Поршневые кольца для двигателей внутреннего сгорания

SERVICE
TIPS & INFOS

Группа Motor Service.
Качество и сервис из одних рук.

Группа Motor Service – это организация по сбыту продукции концерна Kolbenschmidt Pierburg, активно действующая на мировом рынке обслуживания автомобилей. Она является ведущей фирмой, предлагающей компоненты двигателей для свободного рынка запасных частей высококачественных марок KOLBENSCHMIDT, PIERBURG и TRW Engine Components. Широкий и всеобъемлющий ассортимент позволяет заказчикам приобретать детали двигателей из одних рук.
Для решения задач торговых предприятий и мастерских она, являясь дочерней фирмой крупного поставщика автомобильной промышленности, предлагает, кроме того, обширный набор услуг и техническую компетенцию.

Kolbenschmidt Pierburg. Пользующийся хорошей репутацией поставщик международной автомобильной промышленности.

В качестве многолетних партнёров производителей транспортных средств предприятия группы Kolbenschmidt Pierburg с признанной компетентностью разрабатывают новаторские компоненты и системные решения в области снабжения воздухом и снижения содержания вредных веществ, масляных, водяных и вакуумных насосов, поршней, блоков цилиндров двигателей и подшипников скольжения. Изделия удовлетворяют высоким требованиям и стандартам качества автомобильной промышленности. Низкий уровень выброса вредных веществ, экономное потребление топлива, надёжность, качество и безопасность являются определяющими стимулами новаторских решений Kolbenschmidt Pierburg.

TRW EngineComponents

PIERBURG

2. издание 01.2010
№ издания 50 003 958-09
ISBN 978-3-86522-495-8

Редакция:
Motor Service Technical Market Support

Разработка и производство:
Motor Service Marketing
DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn

Перепечатка, размножение и перевод, в том числе и отдельных частей, только с нашего предварительного письменного согласия и с указанием источника.

Сохраняем за собой право на внесение изменений и на отклонения в иллюстрациях. Любая ответственность исключена.

Издатель:
© MS Motor Service International GmbH

Ответственность
Все данные этой брошюры были тщательно исследованы и составлены. И всё же ошибки могут быть, данные могут быть неверно переведены, может недоставать информации или предоставленная информация может тем временем устареть. В отношении правильности, полноты, актуальности или качества предоставленной информации мы не можем ни дать гарантии, ни взять на себя юридическую ответственность. Любая ответственность с нашей стороны за ущерб, особенно за прямой или косвенный, материальный или нематериальный, возникший в результате использования или неверного применения, а также из-за неполноты или неверности содержащейся в данной брошюре информации, исключается, если только это не произошло намеренно или в результате грубой небрежности с нашей стороны.

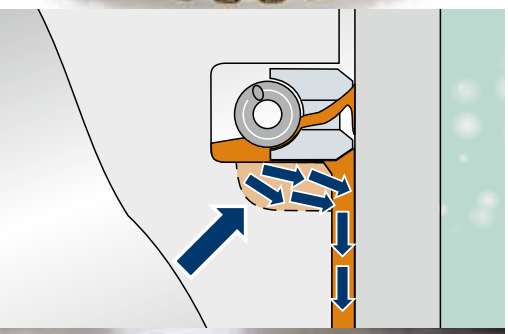
Соответственно, мы не несём ответственности за ущерб, возникший по причине того, что то или иное предприятие по ремонту двигателей не имеет соответствующей технической квалификации, необходимых знаний и опыта по ремонту.

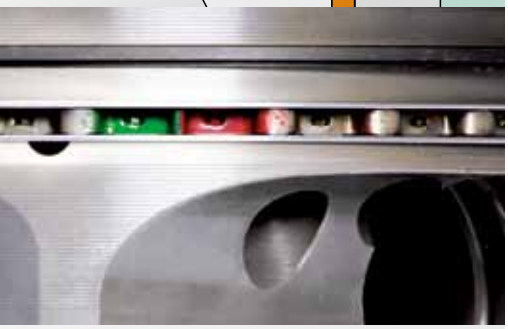
Насколько описанные здесь технологические процессы и указания по ремонту применимы к будущим поколениям двигателей, предсказать невозможно; это должно быть рассмотрено в каждом отдельном случае предприятием по ремонту двигателей.

Содержание

		Страница
1	Основная информация о поршневых кольцах	5
1.1	Предъявляемые к поршневым кольцам требования	5
1.2	Три основные задачи поршневых колец	6
1.3	Виды поршневых колец	8
1.4	Наименования в поршневом кольце	18
1.5	Конструкция и форма поршневых колец	19
1.6	Функции и свойства	26
2	Монтаж и сервис	39
2.1	Оценка бывших в употреблении элементов	39
2.2	Оценка бывших в употреблении поршней	40
2.3	Оценка уже бывших в работе отверстий цилиндров	42
2.4	Монтаж поршней и поршневых колец	48
2.5	Запуск двигателя и его обкатка	55
2.6	Проблемы при уплотнении и повреждения колец	59
2.7	Смазывание и расход масла	69

Предисловие





Тема

Поршневые кольца существуют уже так же давно как и сами двигатели внутреннего сгорания. Несмотря на это, ещё и сейчас специалисты и пользователи недостаточно осведомлены или имеют только частичные знания о поршневых кольцах. Ни один другой конструктивный элемент двигателя не рассматривается так критически, если речь идёт о потере мощности и большом расходе масла. Ни у какого другого конструктивного элемента в двигателе пропасть между ожиданием и вложенным капиталом не может быть больше, чем при обмене поршневых колец.

Слишком часто доверие к поршневым кольцам страдает от слишком больших ожиданий. Таким образом, в мастерских и у конечных потребителей появляются – несмотря на более глубокие знания – часто заблуждения, стереотипы и ошибочные оценки. Тем не менее, чаще всего поршневые кольца страдают от дешевых ремонтов (например, при повторном использовании изношенных скользящих друг по другу деталей) и неквалифицированного монтажа.

Брошюра

Данная брошюра подводит поближе к тематике поршневых колец с точки зрения пользователя. Мы отказались от слишком подробного объяснения конструктивных подробностей в и сделали акцент на практической части. Если же, всё-таки, затрагиваются темы по конструкции или техническому развитию, то это служит лишь для дополнения и, соответственно, лучшего понимания.

Брошюра содержит информацию преимущественно о поршневых кольцах для легковых и грузовых автомобилей. Двигатели, которые первоначально задумывались для использования в транспортных средствах, но, например, нашли своё применение в судах, локомотивах, строительных машинах и стационарных двигателях, конечно тоже рассматриваются в этой брошюре. Наряду с основной технической частью в практической части «Монтаж и сервис» Вы найдёте подробную информацию о встраивании и обмене поршневых колец, а также полезные сведения к таким темам как смазывание, расход масла и обкатка двигателя.

Успешный ремонт и текущий досмотр не составляют труда, если имеются знания о взаимосвязях деталей, существующих в двигателе. Мы показываем, что необходимо для того, чтобы ремонт был успешным, а также и что может произойти, если не придерживаться определённых правил.

Пиктограммы и символы

В этой брошюре используются следующие пиктограммы и символы:

Внимание – обращает Ваше внимание на опасные ситуации с возможным ущербом для людей или повреждением компонентов транспортного средства.

Указание на полезные советы, комментарии и дополнения к использованию.

1.1

Предъявляемые к поршневым кольцам требования

Поршневые кольца для двигателей внутреннего сгорания должны отвечать всем требованиям, предъявляемым к динамичному линейному уплотнению. Они должны не только выдерживать тепловое и химическое воздействие, но и обладать определёнными свойствами, а также выполнять следующий ряд функций:

Функции:

- Предотвращение (уплотнение от) просачивания газа из камеры сгорания в картер, чтобы не пропадали давление газа и, соответственно, мощность двигателя.
- Уплотнение, т.е. предотвращение просачивания смазочного масла из кривошипной камеры в камеру сгорания.
- Создание маслянистой плёнки определённой толщины на стенке цилиндра.
- Распределение смазочного масла на стенке цилиндра.
- Стабилизация движения поршня (перекос поршня). Прежде всего, у холодных двигателей и при ещё достаточно большом рабочем зазоре поршня в цилиндре.
- Передача тепла (теплоотдача) поршня к цилиндру.

Свойства:

- Незначительное сопротивление трения для того, чтобы не пропадала слишком большая часть мощности двигателя.
- Хорошая сопротивляемость и износостойкость по отношению к термо-механической усталости, химическому воздействию и горячей коррозии.
- Поршневое кольцо не должно быть причиной усиленного износа внутреннего отверстия цилиндра, так как из-за этого может уменьшиться продолжительность срока действия двигателя.
- Большая продолжительность срока действия, надежность при эксплуатации и эффективность затрат в течение всего периода эксплуатации.

