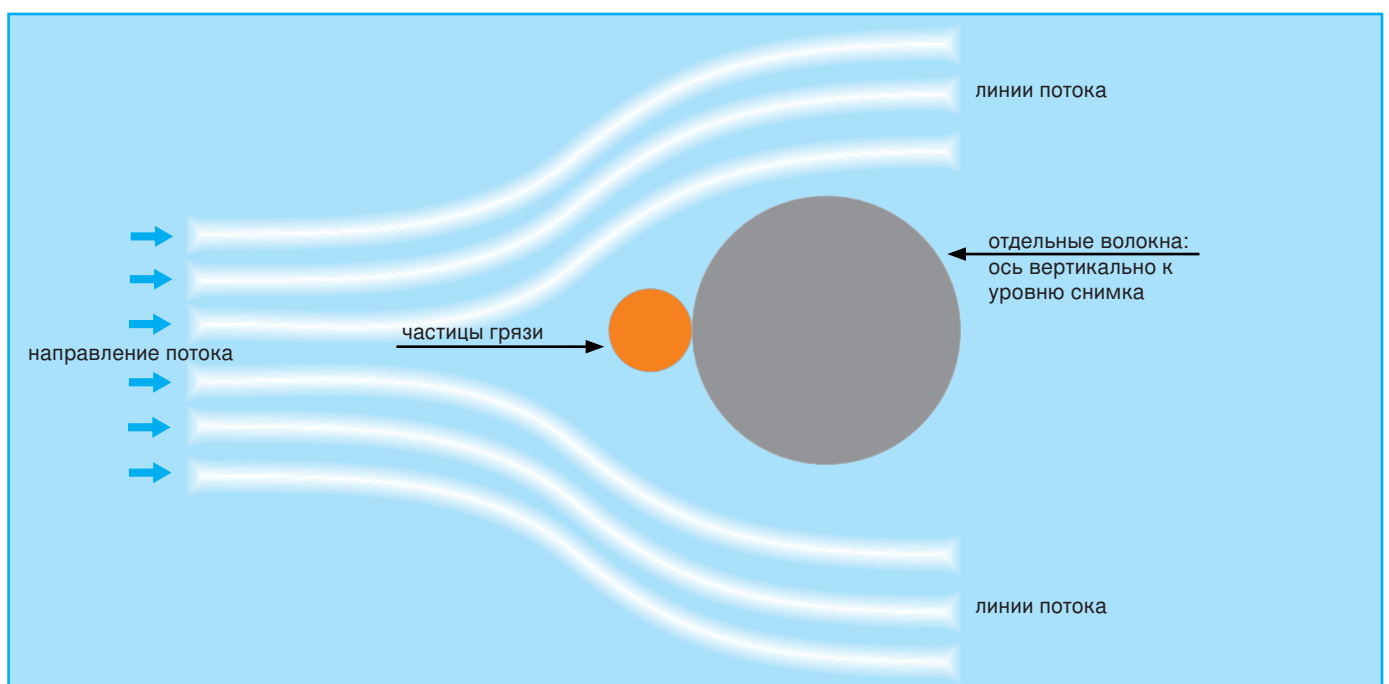
имеют значительное влияние на процесс отделения. На следующих далее снимках представлена среда фильтра в виде отдельных волокон вертикально к уровню рисунка. Воздух, масло и топливо ламинарно обтекают волокна и даются на примере траектории (линии потока). Эффект блокировки является при

фильтрации масла и топлива существенным механизмом оседания. В зоне фильтрации воздуха наряду с эффектом блокировки главным образом надо подчеркнуть эффект инерции и диффузии.

2.2 Эффект инерции

Эффект инерции основан на том, что частицы большой массы, приближающиеся к волокнам,

из-за инерции теряют свою линейную траекторию потока и прямо попадают на волокна.



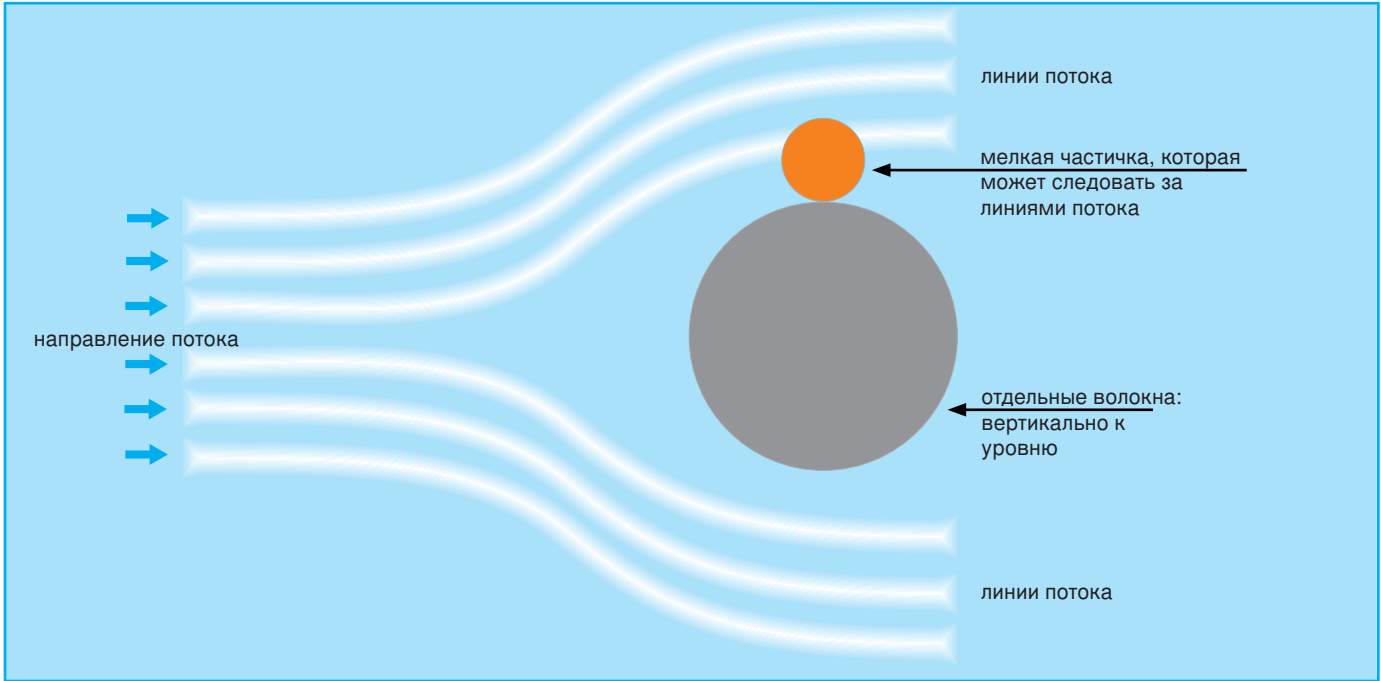
Эффект инерции

2.3 Эффект блокировки

При эффекте блокировки частицы из-за своего размера могут следовать по линейной

траектории потока. Но если они слишком близко проходят мимо волокон и касаются их, то там

они и прилипают. (Силы Van-der-Waals).

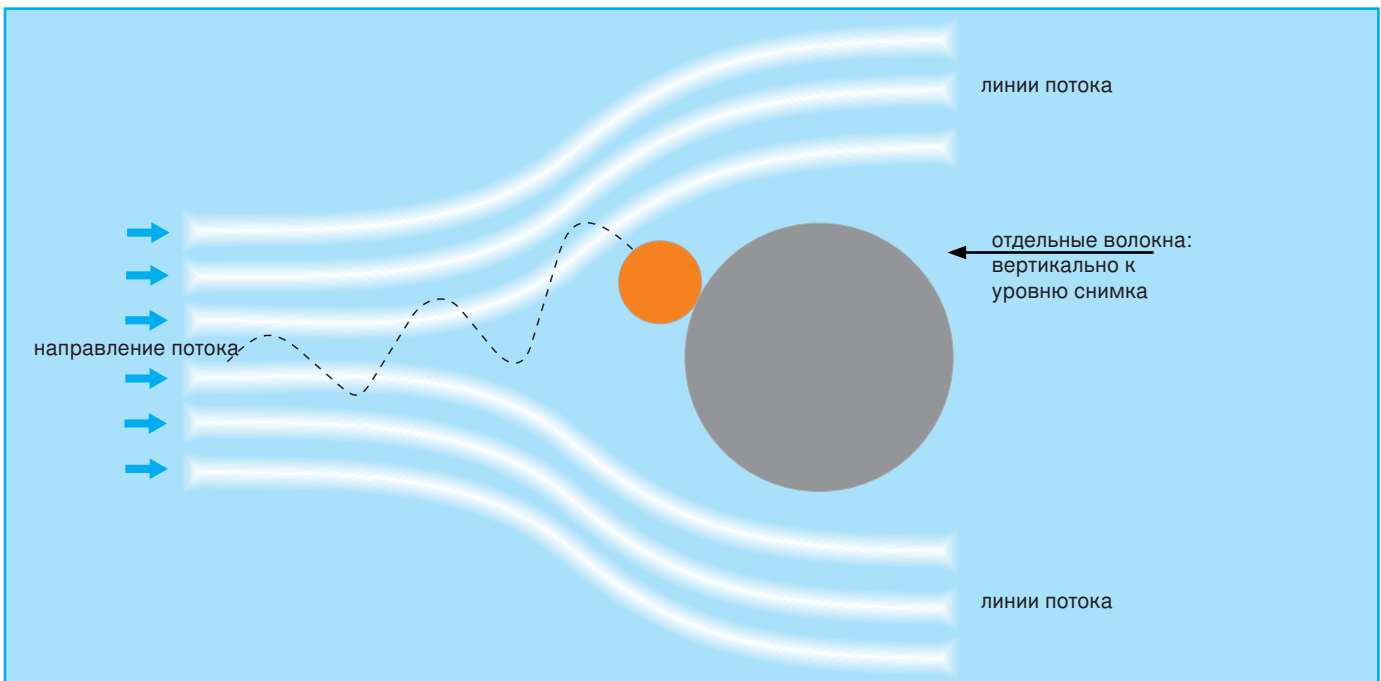


Эффект блокировки

2.4 Диффузионный эффект

При диффузионном эффекте фильтруются очень маленькие частицы грязи с диаметром ниже 0,5 мкм: они двигаются по

неравномерным траекториям (Brown'sche движение), скорее случайно попадают на волокна и там прилипают.