1.2.1
Уплотнение от отработавших газов

Основная задача компрессионных поршневых колец состоит в том, чтобы предотвратить пропускание отработавших газов между поршнем и стенкой цилиндра в картер. У большинства двигателей этого можно достичь с помощью двух компрессионных поршневых колец, которые вместе образуют газовый лабиринт.

Из-за своей конструкции уплотнительные системы поршневых колец в двигателях внутреннего сгорания не обеспечивают 100 % – ную герметичность так, что через поршневые кольца небольшое количество просачивающегося газа всегда попадает в картер. Речь идёт, тем не менее, о нормальном положении вещей, которого из-за конструкции невозможно полностью избежать. Однако, усиленной передачи отработавших газов мимо поршня и стенки цилиндра нужно в любом случае избегать. Это повлекло бы за собой снижение мощности, повышенный приток тепла в элементы конструкции и потерю эффекта смазки. Срок службы и работа двигателя были бы вследствие этого поставлены под вопрос. Тема различных функций колец, герметизирующей функции, а также возникающего прорыва газов из камеры сгорания в картер двигателя будет подробнее рассмотрена в последующих главах.

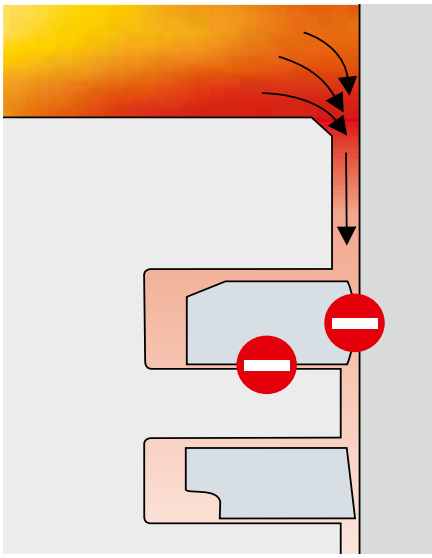


Рис. 1

1.2.2
Снятие масла и его распределение

Наряду с уплотнением между кривошипной камерой и камерой сгорания задачей поршневых колец является регулирование толщины масляной плёнки. Масло посредством колец равномерно распределяется на стенке цилиндра. Его излишки счищаются в основном маслосъёмным поршневым кольцом (3-е кольцо), а также и комбинированным и компрессионным поршневым кольцом (2-е кольцо).

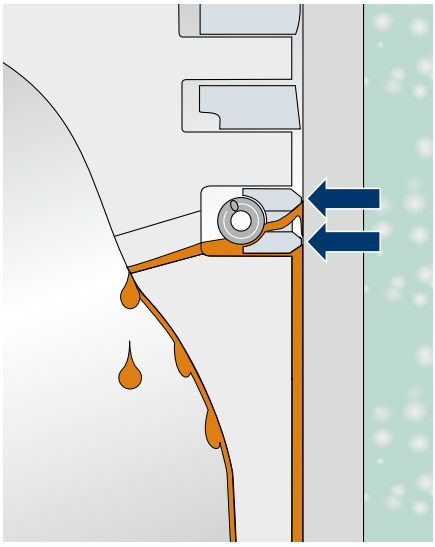


Рис. 2

1.2.3
Отвод тепла

Регулирование температуры является следующей важной функцией поршневых колец. Основная часть тепла, поглощённого поршнем во время сгорания, отводится от поршневых колец в цилиндр. Особенно компрессионные поршневые кольца играют существенную роль при теплоотдаче.
Таким образом, верхнее компрессионное поршневое кольцо (в зависимости от конструкции двигателя) отводит уже 50 % принятой поршнем теплоты сгорания на стенку цилиндра.

Без этого непрерывного отвода тепла при помощи поршневых колец в течение нескольких минут появился бы задир поршня во внутреннем диаметре цилиндра или алюминиевый поршень просто бы расплавился. С этой точки зрения становится совершенно понятно, что поршневые кольца всё время должны иметь хороший контакт со стенкой цилиндра. Если во внутреннем диаметре цилиндра появляются отклонения от круглости или поршневые кольца блокируются в кольцевой канавке (нагарообразование, грязь, деформация), то это только вопрос времени, когда из-за отсутствия теплоотдачи поршень пострадает от проявления перегрева.

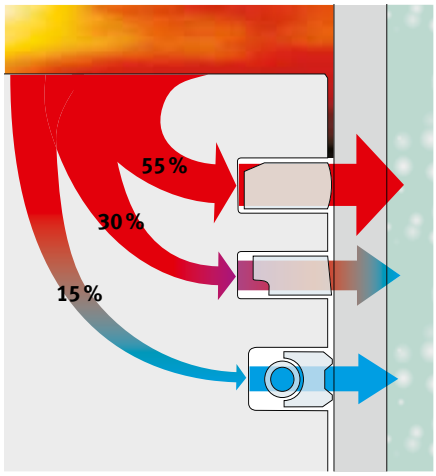
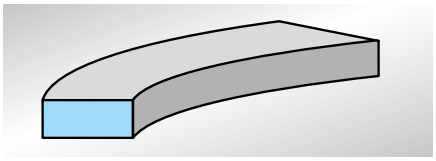


Рис. 3

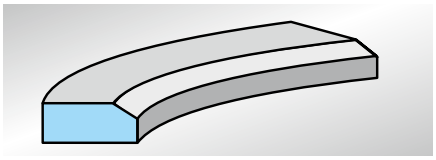
1.3.1 Компрессионные поршневые кольца

Рис. 1

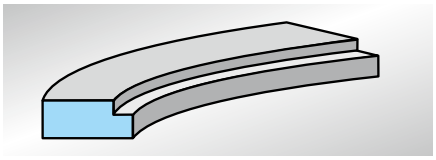
Цилиндрические компрессионные поршневые кольца



Цилиндрическое компрессионное поршневое кольцо



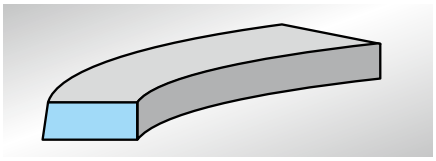
Цилиндрическое компрессионное поршневое кольцо с внутренней фаской



Цилиндрическое компрессионное поршневое кольцо с внутренним углом

Под цилиндрическими компрессиоными поршневыми кольцами понимают кольца с прямоугольным поперечным сечением. Обе боковые поверхности кольца лежат параллельно друг к другу. Это исполнение кольца является самым простым и самым распространённым видом компрессионных поршневых колец. Сегодня эта модель используется преимущественно в качестве первого компрессионного поршневого кольца у всех бензиновых, а также у некоторых дизельных двигателей для легковых автомобилей.
Внутренние фаски и внутренние углы вызывают скручивание колец в установленном (натянутом) состоянии. Положение фаски и, соответственно, внутреннего угла в верхней кромке вызывает «положительное скручивание колец». Какое оно имеет действие, описано в главе 1.6.9 Скручивание колец.

Компрессионные поршневые кольца с маслосъёмной функцией



Коническое компрессионное поршневое кольцо

Эти кольца выполняют двойную функцию. Они помогают компрессионному поршневому кольцу при герметизации от газов и маслосъёмному поршневому кольцу при удалении масляной плёнки.

Важное указание:
У всех видов двигателей (для легковых и грузовых автомобилей, бензиновых и дизельных) конические компрессионные поршневые кольца вставляются в основном во вторую кольцевую канавку.

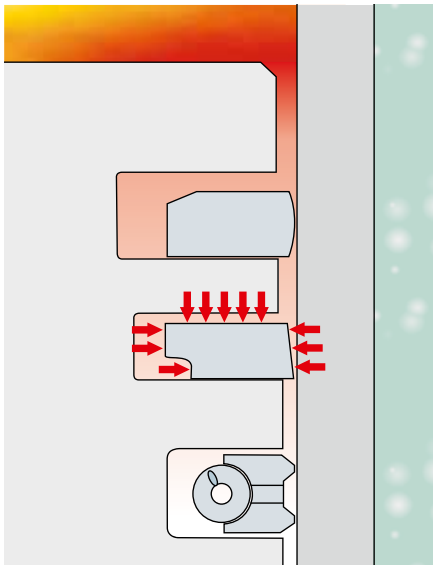


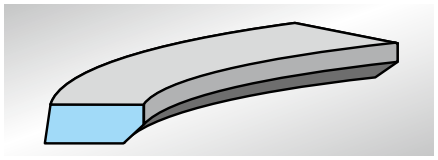
Рис. 2

Поверхность конических компрессионных поршневых колец имеет коническую форму. Отклонение угла по отношению к цилиндрическому компрессионному поршневому кольцу составляет, в зависимости от конструкции, примерно от 45 до 60 угловых минут. Из-за формы кольцо в начальном состоянии опирается только на нижнюю кромку и, таким образом, прилегает только в определённых пунктах к внутреннему диаметру цилиндра. Вследствие этого, в этом месте появляется высокое механическое давление на поверхность и происходит желаемое снятие слоя материала. Результат этого износа при приработке уже после небольшой продолжительности эксплуатации – совершенно круглая форма и, вместе с этим, хорошее уплотнение. После пробега нескольких 100.000 км коническая поверхность кольца изнашивается так, что коническое компрессионное поршневое кольцо берёт на себя скорее функцию цилиндрического компрессионного поршневого кольца. Теперь кольцо, ранее изготовленное как коническое компрессионное, всё ещё отлично выполняет уплотняющую функцию в качестве цилиндрического компрессионного поршневого кольца.