Диффузионный эффект

3 При использовании нового фильтра частицы грязи сначала осаждаются на поверхности волокон. Однако, с ростом загрязнения этот слой покрытия и объем пор фильтра

все больше и больше уменьшается. Однако, с понижением объема пор при равномерном расходе дифференциальное давление повышается.

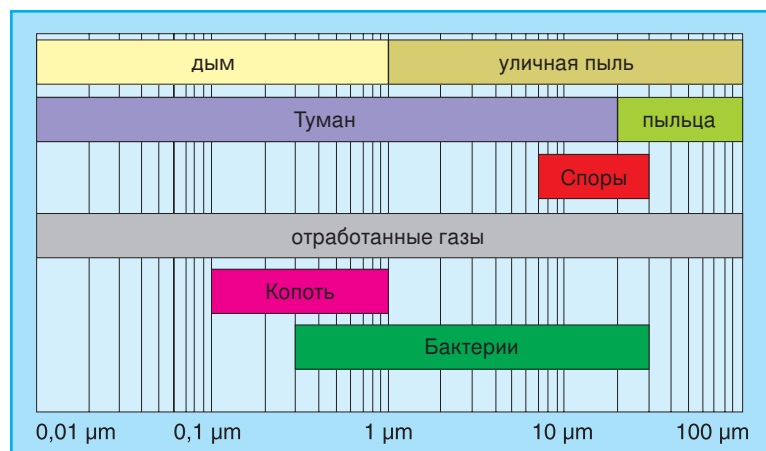
Кривая дифференциального давления Δp в зависимости от времени эксплуатации или грязевой нагрузки представлена на нижеследующем снимке:

Типичным снимком этого явления является скорее плавный подъем дифференциального давления у глубинных фильтров. Только, если объем пор фильтра почти исчерпан, дифференциальное давление быстро повышается. Тогда и фильтр должен быть заменен. Время t_1 определено в журнале нагрузок у изготовителя автомобиля.



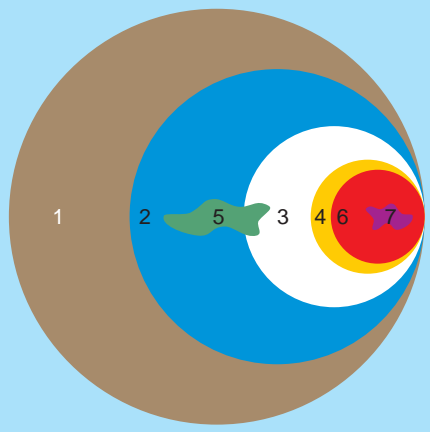
Кривая дифференциального давления

Фильтры должны, как правило, улавливать микроскопически маленькие частицы. Следующий снимок наглядно демонстрирует различные размеры типичных частиц грязи, и фильтр должен осуществлять это.



Порядок размеров различных частиц

1	человеческий волос	(~70 μm)
2	минимальная человеческая способность видеть	(~40 μm)
3	белая частица крови	(~25 μm)
4	пыльца	(~10 μm)
5	частицы грязи	
6	красная частица крови	(~7 μm)
7	бактерия	(~2 μm)



Пропорции размеров

Для большей наглядности порядка размеров, в котором мы находимся при фильтрации, частицы грязи и пыльца, кроме всего прочего, представлены в пропорции к поперечному сечению человеческого волоса.

4 Так как бумага в автомобильной технике представляет собой большую часть фильтровой среды, то в последующих главах мы коснемся этого подробнее. В данной брошюре отказались от детального описания техники фильтрации с помощью мельчайших сит, войлока и нетканых материалов. Чаще всего применяемые для изготовления фильтровальной бумаги породы дерева среди жесткосмолистых деревьев это дуб, клен и ольха; из мягких деревьев доминируют ель и кедровое дерево.

В зависимости от применения различают технически высококачественную фильтровальную бумагу по составу со структурой волокна и пор, а также по тонкости.



4.1 Требования к фильтровальной бумаге

Требованиями к фильтровальной среде являются

- высокая стабильность пульсации при любой динамической нагрузке,
- невосприимчивость к воде (например, при сильном дожде или, если воды на дороге по колесам), моторным маслам, газам карбюратора и парам горючего, а также
- высокая термическая стабильность, потому что при

эксплуатации во время езды температура на фильтрующем элементе может быть до 80°C.

Для противодействия этим механическим, климатическим и термическим нагрузкам фильтровальную бумагу пропитывают: для этого бумагу пропитывают в современных искусственных смолах и затем подвергают термической обработке. При этом важно, чтобы объем пор, их размеры и структура волокна исходного материала не изменилась.



4.2 Гофрирование

Для размещения в патроне возможно большей поверхности фильтра в процессе термообработки бумагу гофрируют. Во время этого технологического процесса бумаге благодаря ее термостатическим свойствам между 20 и 100°C придается определенная форма складок, которая сохраняется и после затвердевания. Эта геометрия складок позволяет, например, на патроне фильтра грузового автомобиля достигать эффективной поверхности фильтра около 10м². Чтобы складки под воздействием двигателя не приклеивались одна к другой, частично гравированы небольшие возвышения в виде расporок. Дополнительно есть возможность каждую отдельную складку сделать непрерывно волнистой и таким образом помешать складкам на бумаге разойтись.



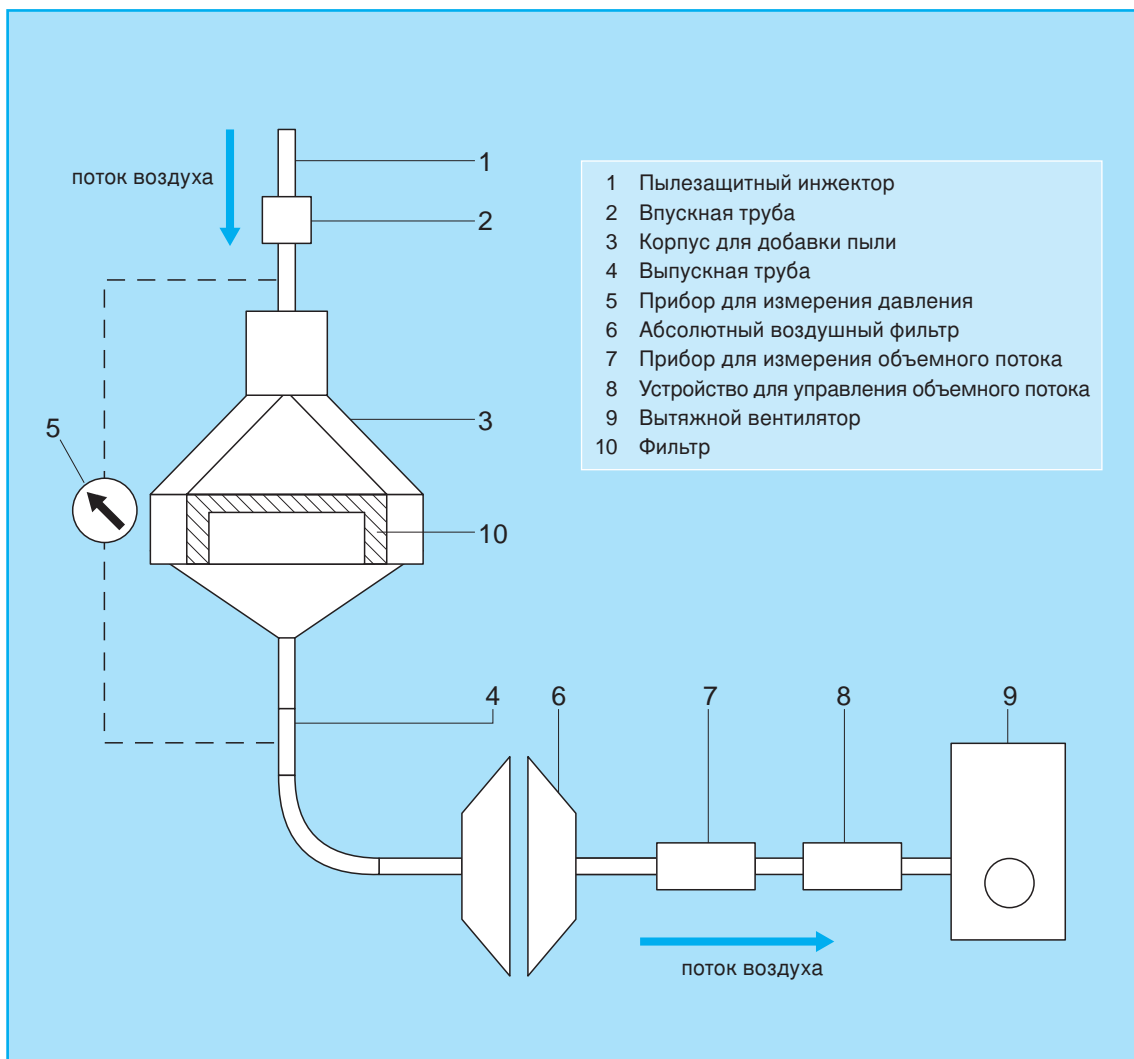
Геометрия складок

4.3 Испытания качества фильтровальной бумаги

Фильтровальная бумага подлежит строгому контролю качества. Один из важнейших методов испытания представляет собой, так называемый, тест на воздушные пузырьки (Bubble-Test). Проще говоря, при этом испытании речь идет о том, чтобы пропитать испытываемую бумагу именно определенной жидкостью и в заключении подвергнуть различным испытательным давлениям. При этом важно, чтобы условия проведения опыта точно документировались. Первый воздушный пузырек арифметически приписывается самой большой имеющейся поре.