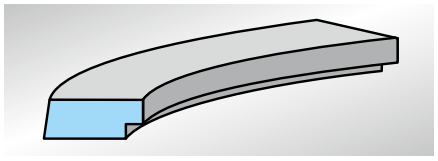
Положение фаски и, соотв., внутреннего угла на нижней кромке вызывает здесь отрицательное скручивание колец (смотри главу 1.6.9 Скручивание колец).

Вследствие того, что давление газа оказывает влияние на кольцо также и спереди (давление газа может проникать в щель между стенкой цилиндра и рабочей поверхностью поршневого кольца), усиление давления газа несколько уменьшается. Во время приработки кольца давление прижима немного уменьшено, и сама приработка происходит с меньшим износом (рис. 2).

Наряду с функцией в качестве компрессионных поршневых колец, конические компрессионные поршневые кольца обладают также хорошими маслосъёмными свойствами. Это происходит из-за смещённой назад верхней кромки кольца. При движении вверх от нижней к верхней мёртвой точке кольцо скользит по масляной плёнке. Благодаря гидродинамическим силам (образование так называемого масляного клина) кольцо немного отделяется от поверхности цилиндра. При движении в противоположном направлении кромка кольца проникает глубже в масляную плёнку и, таким образом, отбрасывает масло, прежде всего, к кривошипной камере. У двигателей внутреннего сгорания конические компрессионные поршневые кольца вставляются также и в первую кольцевую канавку.

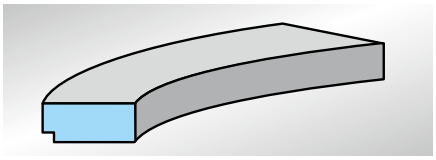


Коническое компрессионное поршневое кольцо с нижней внутренней фаской



Коническое компрессионное поршневое кольцо с нижним внутренним углом

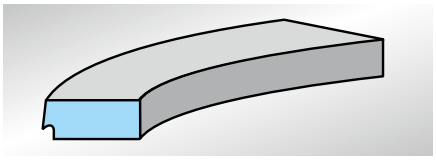
Скребковые компрессионные поршневые кольца



Скребковое компрессионное поршневое кольцо

У скребкового компрессионного поршневого кольца нижняя кромка поверхности кольца снабжена прямоугольной или затылованной выемкой, которая кроме герметизации от газов обладает также и функцией удаления масляной плёнки. Выемка имеет определённый объём, в котором может собираться снятое масло, прежде чем оно сбежит обратно в масляный поддон.

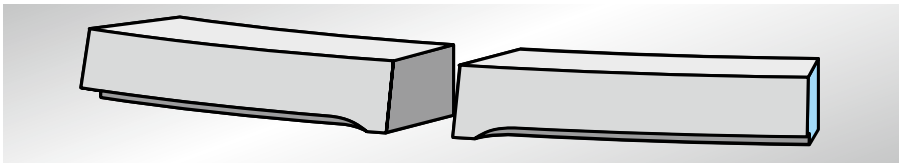
У многих вариантов двигателя скребковое компрессионное поршневое кольцо использовалось раньше в качестве второго компрессионного поршневого кольца. На сегодняшний день вместо скребковых компрессионных поршневых колец используются преимущественно конические скребковые компрессионные поршневые кольца. Скребковые компрессионные поршневые кольца используются также для поршня компрессора в тормозных системах с пневматическим приводом. Там, главным образом, как первое компрессионное поршневое кольцо.



Коническое скребковое компрессионное поршневое кольцо

Коническое скребковое компрессионное поршневое кольцо – это усовершенствованная модель скребкового компрессионного поршневого кольца.

Благодаря конической форме поверхности усиливается эффект снятия масла. У поршневых компрессоров коническое скребковое компрессионное поршневое кольцо вставляется не только во вторую, но также и в первую кольцевую канавку.



Коническое скребковое компрессионное поршневое кольцо с закрытым стыком

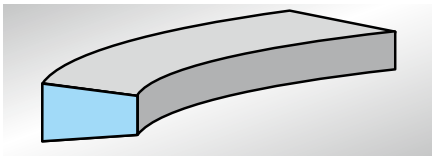
Для улучшения герметизации от газов выступ заканчивается не у самого стыка, а уже раньше. Таким образом, по сравнению с обыкновенным коническим скребковым компрессионным поршневым кольцом можно достичь уменьшения просачивания газов из камеры сгорания в картер двигателя (смотри также 1.6.5 Тепловой зазор).

Поршневые кольца с поперечным сечением в форме трапеции

Трапециевидные или полутрапециевидные компрессионные поршневые кольца используются для того, чтобы препятствовать нагарообразованию и, вместе с тем, заклиниванию колец в кольцевых канавках. Особенно тогда, когда очень высокая температура появляется также и в кольцевой канавке, опасность состоит в том, что имеющееся в этой кольцевой канавке моторное масло под воздействием температуры образует нагар. У дизельных двигателей помимо возможного нагарообразования появляется также сажа. Она тоже приводит к отложениям в кольцевом пазе. Если бы поршневые кольца из-за этих отложений застряли, то горячие газообразные продукты сгорания беспрепятственно проходили бы между поршнем и стенкой цилиндра, при этом перегревая поршень. Результатом были бы расплавление головки поршня и сильные повреждения самого поршня. Из-за высоких температур и образования сажи трапециевидное компрессионное поршневое кольцо используется чаще всего для дизельных двигателей и вставляется в самую верхнюю, а иногда и во вторую кольцевую канавку.

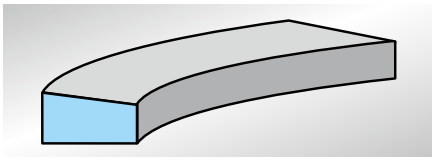
Внимание

Трапециевидные или полутрапециевидные компрессионные поршневые кольца не могут вставляться в обыкновенные канавки прямоугольного сечения. При использовании поршневых колец с поперечным сечением в форме трапеции также и кольцевые канавки в поршне всегда должны иметь соответствующую форму.



Трапециевидное компрессионное поршневое кольцо

У трапециевидных компрессионных поршневых колец обе боковые поверхности кольца не лежат параллельно, а стоят друг против друга в виде трапеции. Угол составляет, как правило, 6°, 15° или 20°.



Полутрапециевидное компрессионное поршневое кольцо

У полутрапециевидных компрессионных поршневых колец нижняя боковая поверхность не имеет никакого угла, а с рабочей поверхностью кольца она образует прямой угол.

Функция очистки

Благодаря трапециевидной форме компрессионных поршневых колец и их движению в кольцевой канавке из-за перекоса поршня (смотри главу 1.6.11 Движение поршневых колец) образования нагара растираются механическим путём.