Закрытое перекрытие испытуемого образца с воздушными пузырьками дает справку о среднем распределении размер пор. Потому что «Большие поры требуют низких давлений нагрузки, маленькие поры, наоборот, высоких давлений нагрузки». Далее этим методом определяется также дифференциальное давление. Тест надо проводить сравнительно просто, тем не менее очень точно. При этом нельзя забывать, что он дает только сравнительные данные по отношению к другим

бумагам. Дополнительно на практике проводятся еще испытания по оседанию с испытательными частицами (прямой метод по DIN ISO 5011). Следующий снимок показывает структуру испытаний для определения степени оседания и объема пыли фильтрующих элементов.



Структура испытания для определения степени оседания

5 Когда заходит речь о воздушных фильтрах (впускных фильтрах) в современном моторостроении, то в большинстве случаев это, так называемые, сухие фильтры. Это главный термин для различных сменных бумажных фильтров. Сухие фильтры являются противоположностью мокрым и

масляным фильтрам, у которых жидкости берут на себя решающую задачу сепарирования частичек пыли из впускаемого воздуха. Успех имел бумажный фильтр для впуска воздуха главным образом потому, что он может гарантировать более высокие и, прежде всего, постоянно одинаковые степени

сепарации во всех зонах нагрузки. Следующие преимущества видны в простом обслуживании и независимости от положения монтажа. И с экологической точки зрения бумажный фильтр набирает все больше плюсов.

5.1 Задача / функция

Общей задачей воздушного фильтра является очистка впускаемого воздуха и гашение шума впуска двигателя. Следующая функция – главным образом сфера легковых автомобилей - состоит в подогреве впускаемого воздуха и регулировании температуры. Это регулирование очень важно для эксплуатационных свойств двигателя и состава отработавшего газа. Для большей наглядности эффективной мощности и таким образом важности фильтрующего элемента приведем короткий пример с цифрами: в зависимости от местности, погодных условий, состояния дороги и грунта и использования автомобиля

количество пыли на м³ воздуха может быть между 1 и 10 мг. На неутрамбованных дорогах или при использовании на стройплощадках оно может даже подниматься до 40 мг. Если при этом исходить из того, что для полного сгорания одного литра топлива необходима одновременная подача примерно 14 кг воздуха (двигатель Отто), то можно предугадать количество частичек пыли, которое при этом должно выфильтровываться. Это количество вместе с имеющимся смазочным маслом должно образовывать притирочную массу, которая неизбежно повлечет за собой значительный износ поршня, поршневых колец и рабочих поверхностей цилиндра.

5.2 Косвенные убытки

Результатом несвоевременно заменяемых воздушных фильтров из-за растущего сопротивления потоку является жирная смесь воздуха-топлива и таким образом повышенный выброс вредных веществ, а также снижение мощности двигателя.

Мелкая пыль, проходящая через фильтровальную бумагу, способствует образованию в двигателе взвеси и может оседать на сенсоре воздушной массы. Эта деталь находится со стороны подачи чистого воздуха впускного фильтра и отвечает за дозировку количества топлива (растущий расход топлива).

Когда частицы грязи достигают камеры сгорания, срок службы двигателя внутреннего сгорания снижается, так как из-за повышенного эффекта шлифовальной массы изнашиваются подшипники скольжения, поршни, поршневые кольца и рабочие поверхности цилиндра.

5.3 Конструкция

5.3.1 Воздушные фильтры легковых автомобилей

Воздушные фильтры для легковых автомобилей имеют успех в виде двух различных моделей: как панельные фильтры и как круглые фильтры (круглые и овальные элементы). Какой вид формы фильтра является подходящим для специального случая, в первую очередь зависит от того, насколько хорошо реализовываются основные фильтротехнические правила. Их положение в автомобиле с точки зрения по возможности минимальной подачи пыли и воды определено. Фильтрующие элементы имеют высокую,

независимо от нагрузки, степень оседания. Они очень просто заменяются с определенным интервалом во время технического обслуживания, установленным изготовителем автомобиля.

Палитра двигателей различных изготовителей автомобилей очень широка и каждый автомобиль требует фильтра, точно подогнанного к требованиям двигателя и монтажного пространства. KS воздушные фильтры есть почти для всех автомобилей соответствующего типа конструкции.

Корпуса фильтров и фильтрующие элементы точно подогнаны друг к другу и своей системой впуска оптимально подходят к типу двигателя.

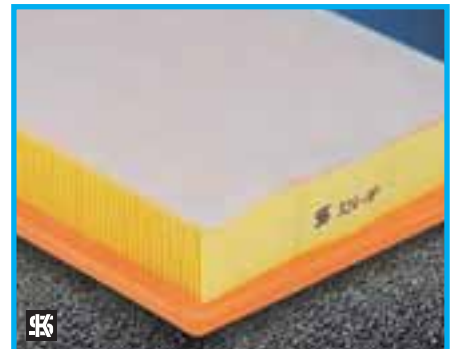
Специальная конструкция панельного фильтра показана на нижеприведенном снимке. Дополнительно к фильтровальной бумаге фильтр имеет защитную пленку для грубого фильтрования. Эта конструкция используется главным образом в тех местах, где много пыли.



Воздушный фильтр, панель



Воздушный фильтр, круглый



Воздушный фильтр, панель с защитной пленкой

5.3.2 Воздушные фильтры для грузовых автомобилей

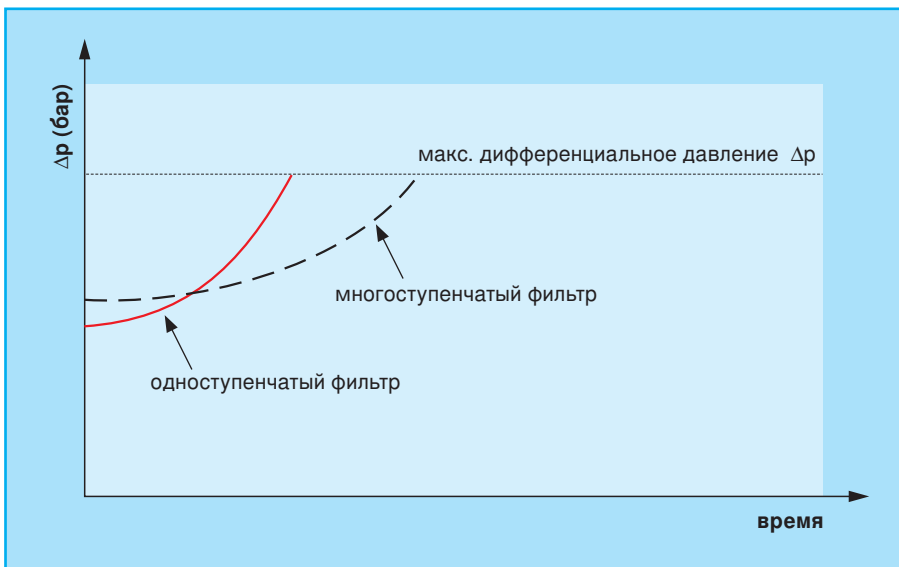
Из-за большого расхода и маленького критического кромочного уплотнения на корпусе фильтра у грузовых автомобилей доминируют цилиндрические круглые фильтры со стальной и пластмассовой оплеткой. В секторе грузовых автомобилей различают одно- и многоступенчатые воздушные фильтры. В противоположность одноступенчатому фильтру у многоступенчатого фильтра часто еще включается предварительный сепаратор на воздействие циклона. Циклонный предварительный сепаратор использует эффект центробежной силы: С помощью специально сконструированного роторного диска, с так называемыми направляющими пластинками поток воздуха начинает вращаться. Частицы грязи за счет центробежных сил центрифугируют к стенке корпуса, где они затем в зависимости конструкции фильтра освобождаются или идут в сборник.

Благодаря этому предварительному сепаратору может быть увеличен срок службы. Оба типа фильтров в большинстве случаев собраны в одном

корпусе. Многоступенчатый фильтр находит применение прежде всего в строительных и сельскохозяйственных машинах.



Воздушные фильтры для грузовых автомобилей



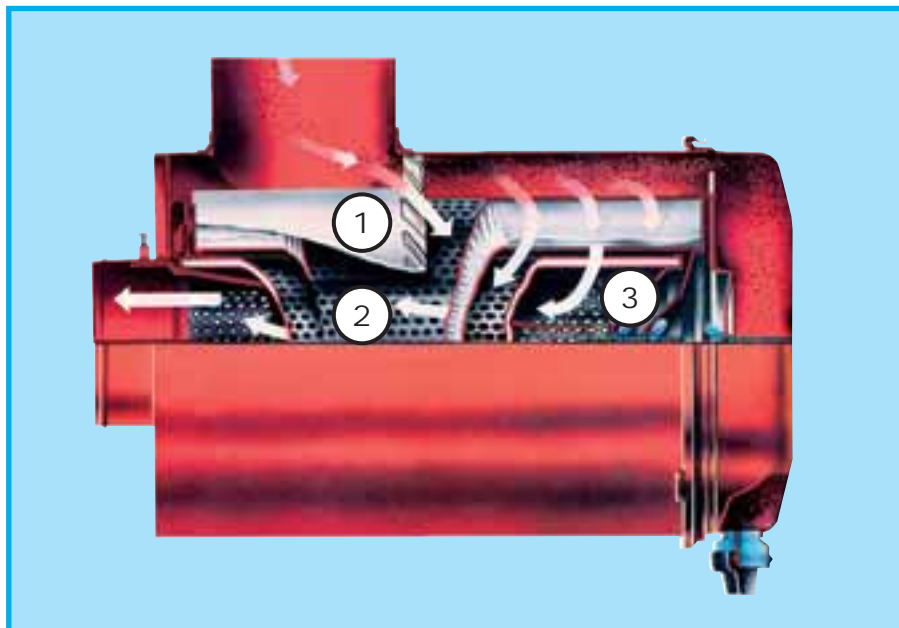
Различные сроки службы

Специально в секторе строительных машин фильтры частично оснащаются дополнительным вторичным элементом (предохранительный элемент). Он служит для защиты двигателя при ремонтных работах на основном элементе или в случае повреждения подобного. Вторичный элемент принципиально нельзя применять

без основного фильтра, и он при каждой третьей замене основного элемента должен меняться вместе с ним. У грузовых автомобилей часто можно заметить, что место впуска воздуха находится над или сбоку от кабины водителя. Это сделано для того, чтобы впитываемое количество пыли было по возможности меньше, что соответственно продлевает

периодичность обслуживания. В современных грузовых автомобилях корпуса фильтров зачастую конструктивно рассчитаны больше, чем это было бы необходимо для фильтрации. Благодаря этому можно заметно снизить шумы на впуске. Их называют глушащими фильтрами, объединяющими в себе функцию фильтрации и глушение шумов.

Далее приведен многоступенчатый воздушный фильтр грузового автомобиля. Он состоит из дефлектора (направляющая пластина) (1), основного фильтрующего элемента (2) и предохранительного элемента (3). Подводимый воздух через наружную обшивку попадает в фильтр, очищенный воздух выходит через центральную внутреннюю камеру.



Многоступенчатый воздушный фильтр

5.4 Указания по монтажу для замены фильтра

При замене воздушного фильтра надо соблюдать следующие моменты:

- Никогда не меняйте фильтр при работающем двигателе.
- Убедитесь, что при демонтаже старого фильтра в воздушные каналы не попали никакие частицы грязи.
- Не пытайтесь чистить старый фильтр сжатым воздухом
- Выберите правильный фильтр, так как иначе из-за различных свойств уплотнения и пропускания на двигателе могут возникнуть серьезные повреждения

- Вставьте новый фильтр согласно указаниям изготовителя
- Перед монтажом почистите крышку и корпус нового фильтра чистой и мягкой тряпкой. Не пользуйтесь никакой щеткой или другими средствами, из-за которых частицы грязи могут создать вихревой поток.
- Проверьте все уплотнения на предмет повреждения. Даже маленькие трещины и деформации могут повлечь за собой значительные загрязнения. В случае сомнений замените уплотнения.
- Разместите фильтрующий элемент посередине.

- Обратите внимание на крепеж крышки, чтобы между крышкой и корпусом не было никакого зазора, так как иначе неотфильтрованный воздух может попасть в камеру сгорания

Важное указание:

Если Вам часто приходится ездить по очень пыльным дорогам, то элемент воздушного фильтра надо менять чаще, чем это предусмотрено для обычных условий.

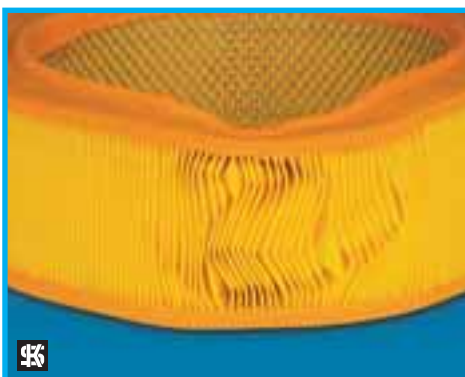
5.5 Ошибки при обслуживании



Фильтр ни в коем случае нельзя продувать сжатым воздухом. Микроскопически маленькие частицы грязи могут из-за этого еще больше запрессоваться вглубь структуры фильтровальной бумаги и проход станет еще меньше. Кроме того, есть вероятность, что фильтровальная бумага из-за высокого давления воздуха разорвется.

К тому же надо следить за тем, чтобы при работе с фильтром
 а) бумажный пакет и
 б) поверхность уплотнения не были повреждены

Из-за недостаточной герметичности или трещин в фильтровальной бумаге посторонние частицы могут попасть внутрь двигателя и привести к серьезным последствиям.



Ни в коем случае нельзя вставлять фильтры с выше названными дефектами.

6 Особый вид фильтрации представляет собой воздушный осушитель. Он находит свое применение прежде всего в агрегатах подачи сжатого воздуха средних и тяжелых грузовых автомобилей. Поскольку в современных автомобилях сжатый воздух используется для многих процессов управления и регулирования как энергоноситель, то надо следить за тем, чтобы содержащаяся в воздухе жидкость не вызвала ни коррозии в трубопроводах и резервуарах, ни парализовывала всю систему при минусовых температурах из-за замораживания. Воздушный осушитель считается таким образом деталью безопасности на автомобиле.



Положение при монтаже воздушного фильтра



6.1 Функция

Необходимый для торможения сжатый воздух производится компрессором, приводимым в действие мотором. Сжатый воздух идет затем от компрессора к однокамерному воздушному осушителю с регулятором

давления. Здесь сжатый воздух высушивается специально разработанным гранулатом и давление в тормозной системе ограничивается интегрированным датчиком давления до установленного значения. В

заклучении сжатый воздух попадает в ресивер, предусмотренный для контроля осушки фоздуха с помощью сенсора конденсата воды и предохранительного клапана.



специально разработанный гранулат, вытягивающий жидкость из воздуха

6.2 Косвенные убытки

Если вода и масло попадают в накопительный резервуар, а затем в тормозную систему, то это имеет опасные и связанные с расходом последствия: влага повреждает клапаны, приводит к коррозионным повреждениям в трубопроводах и резервуарах и при минусовых температурах может к тому же

заморозить всю систему. Масло ухудшает работоспособность клапанов и замедляет срабатывание тормоза. Из-за этого фрикционные накладки тормозной колодки подвергаются перегрузке и быстрее изнашиваются. Во избежании таких возможных повреждений, а также расходов,

рекомендуется использование KS-воздушного осушителя. Срок службы отдельных компонентов повышается и выход из строя у автомобилей меньше.

Поэтому регулярно меняйте воздушный очиститель!

7 Топливные фильтры являются чрезвычайно важной деталью современных агрегатов подачи

7.1 Конструкция различных систем питания

7.1.1 Двигатели Отто

У современных двигателей Отто различают между впрыскиванием во впускной коллектор и непосредственным впрыскиванием.

Впрыскивание во впускной коллектор (выпускной трубопровод):

Через электромагнитные форсунки топливо впрыскивается в выпускной трубопровод или непосредственно в цилиндр. При этом сегодня работают с давлением форсунки в 3-4 бара, причем давление топлива держится

топлива. Поскольку они очень многообразны, то сначала

постоянным с помощью редукционного клапана. Номинальный расход топлива фильтра рассчитан на значительно большую величину, чем необходимый расход топлива в действительности.

Непосредственное впрыскивание

При непосредственном впрыскивании необходимы существенно более высокие давления впрыска, причем питающий трубопровод разделен на циркуляцию низкого и высокого давления. Циркуляция низкого давления со встроенным электрическим топливным насосом служит у этих двигателей для того, чтобы питать циркуляцию высокого давления. Как

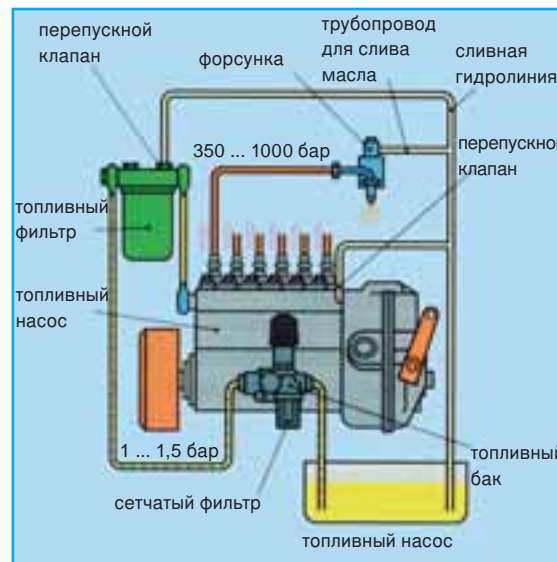
поясим различные системы питания.

правило, это предварительное давление около 3,5 бар.

Благодаря соответствующему насосу высокого давления топливо с давлением до 120 бар подается в гидроаккумулятор, непосредственно подсоединенный к форсунке. Благодаря высокому давлению и большому количеству дополнительных компонентов таких, как гидроаккумулятор, сенсор или распределительные клапаны, эти фильтры по сравнению с впрыском через выпускной трубопровод обладают существенно более высокой фильтрующей тонкостью.

7.1.2 Дизельные двигатели

Процесс сгорания в дизельном двигателе существенно отличается от двигателя Отто. Дизельный двигатель все время работает с внутренним смесеобразованием и самовоспламенением смеси топлива-воздуха. Внутренним смесеобразованием обозначается процесс, при котором впрыск жидкого топлива преобразовывается в воспламеняющую смесь. Для достижения лучшего и, прежде всего, эффективного процесса сгорания почти у всех современных дизельных двигателей топливо впрыскивается непосредственно в цилиндр. Здесь форсунка-насос, а также технология Common Rail представляют собой современнейшие системы впрыска.