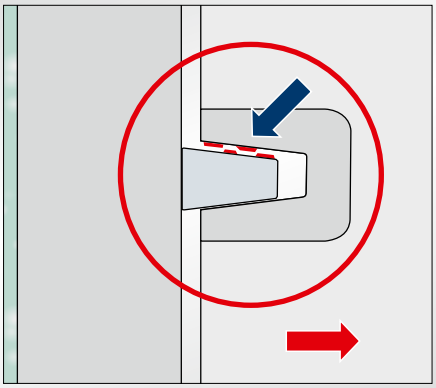


Рис. 1

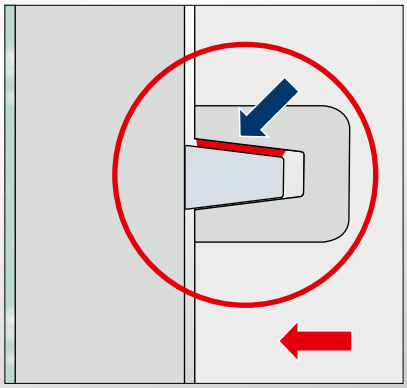


Рис. 2

1.3.2 Маслосъёмные поршневые кольца

Рис. 1

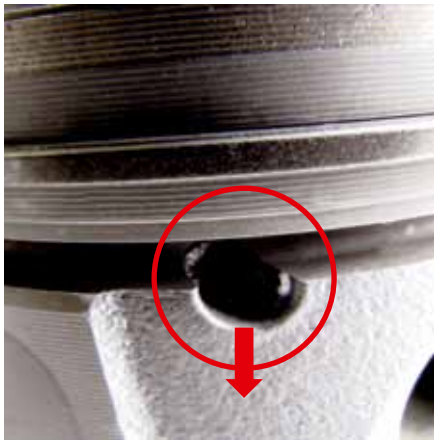


Рис. 2

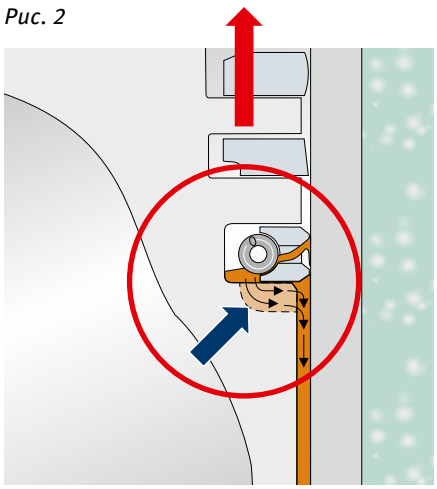


Рис. 3

Функция:
Маслосъёмные поршневые кольца были сконструированы только для того, чтобы распределять масло на стенке цилиндра и снимать его излишки. Для улучшения уплотняющей и маслосъёмной функции маслосъёмные кольца имеют обычно два рабочих пояска. Каждый из этих поясков снимает лишнее масло со стенки цилиндра. Таким образом, как на нижней кромке маслосъёмного поршневого кольца, так и между поясками появляется определённое количество масла, которое должно быть устранено из области кольца. При перекосе поршня в пределах внутреннего отверстия цилиндра, уплотнение функционирует тем лучше, чем ближе друг к другу находятся оба кольцевых рабочих пояска.

Прежде всего то масло, которое снимается с верхнего маслосъёмного пояска и появляется между кольцевыми рабочими поясками, должно быть устранено из этой области, так как иначе оно попадёт за пределы маслосъёмного поршневого кольца и тогда должно будет устранено вторым компрессионным поршневым кольцом. С этой целью маслосъёмные поршневые кольца, неразъёмные или состоящие из двух частей, имеют либо продолговатые прорези, либо отверстия между кольцевыми рабочими поясками. Через эти отверстия в самом кольце снятое с верхнего рабочего пояска масло выводится на его обратную сторону.

Теперь дальнейший отвод снятого масла может происходить различными способами. Одним из методов является доставка масла через отверстия в маслосъёмной канавке на внутреннюю сторону поршня, чтобы оно могло оттуда капать в масляный поддон (рис. 1). При так называемых прорезях в оболочке «Coverslots» (рис. 2 и рис. 3) снятое масло доставляется через выемку вокруг бобышки на внешнюю сторону поршня. Комбинация обеих конструкций также находит своё применение.

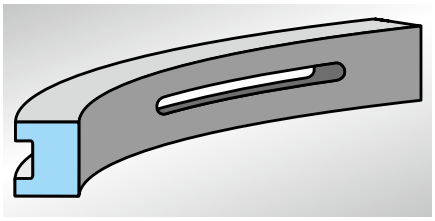
Для отвода снятого масла оказались пригодными обе конструкции. В зависимости от формы поршня, способа сгорания или цели применения используется как одно, так и другое исполнение кольца. Теоретически нельзя отдать предпочтение одной из этих конструкций. Решение, какой метод подходит лучше для определенного поршня, устанавливается, поэтому, в процессе различных проверок на практике.

Важное указание:
У двухтактных двигателей смазывание поршня осуществляется топливной смесью. Поэтому из-за конструкции можно отказаться от использования маслосъёмного поршневого кольца.

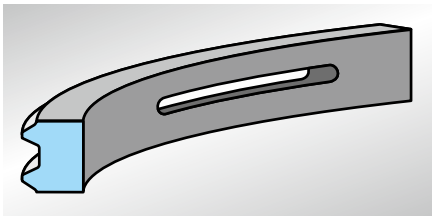
Типы конструкции:
Неразъёмные маслосъёмные поршневые кольца

Неразъёмные маслосъёмные поршневые кольца больше не используются в современном моторостроении. Они получают свою упругость только из поперечного сечения поршневого кольца. Поэтому эти кольца относительно жёстки и не могут хорошо прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру и, вместе с тем, не обладают такими хорошими уплотняющими свойствами как маслосъёмные поршневые кольца, состоящие из отдельных частей. Неразъёмные маслосъёмные поршневые кольца производятся из серого чугуна.

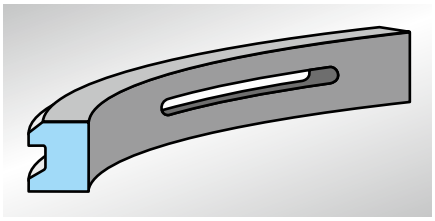
Рис. 4



Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо с прорезями
Самая простая конструкция с маслосъёмными рабочими поясками прямоугольного сечения и с прорезями для отвода масла.



Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо со сходящимися фасками
По сравнению с маслосъёмным коробчатым поршневым кольцом с прорезями, кромки рабочих поясков имеют фаски. Это сделано для того, чтобы достичь улучшенного давления на поверхность.



Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо с параллельными фасками
У этого кольца рабочие пояски имеют фаску только со стороны камеры сгорания. Вследствие этого, при движении поршня вниз снятие масла со стенок цилиндра более эффективно.

Маслосъёмные поршневые кольца, состоящие из двух частей (конструкции со спиральным витым пружинным расширителем)

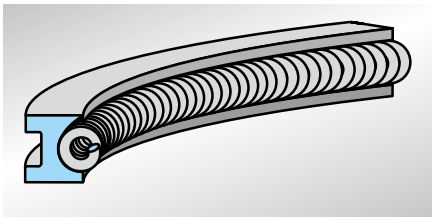
Рис. 1

Маслосъёмные поршневые кольца, состоящие из двух частей, состоят из самого кольца и за ним находящейся спиральной пружины. Само кольцо имеет по сравнению с неразъёмным маслосъёмным поршневым кольцом значительно меньшее поперечное сечение. Вследствие этого, эти кольца обладают относительной гибкостью и могут очень хорошо прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру. Канавка для витого пружинного расширителя во внутренней стороне самого кольца либо полукруглая, либо V-образная.

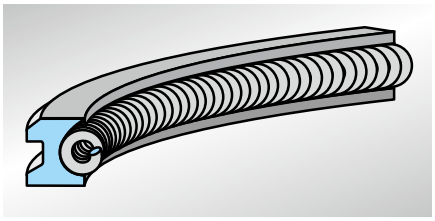
Само напряжение происходит от спиральной нажимной пружины из теплостойкой пружинной стали. Она лежит за кольцом и прижимает его к стенке цилиндра. При эксплуатации пружины плотно прилегают к обратной стороне самого кольца и вместе образуют одно целое. Хотя пружина в кольце не прокручивается, весь кольцевой блок, как и другие кольца тоже, свободно вращается в кольцевой канавке. Распределение радиального давления у маслосъёмных поршневых колец, состоящих из двух частей, всегда симметрично, так как давление прижима равномерно распределено по всему объёму спиральной пружины (смотри также главу 1.6.2 Распределение радиального давления).

Для увеличения срока службы наружные диаметры пружин шлифуются, наматываются более плотно на замке поршневого кольца или на них натягивается тефлоновый шланг. Благодаря принятию этих мер уменьшается износ от трения между кольцом и спиральной пружиной.
Кольца из двух частей сделаны либо из серого чугуна, либо из стали.

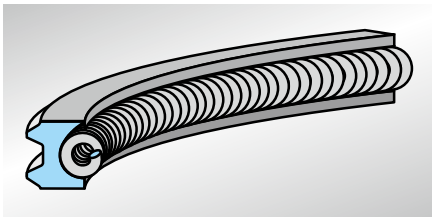
Важное указание:
Зазор в замке ненапряжённого поршневого кольца , т.е., расстояние стыковых концов кольца в демонтированном состоянии без за ним находящейся пружины-расширителя, у составных маслосъёмных поршневых колец, состоящих из нескольких частей, незначителен. Особенно у стальных колец этот зазор может быть почти равен нулю. Это не является недостатком или причиной для рекламации.



Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо с прорезями и со спиральным витым пружинным расширителем
Самый простой тип конструкции с более лучшим уплотнением чем у неразъёмного маслосъёмного поршневого коробчатого кольца с прорезями.

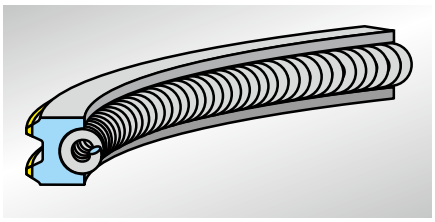


Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо с параллельными фасками и с витым пружинным расширителем
Такая же форма поверхности как у маслосъёмного коробчатого поршневого кольца с параллельными фасками, однако, с более лучшим уплотнением.

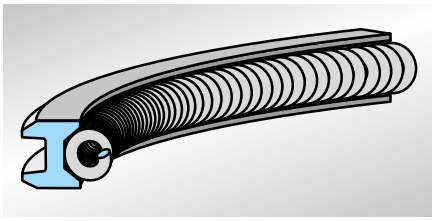


Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо со сходящимися фасками и с витым пружинным расширителем
Такая же форма поверхности как у маслосъёмного коробчатого поршневого кольца со сходящимися фасками, с более лучшим уплотнением.

Речь идёт о самом распространённом маслосъёмном поршневом кольце. Оно может быть встроено в каждую модель двигателя.



Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо со сходящимися фасками, с витым пружинным расширителем и с хромированными рабочими поясками
Такие же свойства как и у маслосъёмного коробчатого поршневого кольца со сходящимися фасками и с витым пружинным расширителем, однако, с повышенной износостойкостью и, вместе с тем, с более долгим сроком службы. Поэтому это кольцо подходит особенно для дизельных двигателей.



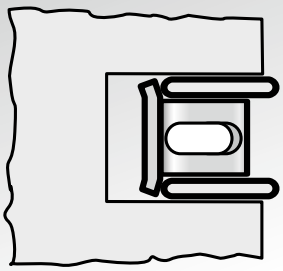
Маслосъёмное коробчатое поршневое кольцо со сходящимися фасками и с витым пружинным расширителем из азотированной стали
Это кольцо наматывается из ленты профильной стали и покрывается со всех сторон защитным слоем. Оно очень гибкое и ломается реже, чем вышеназванные кольца из серого чугуна. Отвод масла между планками происходит через вырубленные круглые отверстия. Этот вид маслосъёмного поршневого кольца находит применение главным образом в дизельных двигателях.

Состоящие из трёх частей маслосъёмные поршневые кольца

Маслосъёмные поршневые кольца из трёх частей состоят из двух тонких стальных пластинок, которые прижимаются к стенке цилиндра с помощью распорной пружины, и пружины-расширителя. Маслосъёмные поршневые кольца со стальными пластинками существуют либо с хромированными рабочими поверхностями, либо с азотированным покрытием. Последние служат для улучшения износостойкости не только на рабочей поверхности, но и между пружиной-расширителем и пластинками (вторичный износ). Состоящие из трёх частей маслосъёмные поршневые кольца обладают способностью очень хорошо прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру. В основном эти кольца используются в бензиновых двигателях легковых автомобилей.

Рис. 1

Ситуация при монтаже



Различные модели пружины-расширителя

Рис. 2

Рис. 4

Рис. 3

Рис. 5

1.3.3
Типичная оснастка поршня кольцами

Высокие требования, которые предъявляются к поршневым кольцам, не могут быть выполнены только одним поршневым кольцом. Это можно осуществить только с помощью комбинации нескольких поршневых колец различных конструкций. В современном автомобильном моторостроении оправдало себя сочетание компрессионного поршневого кольца, комбинированного компрессионного и маслосъёмного поршневого кольца и просто маслосъёмного поршневого кольца (рис. 6). На сегодняшний день поршни с более чем 3-мя кольцами встречаются относительно редко. Больше двух компрессионных поршневых колец не улучшают качество герметизации и лишь повышают потери на трение.