Простой дизельный впрыск

Насос форсунка:

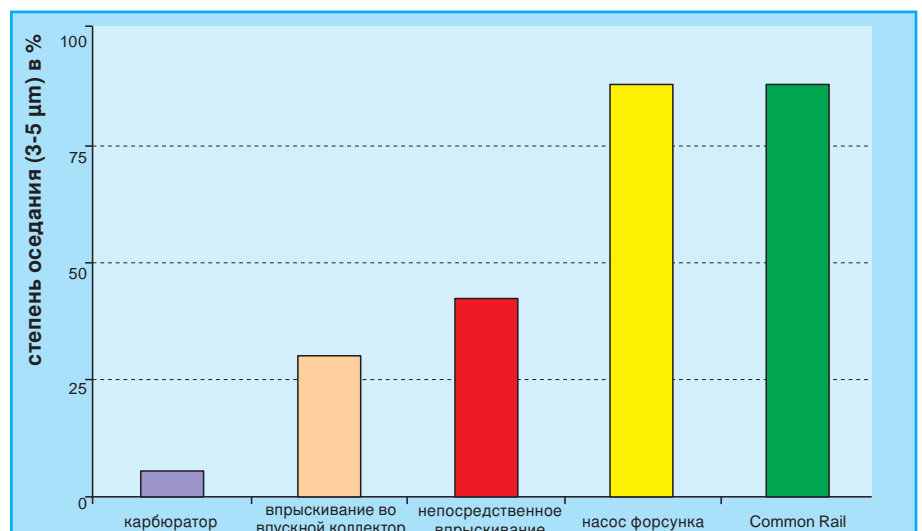
В системе насос-форсунка каждый двигатель цилиндра в головке цилиндра имеет элемент насос-форсунка (PDE). Этот элемент совмещен в своем корпусе.

- Элемент поршневого насоса высокого давления
- магнитный клапан для управления ходом впрыска, а также
- распылитель с форсункой.

Эта система позволяет иметь давления впрыска до 2000 бар.

Common Rail:

У Common-Rail-техники речь идет об электрически регулируемой системе впрыскивания высокого давления с общим распределительным трубопроводом, так называемым Common Rail. Из него топливо попадает через инжекторы с клапанами с электромагнитным управлением в камеры сгорания. Благодаря радиально-поршневым насосам высокого давления давление может достичь 1600 бар. С применением этих современных систем возникла необходимость значительно увеличить тонкость очистки топливного фильтра.



Рекомендуемая минимальная фильтровальная тонкость у двигателей Отто и дизельных двигателей

7.2 Задача/Функция

Топливный фильтр должен тщательно защищать систему питания от таких загрязнений, как грязь, ржавчина, пыль и водных вредных примесей, чтобы гарантировать мощность двигателя. Специально в области современных двигателей с

впрыском дизельного топлива экстремально важна защита высококачественных систем впрыска. Даже частицы порядка 5-20 μm могут привести к значительным повреждениям и выходу двигателя из строя. Топливный фильтр отличается от

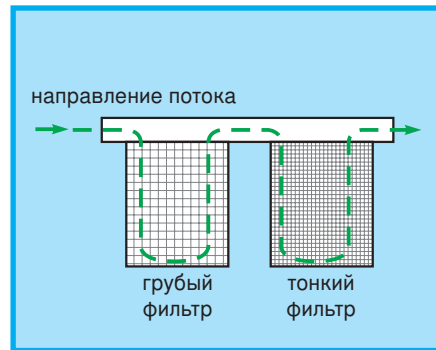
масляного фильтра тончайшей фильтровальной бумагой, так как узлы питания топливом обнаруживают маленькие зазоры. Для того, чтобы даже мельчайшие частицы грязи не могли попасть в циркуляцию провода, топливные клапаны не должны иметь никакого перепускного клапана.

7.3 Размещение фильтров

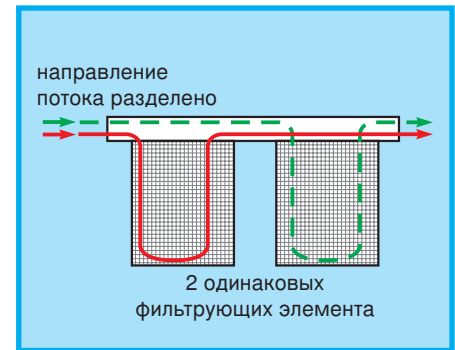
С точки зрения различного расположения топливные фильтры различают на простые-ступенчатые и параллельные фильтры. У ступенчатого фильтра перед

тонким фильтром предварительно включается грубый фильтр (сетчатый фильтр из металла или пластмассы). Параллельный фильтр состоит из

двух одинаковых фильтрующих элементов). Его преимущество по сравнению с отдельным фильтром состоит в достижении более высокого расхода.



Ступенчатый фильтр



Параллельный фильтр

7.4 Косвенные убытки

Топливные фильтры надо регулярно менять. Если фильтр садится, то снабжение двигателя топливом недостаточно и результатом будет потеря мощности. Возникают сложности при старте, мотор работает с перебоями; при процессе ускорения не хватает топлива.

Если применяется фильтр, предусмотренный не для соответствующей аппликации, или встроенный фильтр обнаруживает качественные недостатки и технически не является безупречным, то через фильтрующий элемент может попасть сильная

грязь. Результатом у двигателей Отто могут быть нарушения карбюратора или топливной системы и это может привести к износу. У дизельного двигателя повреждаются чувствительные к грязи плунжерные пары, и они выходят из строя.

7.5 Модели

К производственной группе KS топливных фильтров относятся

навинчиваемые фильтры, фильтрующие элементы и

прямоточные фильтры.



топливные навинчиваемые фильтры



топливные фильтрующие элементы



топливные прямоточные фильтры

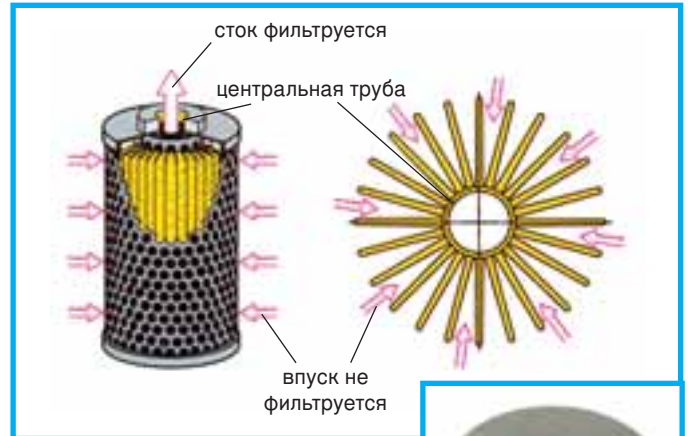
С точки зрения размещения в корпусе бумажные элементы различаются по спиральному фильтру (аксиальный фильтр) и гофрированному фильтру (радиальный фильтр). У аксиальных фильтров бумага наматывается вокруг трубы. При этом бумажные полотна

расположены так, что образуются открытые V-образные карманы, в которых собираются частицы грязи. Топливо самотеком обтекает фильтр аксиально сверху вниз, а очищенное топливо стекает вверх через центральную трубу. У радиальных фильтров бумага расположена в форме звезды

вокруг трубы из перфорированного листа. Топливо протекает фильтр радиально снаружи внутрь, причем частички грязи застревают на поверхности бумаги. Отфильтрованное топливо через отверстия внутренней трубы достигает слива.



Аксиальный фильтр



Радиальный фильтр

7.5.1 Элемент топливного фильтра

Они заменимы по отдельности и находятся в собственном корпусе, смонтированном на двигателе. При замене фильтра крышка корпуса отвинчивается и меняется только фильтрующий элемент. Современные фильтрующие элементы изготавливаются сегодня из термически регенерируемых материалов (см. главу 9. Фильтрующие элементы без содержания металла). В качестве фильтрующего элемента применяются элементы из бумаги и войлока.



Фильтрующий элемент из бумаги



Фильтрующий элемент из войлока

7.5.2 Прямоточные топливные фильтры (inline)

Прямоточные фильтры выполнены в виде сетчатых фильтров и встроены в топливопровод. В зависимости от применения корпус фильтра выполнен из алюминия, стального листа или пластмассы.

Сетчатые фильтры используются, например как предварительные фильтры в топливном баке или в топливном насосе. Они состоят из мелкосетчатого проволочного или полиамидного плетения шириной ячеек между 40 и 60 мкм.

При тонкой фильтрации используются бумажные фильтры размером между 6 и 10 мкм. Крепление на топливопроводе осуществляется большей частью простой насадкой.

7.5.3 Навинчиваемые

топливные фильтры

Навинчиваемые фильтры состоят из корпуса и фильтрующего элемента и заменяются при ремонте всего узла. Монтаж осуществляется обычно в подкапотном пространстве или под автомобилем между топливным баком и двигателем.

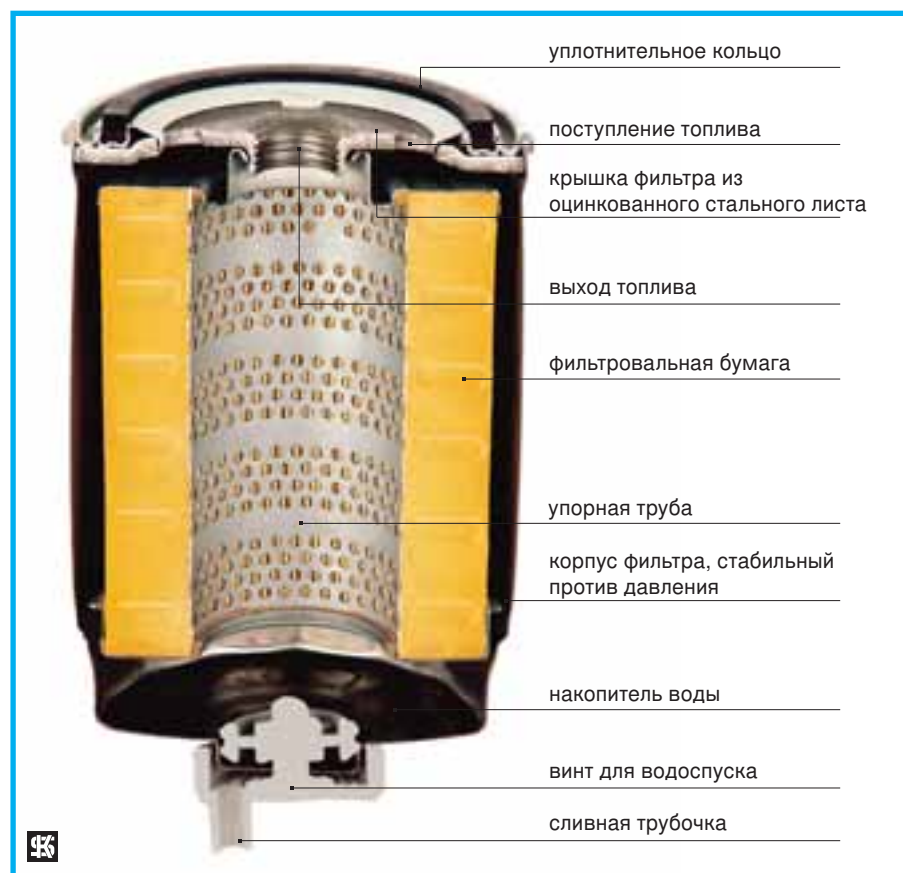
В секторе легковых автомобилей наряду со сменными фильтрами в стандартной конструкции используют также фильтры с винтом для стока воды и интегрированным редукционным клапаном. В секторе грузовых автомобилей есть, кроме того, особые формы с

интегрированными дополнительными функциями, например:

- клапаны или сенсоры для управления давлением и температуры
- электрические нагревы
- теплообменники или
- водяные сенсоры с камерой для сбора воды.

Функция водного сепаратора:

Благодаря высокому поверхностному напряжению вода сначала держится на грязной стороне. С подъемом дифференциального давления она проникает через поры на обратную сторону и образует там крупные капли. Из-за своего высокого специфического веса они достигают водосборника. Открыв винт для стока, можно дать воде стечь. У некоторых автомобилей уровень воды определяется сенсором.



Конструкция дизельного навинчиваемого фильтра

7.6 Указания по монтажу при замене фильтра

При работах на системе питания надо соблюдать принципиально чрезвычайную осторожность. Система питания часто долгое время после остановки двигателя еще находится под давлением!

- Соблюдайте рекомендованные производителем интервалы для замены

- Обязательно соблюдайте указания по монтажу изготовителя
- Используйте для замены подходящий инструмент
- При монтаже прямоточных топливных фильтров необходимо соблюдать направление потока. Он

обозначен стрелкой и должен показывать от бака в направлении двигателя.

Важное указание

При смене топливного насоса непременно должен меняться и фильтр. Потому что замена относительно недорогого фильтра предотвращает крупный и дорогой ремонт.

8 Системы фильтров в циркуляции масла у двигателей являются очень важными элементами конструкции

в современных автомобилях. Они значительно способствуют достижению высокого срока службы двигателя.

8.1 Задача / функция

В то время как воздушный фильтр имеет задачу снижения проникновения частичек грязи, вызывающих износ, масляный фильтр должен отфильтровывать эти самые частицы, которые уже попали внутрь двигателя. Этими загрязнениями могут быть остатки от стирания металла, частицы пыли из воздуха, необходимого для сгорания, сажа и продукты коррозии. Масляные фильтры не имеют никакого влияния на химические и физические изменения масла в

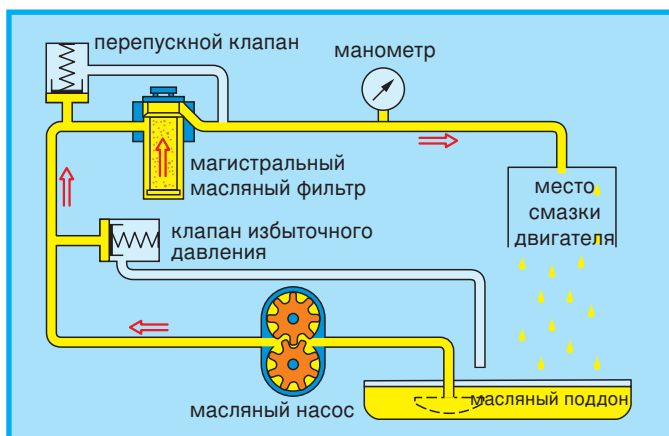
работе двигателя, т.к. они не в состоянии отделить жидкие или растворимые части. Но они способствуют тому, чтобы поверхности скольжения двигателя предварительно не изнашивались. В течение интервалов между работоспособностью моторного масла, так как положительно влияет на вязкость и насосную способность. Так как в современных автомобилях гидравлика все больше выходит на передний план, то и

здесь масляные фильтры выступают вперед. Особенно в области гидравлической системы рулевого управления эта функция используется все чаще.

8.2 Расположение

С точки зрения своего расположения в циркуляции масла различают магистральный масляный фильтр и масляный фильтр тонкой очистки, а также система комбинации обоих.

8.2.1 Масляные фильтры в магистрали



Масляный фильтр в магистрали

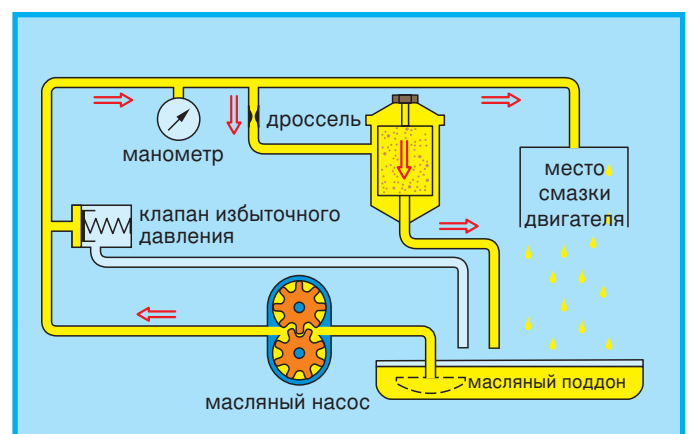
Через напорную смазочную линию подшипники скольжения, шатунные подшипники и поршни снабжаются маслом. Затем масло подается к головке цилиндра для смазки распревала и элементов управления клапанов. У двигателя с турбонадувом используется для турбонагнетателя. Предпочтительно встраиваются магистральные масляные фильтры, потому что здесь весь поток масла направляется через

фильтрующий элемент. За счет этого гарантируется, что уже при первом проходе фильтрации загрязнения могут быть отфильтрованы. Недостаток этого расположения заключается в том, что фильтр должен выдержать весь объем протекающего масла. Масляные фильтры в магистральном потоке должны иметь байпас-клапан, и в циркуляции масла должны быть принципиально расположены за редукционным клапаном.

8.2.2 Масляный фильтр тонкой очистки

Фильтр тонкой очистки установлен в ветке, проходящей параллельно к магистрали (параллельный поток). Этот трубопровод встроен между местами смазки и насосом подачи. За счет предварительно включенного дросселя только часть подаваемого масла (5-10%) стремится через

этот фильтр. Таким образом только частично очищенное масло достигает смазочных мест. Из-за небольшого расхода и скорости текучести фильтр тонкой очистки не может очень быстро отфильтровать частицы грязи. Поэтому его надо рассматривать, как тонкий фильтр с высокой степенью очистки.

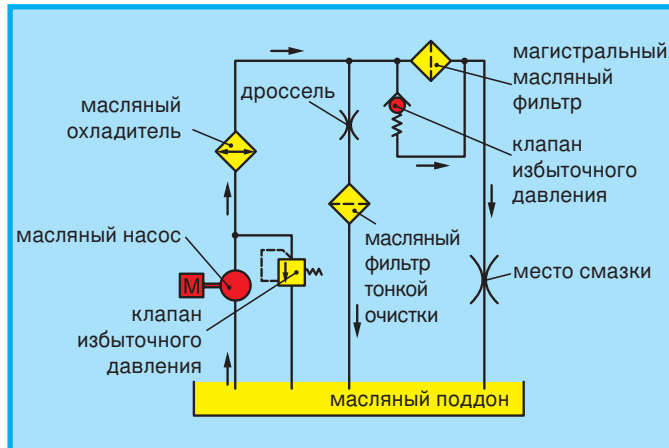


масляный фильтр тонкой очистки

8.2.3 Масляные фильтры в комбинированной системе

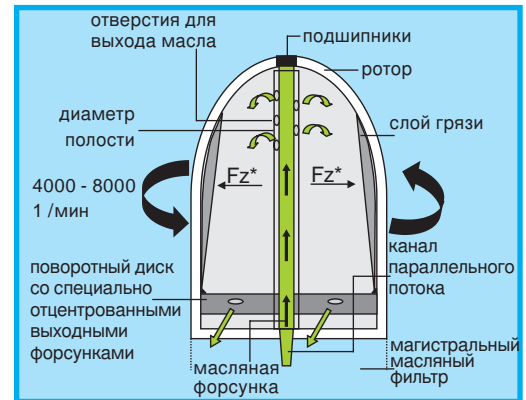
Если используются фильтры тонкой очистки в комбинации с магистральным фильтром, то достигается чрезвычайно эффективная фильтрация: мельчайшие частицы, которые пропускает магистральный фильтр, выфильтровываются фильтром тонкой очистки. Фильтр тонкой очистки установлен для очень интенсивной очистки с высокой степенью сепарации. В качестве фильтра тонкой очистки у грузовых автомобилей и дорожных машин применяется прежде всего центробежная очистка с реактивным приводом (фильтр центробежной очистки масла).