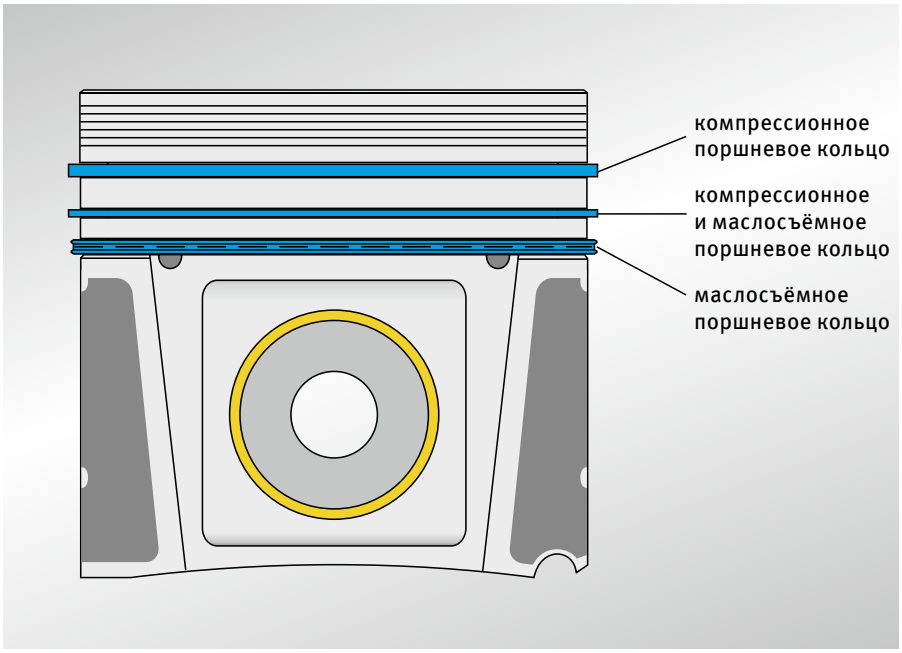


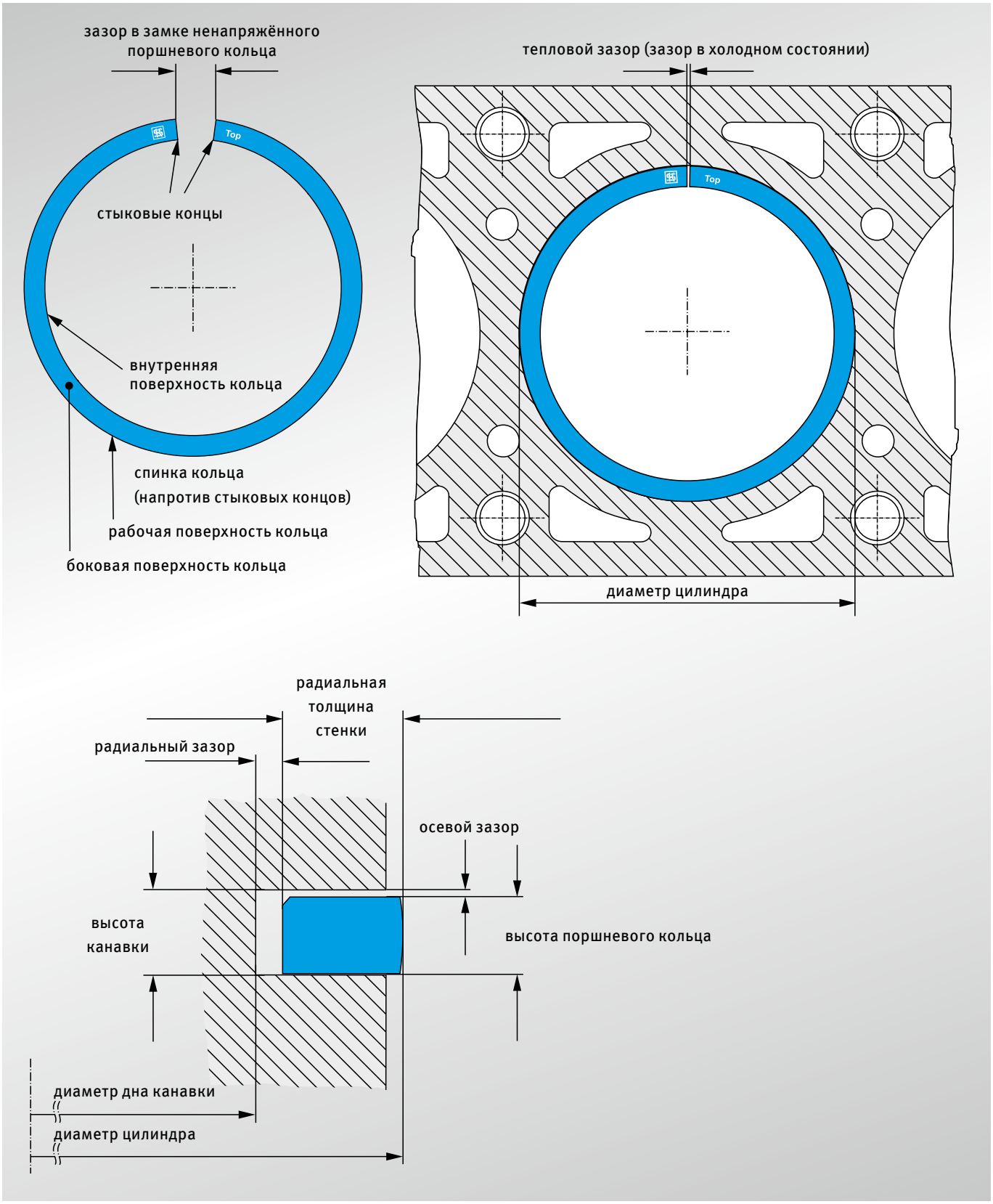
Рис. 6

1.3.4
«Лучшее» поршневое кольцо

Не существует ни лучшего поршневого кольца, ни лучшей оснастки поршня кольцами. Каждое поршневое кольцо – это „специалист“ в своей области. Каждая конструкция кольца и подбор колец являются в конечном счёте компромиссом абсолютно разных и частично противоположных запросов. Уже изменение только одного поршневого кольца может расстроить работу всего набора колец. Окончательный подбор поршневых колец для двигателя новой конструкции устанавливается принципиально не только после обширных тестовых прогонов на испытательном стенде, но и при нормальных условиях эксплуатации. Следующая таблица не претендует на полноту, однако, показывает, как различные свойства колец отражаются на их функциях.

	Трение	Притирка	Срок службы
Высокая упругость кольца	●	●	●
Низкая упругость кольца	●	○	●
Износостойкий материал		●	●
Более мягкий материал		●	●
Малая высота кольца	●	○	●
Большая высота кольца	●	●	●

● благоприятное действие – положительно ○ среднее действие – нейтрально
● неблагоприятное действие – отрицательно


зазор в замке ненапряжённого поршневого кольца
Top
стыковые концы
внутренняя поверхность кольца
спинка кольца (напротив стыковых концов)
рабочая поверхность кольца
боковая поверхность кольца
тепловой зазор (зазор в холодном состоянии)
Top
диаметр цилиндра
радиальная толщина стенки
радиальный зазор
осевой зазор
высота канавки
высота поршневого кольца
диаметр дна канавки
диаметр цилиндра

1.5.1

Материалы для изготовления поршневых колец

Материалы для изготовления поршневых колец выбираются по наличию у них антифрикционных свойств и по условиям, при которых должны работать поршневые кольца. Хорошая эластичность и коррозионная стойкость важны точно так же, как и высокая сопротивляемость по отношению к повреждениям при экстремальных условиях эксплуатации. Серый чугун является на сегодняшний день ещё основным материалом, из которого изготавливаются поршневые кольца. С трибологической точки зрения серый чугун, с содержащимся в его структуре прослойками графита, обладает отличными антифрикционными свойствами (сухое смазывание графитом).
Они важны особенно тогда, когда смазывание больше не обеспечивается моторным маслом или маслянистая плёнка уже разрушена. Кроме того, графитовые жилки в структуре кольца являются своеобразным масляным резервуаром и при неблагоприятных условиях эксплуатации мешают разрушению маслянистой плёнки.

В качестве разновидностей серого чугуна используются следующие материалы:

- Чугун с пластинчатой структурой графита (чугун с пластинчатым графитом), обогащённый и необогащённый.
- Чугун с глобулярной структурой графита (чугун с шаровидным графитом), обогащённый и необогащённый.

Процесс литья поршневых колец

В качестве стальных материалов используются хромистая сталь с мартенситной микроструктурой и пружинная сталь. Для повышения износостойкости поверхности колец подвергаются закалке. Это происходит, как правило, с помощью нитрирования*.

* Нитрирование обозначается на языке специалистов также, как азотирование (подача азота) и представляет собой метод для закалки стали. Нитрирование проводится, как правило, при температуре от 500 до 520 °C. Время обработки – от 1 до 100 ч. На поверхности детали благодаря прямой диффузии азота образуется очень твёрдый поверхностный слой межсоединений из нитрида железа. В зависимости от времени обработки он может достигать толщины в 10 – 30 мкм. Распространёнными методами являются нитрирование в соляной ванне (например, коленчатых валов), газовое азотирование (поршневых колец) и нитрирование плазмой

1.5.2
Материалы для покрытия рабочей поверхности

На рабочие пояски или рабочие поверхности поршневых колец для улучшения трибологических* свойств можно наносить покрытие. При этом, прежде всего, на первом плане стоит повышение износостойкости и обеспечение смазывания и уплотнения в экстремальных условиях эксплуатации. Материал для покрытия должен гармонировать как с материалами, из которых изготовлены поршневое кольцо и стенка цилиндра, так и со смазкой. Использование покрытия рабочей поверхности у поршневых колец нашло широкое распространение. Часто кольца двигателей серийного производства имеют покрытие из хрома, молибдена и феррооксида.

Но используются также и кольца с CKS (слоями хрома – керамики) или с покрытием, нанесённым методом физического отделения из парообразной фазы (PVD = Physical Vapour Deposition). Нитрид титана (TiN) и азотистый хром (CrN) используются при более мелких сериях производства (прежде всего, у гоночных двигателей).

* Трибология (греч.: учение о трении) включает в себя исследования и технологию действующих изменений поверхностей, движущихся относительно друг друга. Эта наука занимается описанием трения, износа и смазывания.

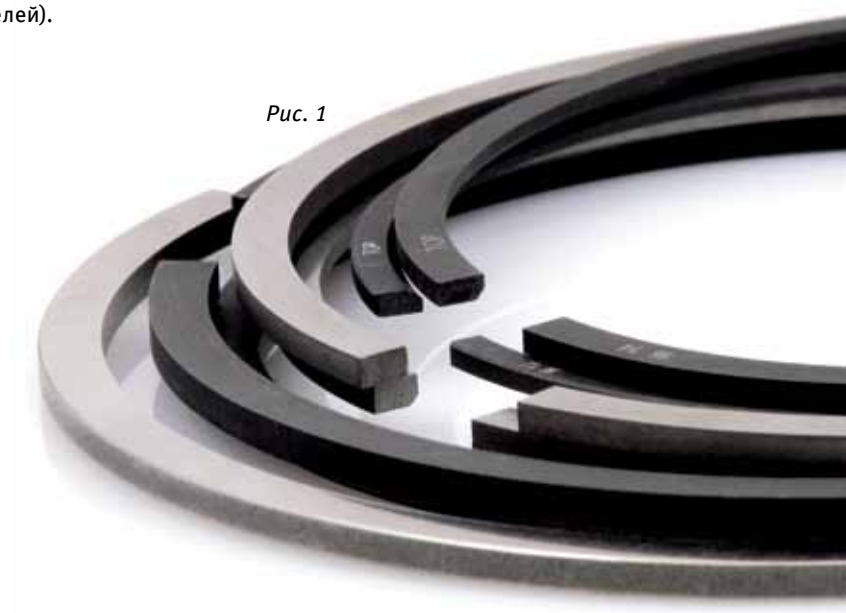


Рис. 1

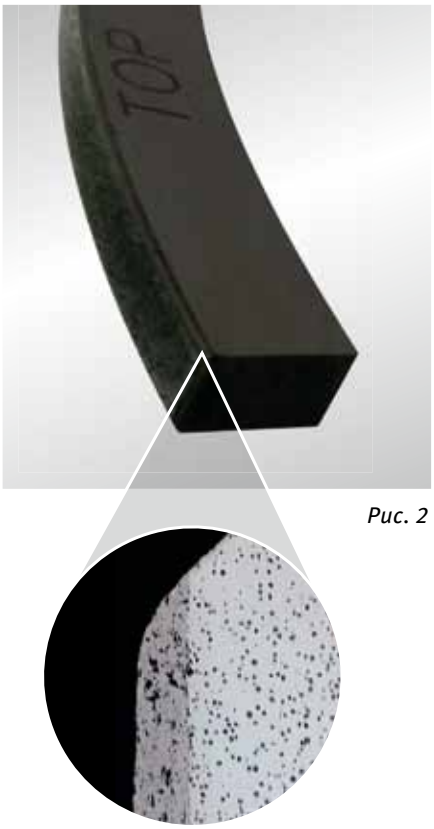


Рис. 2

Молибденирование
Во избежание следов пригара рабочая поверхность компрессионных колец (только не маслосъёмных колец) может быть наполнена молибденом или по всей поверхности им покрываться. Это может происходить как в процессе газопламенного, так и в процессе плазменного напыления. Молибден гарантирует из-за его высокой точки плавления (2620 °C) более высокую термостойкость. Кроме того, благодаря этому методу нанесения покрытия, можно получить пористую структуру материала. В возникающих из-за этого микропустотах на рабочей поверхности колец (рис. 2) может собираться моторное масло, которое гарантирует, что даже при экстремальных условиях эксплуатации ещё имеется достаточно смазки для рабочей поверхности кольца.