Масло, отводимое от канала основного потока в параллельный канал течет через полый вал ротора по соответственно расположенным отверстиям во внутреннее пространство фильтра. Через специально центрированные выходные сопла на днище масло опять выходит из центрифуги. При этом процессе освобождаются реактивные силы (силы отдачи), которые приводят ротор в движение. Здесь в зависимости от давления



Масляные фильтры в комбинированной системе

и температуры может достигаться частота вращений порядка от 4 000 до 8 000 1/мин. За счет возникающих из-за этого вращения реактивных сил, частицы грязи, находящиеся в масле, вращаются на внутренней стенке ротора. Там они залипают, пока при следующем предусмотренном интервале техобслуживания центрифуга не смонтируется.



центробежная очистка с реактивным приводом FZ = реактивная сила

8.3 Косвенные убытки

Шлифующие частицы грязи, попадающие внутрь двигателя из-за недостаточной фильтрации, могут вызвать царапины на поршнях и поршневых кольцах, а также привести к выпуклому износу цилиндра. Прежде всего, в первую очередь это поражает острые, масляеъемные кромки поршневых колец (см. главу 4 «Износ на деталях двигателя»).

Из-за недостаточной герметизации камеры сгорания давление в картере повышается из-за отработавших газов, которые проходят мимо поршня. Это избыточное давление приводит к потере масла на местах уплотнения и утечки масла на направляющих впускных клапанов. Затем это может привести к снижению

компрессии и таким образом к понижению мощности двигателя. Также шатунные и коренные подшипники скольжения из-за воздействующих шлифующих частиц попутно повреждаются. Из-за стирания повышенный зазор подшипника снижает его несущую способность и может привести к его выходу из строя.

8.4 Конструкция

Масляные фильтры предлагаются в двух конструкциях – как навинчиваемые фильтры и корпусные фильтры.



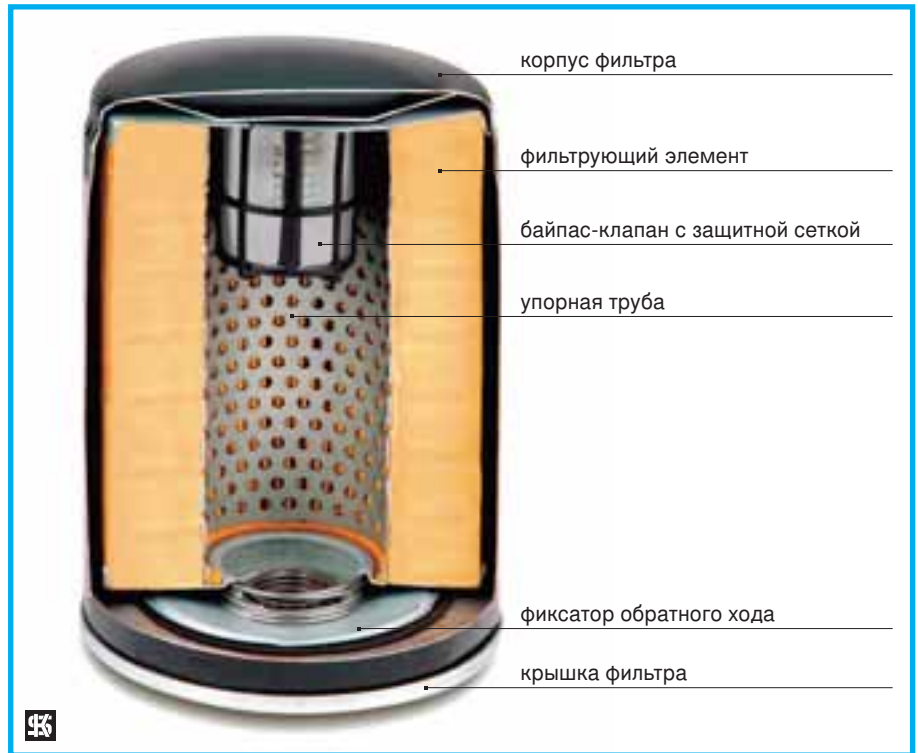
Масляный навинчиваемый фильтр



Элемент масляного фильтра/масляно-гидравлический фильтр

8.4.1 Навинчиваемый фильтр

Завинчиваемый фильтр состоит из корпуса фильтра и фильтрующего элемента и большей частью отбортованной или сварной крышки фильтра. При замене фильтра заменяется комплектный фильтрующий элемент. Многие сменные фильтры дополнительно имеют так называемый байпас-клапан (перепускной клапан), а также реверсивный стопор. Этот тип фильтра применяется как на легковых, так и на грузовых автомобилях.



Конструкция масляно-навинчиваемого фильтра

Бypass-клапан

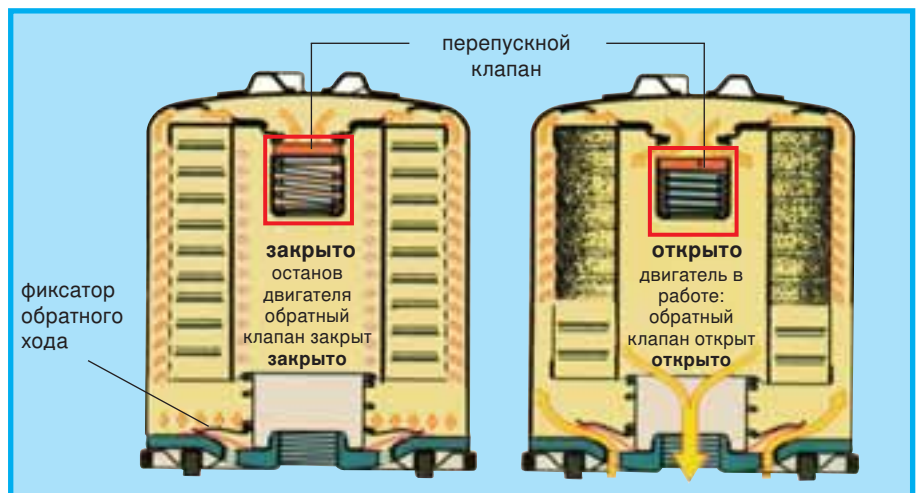
Bypass-клапан называется также перепускным клапаном. Его задача состоит в открывании прямого потока к циркуляции масла при повышенном давлении масла. Собственно здесь к циркуляции подводится нефилтрованное масло, это, однако, лучше, чем совсем прервать снабжение смазочным маслом. Перепускной клапан можно расположить перед клапаном магистрали или – как у многих KS-фильтров – непосредственно в фильтрующем элементе. На практике регулируемый параметр давления открывания в зависимости от случая применения будет около 1-2 бар.

Превышение регулируемого параметра может произойти во время фазы работы непрогретого двигателя (вязкое масло), или, если фильтр очень загрязнен и достиг окончания своего срока службы.

Реверсивный стопор

Следующую конструктивную особенность сменного элемента фильтра представляет собой реверсивный стопор. В зависимости от положения монтажа масляного фильтра он может

быть интегрирован в трубопровод для стока или притока. Он препятствует тому, чтобы масляный фильтр по время остановки двигателя не работал вхолостую.



функция Bypass-клапана и реверсивного стопора

8.4.2 Корпусной фильтр

В противоположность навинчиваемому фильтру корпус фильтра привинчивается к двигателю или к жесткой составной части картера. У этой конструкции заменяется только

фильтрующий элемент. В современных автомобилях эти фильтры изготавливаются из компонентов, не содержащих металл. За счет возможности утилизации с учетом охраны

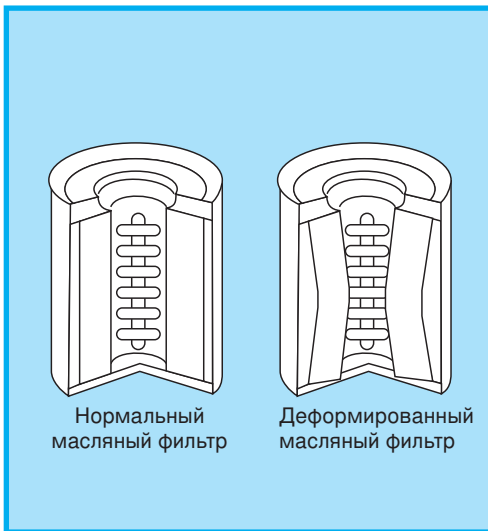
окружающей среды этот вид фильтрации имеет все большее значения (см. главу 9. Фильтрующие элементы без содержания металла).

8.5 Выход масляного фильтра из строя из-за избыточного давления

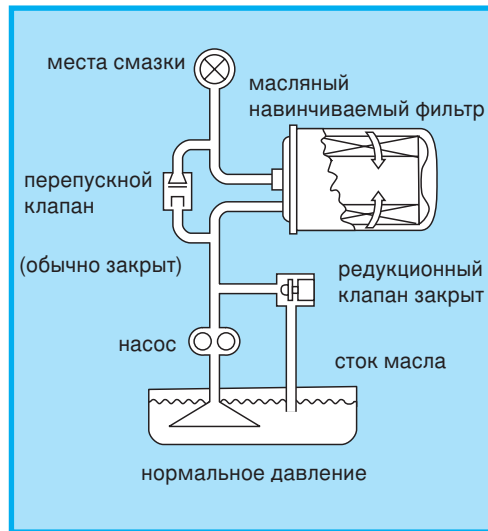
У надломленных или вздутых фильтров предполагают сначала, что дефект в качестве фильтра. Но это только чрезвычайно редкий случай. Деформированный фильтр скорее является симптомом для проблем в циркуляции масла. Источником дефекта часто бывает редукционный клапан, который большей частью интегрирован в масляный насос. Масляный насос подает необходимое давление

масла в систему смазки, чтобы создать смазочную пленку между высоконагруженными деталями двигателя. Задача редукционного клапана держать давление в системе смазки до определенного значения. После открывания клапана давление в системе смазки остается близким к постоянному. Заклинивает ли редукционный клапан, или при пуске двигателя он только медленно

срабатывает, это приводит к недопустимому избыточному давлению в системе. Если клапан вообще не открывается, давление дальше увеличивается и деформирует самое слабое звено в системе – фильтр: уплотнение лопается и, если фильтр очень жестко смонтирован, он ломается. Поскольку здесь, как правило, также вытекает моторное масло, то во избежание повреждения двигатель должен быть сразу выключен.