Свойства:
- Высокая термостойкость.
- Хорошие антифрикционные свойства.
- Более мягкий чем хром.
- Менее износостойкий чем хромовые кольца (более восприимчив к загрязнениям).
- Более восприимчив к вибрации поршневых колец (вследствие этого выбросы молибдена при экстремальных нагрузках, таких, как, напр., детонационное сгорание и др. сбои процесса сгорания).

Хромирование
Хромовое покрытие может наноситься как гальваническим методом, так и методом плазменного напыления.
У маслосъёмных поршневых колец применяется гальваническое нанесение покрытия.

Свойства:
- Большой срок службы (износостойкость).
- Твёрдая, нечувствительная поверхность.
- Меньший износ цилиндров (примерно 50 % по сравнению с кольцами без покрытия).
- Хорошая сопротивляемость по отношению к следам пригара.
- Антифрикционные свойства хуже чем при молибденировании.
- По причине хорошей износостойкости необходимо больше времени для приработки, чем у неармированных, маслосъёмных со стальными пластинками или U-образных пружинных маслосъёмных поршневых колец.

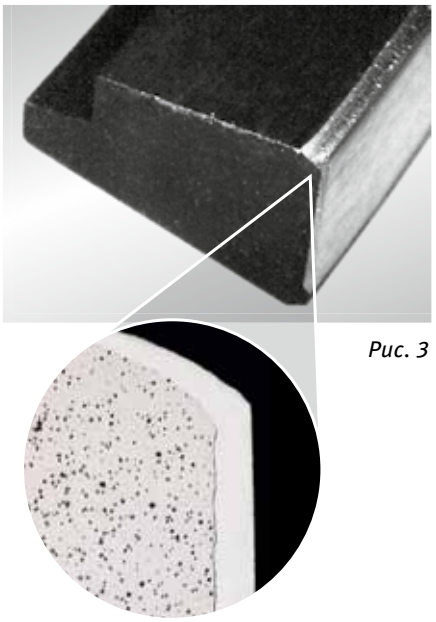


Рис. 3

1.5.3
Виды покрытия рабочей поверхности кольца

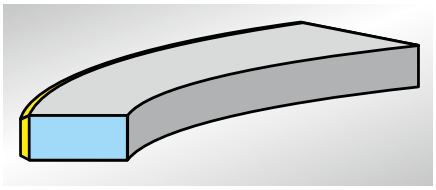


Рис. 4 – Полностью с покрытием

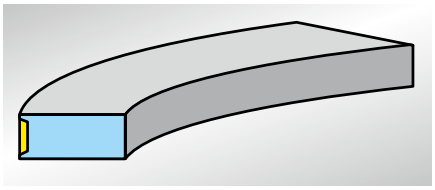


Рис. 5 – Со вставкой с нанёсенным покрытием в рабочей поверхности кольца

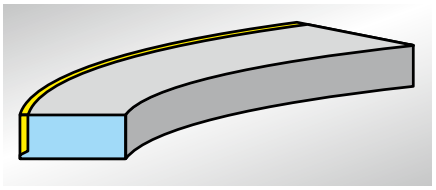


Рис. 6 – С неполной наружной оболочкой с одной стороны

1.5.4
Отслаивание покрытия

Время от времени происходит отслаивание напылённого молибденом и феррооксидом покрытия рабочей поверхности. Причиной этому являются в основном ошибки при монтаже поршневых колец (слишком сильное растягивание при надевании на поршень и натягивание колец, как показано на рисунке 1). При неправильном надевании колец на поршень покрытие разламывается только на спинке кольца (рис. 2). Если нанёсеное покрытие на стыковых концах отслаивается (рис. 3), то это указывает на вибрацию поршневого кольца из-за сбоя процесса сгорания (напр., детонационное сгорание).

Рис. 1

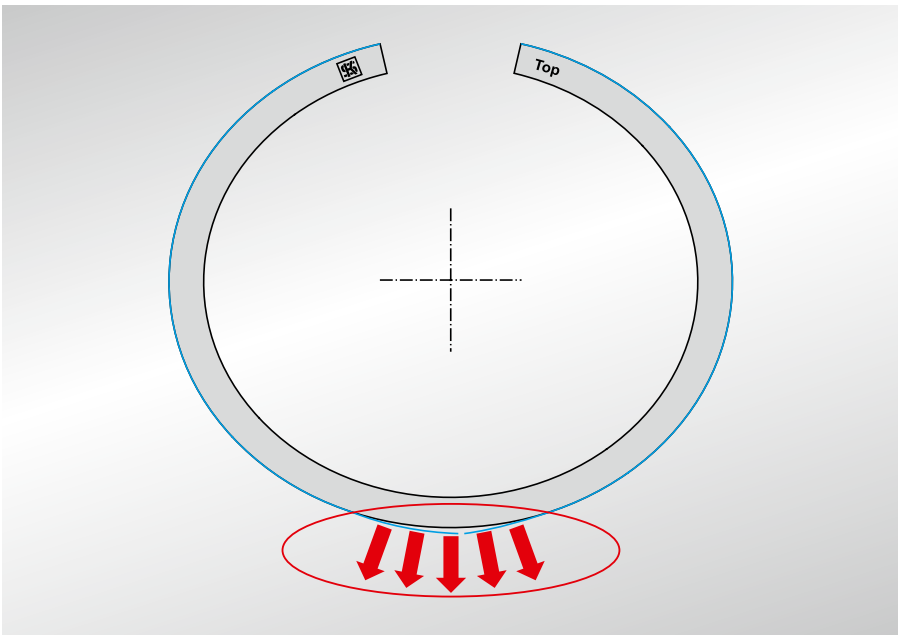


Рис. 2

Рис. 3

1.5.5

Обработка рабочей поверхности (обтачивание, притирка, шлифование)

Рабочие поверхности поршневых колец из чугуна, как правило, подвергаются только тонкой обточке. Из-за небольшого времени приработки неармированных колец отказываются от обработки рабочей поверхности шлифованием или притиркой. Рабочие поверхности с нанесённым покрытием или подверженные закалке либо только шлифуются, либо притираются. Причина этого состоит в том, что благодаря хорошей износостойкости это длилось бы очень долго до тех пор, пока кольца приняли бы круглую форму и стали бы хорошо уплотнять. Результатом были бы потеря мощности и высокий расход масла.

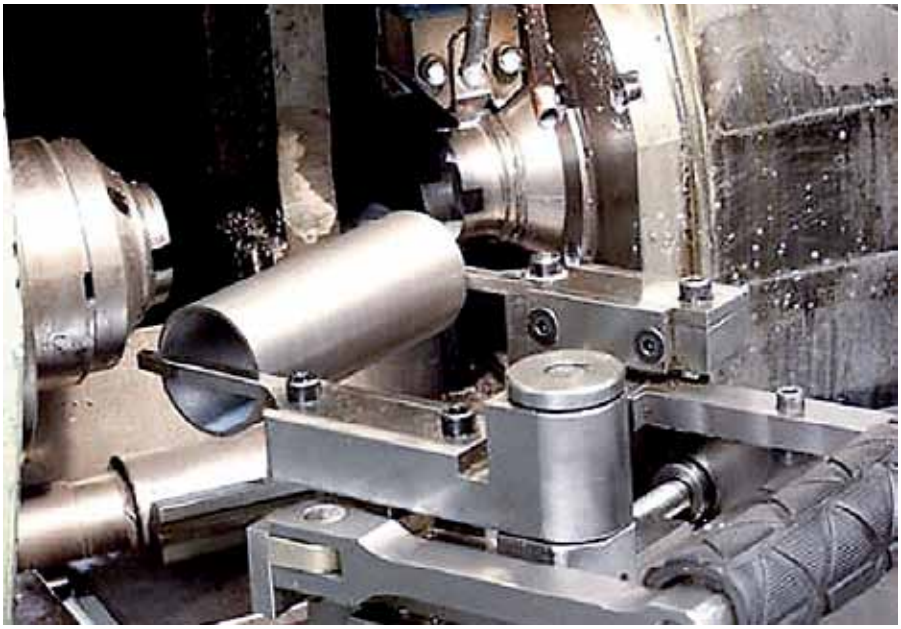


Рис. 4

1.5.6

Выпуклая форма рабочей поверхности

Следующая причина для использования процесса шлифования или притирки – это форма рабочей поверхности. Поршневые кольца прямоугольного сечения из-за движения вверх и вниз, а также из-за движения кольца в кольцевой канавке (скручивание кольца) принимают по прошествии некоторого времени на рабочей поверхности выпуклую форму (рис. 5 и 6). Это положительно отражается на образовании маслянистой плёнки и сроке службы колец.