Деформированный масляный фильтр



Функциональная схема системы смазки

8.6 Указания по монтажу при замене фильтра

Никакой замены масла без замены фильтра: при каждой замене масла обязательно меняйте также и масляный фильтр.

- Никакой замены масла без замены фильтра: при каждой замене масла обязательно меняйте также и масляный фильтр.
- В качестве вспомогательного инструмента используйте специальные ключи.
- Полностью удалите с поверхности прилегания на двигателе все остатки уплотнения и основательно очистите поверхность прилегания.
- У фильтрующих элементов надо основательно очистить корпус фильтра.
- Всегда используйте новые уплотнения, которые входят в объем поставки. Если используется опять старое уплотнение, то безупречная герметизация уже не гарантируется.
- Смажьте уплотнения моторным маслом. Ни в коем случае не используйте смазочный жир. Из-за его компонентов могут разъедаться уплотнительные кольца круглого сечения фильтра.
- Не кантуйте фильтр при насадке на резьбу.

- Перед затягиванием проверьте все уплотнения на правильность посадки.
- Завинчивайте фильтр только вручную, не используйте никаких вспомогательных средств.
- Проверяйте уровень масла.
- Запустите двигатель и проверьте циркуляцию на холостом ходу на предмет утечки.

9 Концептом по фильтрам серии ENERGETIC® фирмой Ing. Walter Hengst GmbH & Co., KG была разработана система, которая постоянно предлагает свои преимущества во всех монтажных ситуациях. Выполненная по модульному принципу система покрывает самые разные случаи применения.

Преимущества серии ENERGETIC® на первый взгляд таковы:

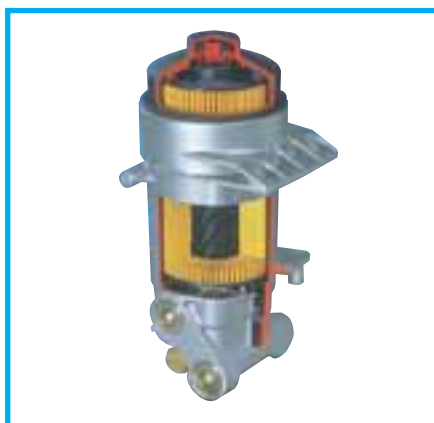
- При сервисных работах заменяется только фильтрующий элемент. Корпуса фильтров и клапаны на долгий срок службы остаются на блоке двигателя.
- Чистая смена фильтрующего элемента, не касаясь руками старого масла.
- Согласовано до продленного интервала техобслуживания
- Сбережение ресурсов за счет применения материала вторичного использования. Фильтрующий элемент состоит только из бумаги фильтра и концевой термопластового диска.

- Энергетическое использование фильтрующего элемента. При сгорании накопленная в фильтрующих элементах энергия регенерируется.
- Резкое снижение расходов на сервис и уборку отходов. Фильтрующие элементы без содержания металла и клеящих веществ не должны подвергаться никакой затратной разборке. Фильтрующий элемент может быть полностью термически использован.

Примеры монтажа для ENERGETIC®-фильтров



АУДИ V6 TDI
фото: Хенгст Фильтерверке

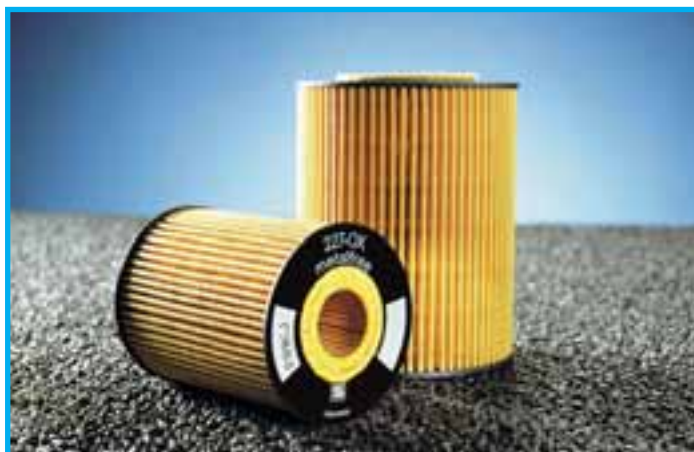


БМВ M73-V12
фото: Хенгст Фильтерверке



ОПЕЛЬ X18XE-1
фото: Хенгст Фильтерверке

Между прочим есть также различные фильтры, не содержащие металл фирмы KS, которые имеют те же свойства и преимущества.



Снимок 227-OX: Фильтрующий элемент без содержания металла

10 KS фильтры изготавливаются с применением современного, постоянно контролируемого технологического процесса. Только так можно гарантировать, что они удовлетворяют высокие требования современных точных двигателей. Именно в области фильтров с первого взгляда нельзя определить качество. Глядя на фильтр не определить, сможет ли он выполнить необходимые требования по нагрузке. Все KS фильтры соответствуют, как минимум OE-требованиям. Это обеспечивает оптимальную защиту двигателя и долгий срок службы. Бумага KS фильтров специально пропитана и проклеена или скреплена,

чтобы выдержать давление. Специфическое применение геометрии складок обеспечивает равномерные промежутки между складками и таким образом оптимальное использование поверхности складок. За счет постоянного контроля технологического процесса KS фильтры должны в любое момент доказывать свое качество. Они функционально надежны и эффективны. Четкая обработка обеспечивает правильную точность подгонки: монтаж прост и не доставляет проблем, так как необходимые для монтажа уплотнения и кольца круглого сечения поставляются вместе. С фильтрами KS

Вы, кроме всего прочего, избежите предварительного износа двигателя, возникающего из-за шлифовальной массы, они препятствуют высокому расходу топлива и низкой мощности двигателя, а также появлению плохих характеристик отработавших газов.

Поэтому регулярно меняйте фильтры.

Мы поставляем для европейских приложений автомобилей широкий ассортимент первоклассных KS-фильтров, на которые Вы можете положиться.

Поэтому: KS-масляные фильтры, KS-воздушные фильтры и KS-топливные фильтры.



Для информации Все фильтры а также воздушные осушители, естественно, со всеми кодировками, размерами и возможностями применения есть в каталоге, а также в электронном каталоге MSI.

Действующий каталог по фильтрам, а также электронный каталог MSI есть у ответствующих представителей фирмы KS.



Степень осаднения

Доля частиц в %, которую фильтр может осадить. Различают по:

- степень обшего оседания: здесь охватываются все частицы грязи без разделения на соответствующие размеры зерен
- степень осаднения фракции: при этой единице массы требуются данные по распределению размеров зерн

Абсолютный фильтр

Деталь согласно методу испытания по DIN ISO 5011; фильтр со стоком, вмонтированный для отфильтровывания появляющихся на испытуемой детали доли пыли.

Добавление

Химическая добавка к жидкостям для получения определенных свойств или для улучшения показателей мощности

бар

метрическая единица массы для давления : 1 бар = 10² kPa

Продавливающее усилие

Разница давления, при котором фильтр или деталь фильтра разрушается за счет напряжения внутреннего давления

Blow-by-Gas

Поток течи, который из-за негерметичности между поршнем, поршневыми кольцами и стенкой цилиндра достигает картера

Молекулярное движение Brown

Открытое ботаником R.Brown вибрирующее движение, которе делают микроскопически маленькие частички (например, пылинки) в газах и жидкостях; это основано на нерегулярных ударах молекул окружающей среды

Bypass-клапан

Называется также перепускным клапаном. Обычно находится на фильтре и защищает его при избыточном давлении

Дифференциальное давление Δp

Разница давления между входом и выходом фильтра

Тонкость фильтрации

Диаметр частиц, котоые могут еще пройти поры бумаги фильтра

Срок службы фильтра

Продолжительность использования фильтра или элемента до ремонта или замены

μm (микрон)

Метрическая единица массы: $1\mu\text{m} = 0,001\text{ mm}$

Стопор возвратного хода

Клапан, который после останова двигателя препятствует стеканию масла обратно через впускное отверстие фильтра

Мощность поглощения грязи

Количество грязи, которое может поглотить фильтровальная бумага, пока не будет достигнуто дифференциальное давление

Силы Van-der-Waals

Силы притяжения, действующие между молекулами, особенно при сильном взаимном приближении

Вязкость

Вязкость жидкости, которая возникает из-за внутреннего трения молекул и зависит от температуры

Центробежная сила

Сила, которая при ротационном движении пытается оттянуть подвижный корпус от центра наружу.

MOTOR SERVICE INTERNATIONAL

 KOLBENSCHMIDT  PIERBURG

MSI Motor Service International GmbH

Untere Neckarstraße
D-74172 Neckarsulm
Phone +49 71 32-33 33 33
Fax +49 71 32-33 28 64

Alfred-Pierburg-Straße 1
D-41460 Neuss
Phone +49 21 31-5 20-0
Fax +49 21 31-5 20-6 63

info@msi-motor-service.com
www.msi-motor-service.com