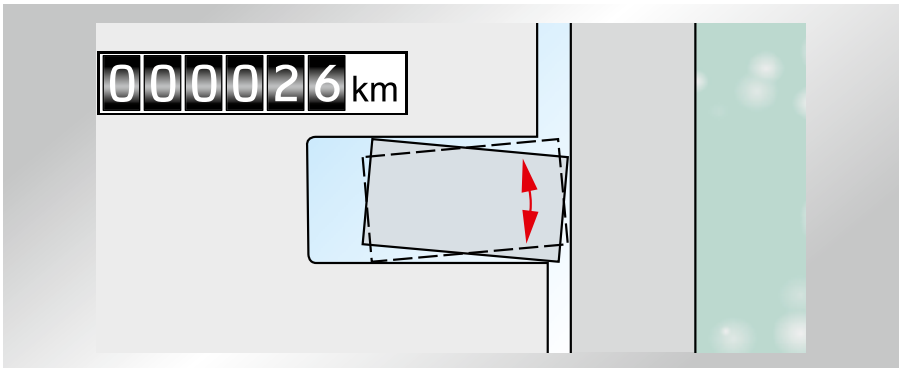


Рис. 5

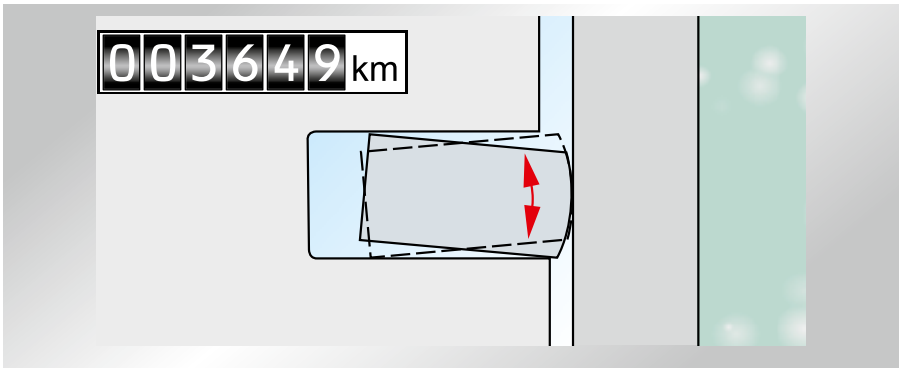


Рис. 6

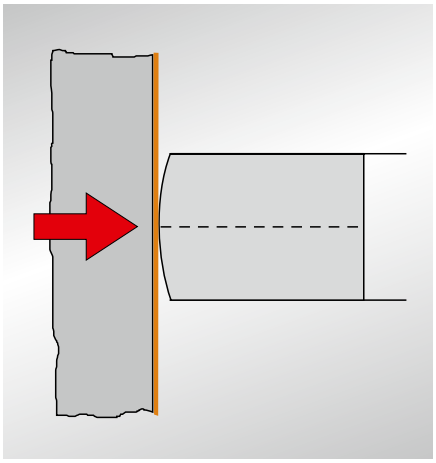


Рис. 1 – Симметричная выпуклость

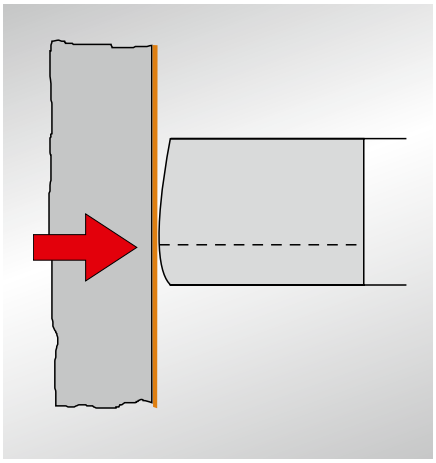


Рис. 2 – Асимметричная выпуклость

Уже при производстве колец с нанесённым покрытием им придают несколько выпуклую форму. Вследствие этого они не должны получать определённую форму при приработке, а уже с самого начала имеют желаемую форму и уже предварительно приработанную рабочую поверхность. Благодаря этому нет не только повышеного износа от приработки, но и вместе с ним связанного расхода масла. Из-за точечного контакта рабочей поверхности кольца появляется более высокое специфическое давление прижима на стенку цилиндра и, вместе с этим, более хорошая герметизация от газа и масла. Также уменьшается опасность кромочного контакта, исходящая от ещё острых кромок кольца. У кольца из хрома есть и без того всегда перелом кромки для того, чтобы предотвратить продавливание масляной плёнки при приработке. Очень твёрдый хромовый слой при не очень удачной конструкции мог бы привести к значительному износу и к повреждению более мягкой стенки цилиндра.

Симметричные, выпуклые рабочие поверхности кольца (рис. 1), независимо от того, являются ли они результатом приработки или уже производства, обладают очень хорошими антифрикционными свойствами и создают определенную толщину маслянистой плёнки. При симметричной выпуклости толщина маслянистой плёнки при движении поршня вниз и вверх везде одинаковая. Силы, действующие на кольцо и позволяющие ему всплывать на масляной плёнке, в обоих направлениях равны.

Если выпуклость – уже результат производства кольца, то для лучшего контроля расхода масла существует возможность создать асимметричную выпуклость. Высшая точка выпуклости находится тогда не в середине рабочей поверхности, а немного ниже (рис. 2).

При движении кольца вверх оно хорошо скользит по масляной плёнке в направлении верхней мёртвой точки, так как образование масляного клина, благодаря бóльшей действующей площади над вершиной выпуклости кольца больше, чем под ней (рис. 3). Скорее всего, кольцо выдавливается масляной плёнкой, а не наоборот. Это означает, что толщина маслянистой плёнки при движении вверх сильно не уменьшается. При движении кольца вниз (рис. 4), из-за меньшей действующей площади под вершиной его выпуклости оно не может так сильно планировать на масляной плёнке. Большее количество масла снимается и транспортируется обратно в кривошипную камеру. Вследствие этого, асимметрично выпуклые кольца служат также и для контроля расхода масла, особенно при неблагоприятных условиях эксплуатации в дизельных двигателях. Это случается, например, после более длительных фаз холостого хода, следующих за периодами полной нагрузки, при которой часто происходит выброс масла в выпускную систему и появляется голубой дым при повторном газовании.

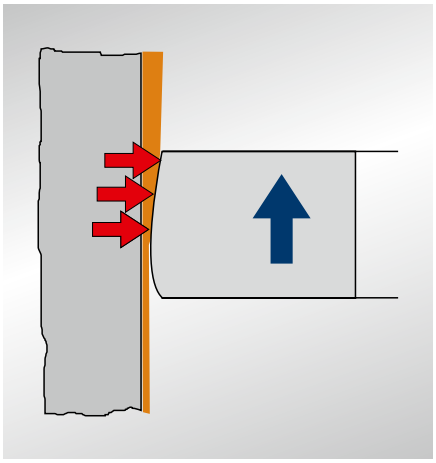


Рис. 3

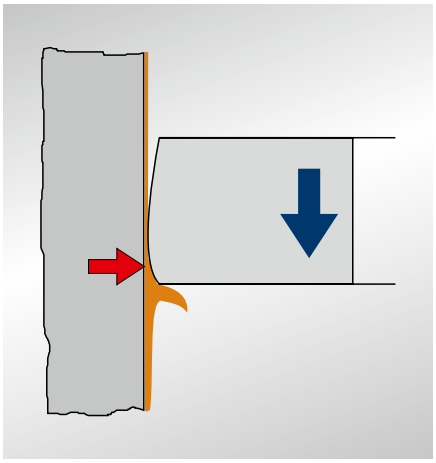


Рис. 4

1.5.7 Обработка поверхности

В зависимости от конструкции поверхности поршневых колец могут быть либо без покрытия, либо фосфатированными, либо покрытыми медью. Это влияет лишь на антикоррозионные свойства колец. Кольца без покрытия, хоть они прекрасно и блестят пока новые, они, однако, совсем незащищены от появления ржавчины. Фосфатированные кольца имеют матово-чёрную поверхность и защищены слоем фосфата от появления ржавчины.

Покрытые медью кольца также хорошо защищены от ржавчины и имеют лёгкую защиту от образования следов пригара, образующегося во время приработки. Медь обладает определённым эффектом сухой смазки и, вследствие этого, минимально выраженными антифрикционными свойствами при приработке.

На работу колец обработка поверхности, тем не менее, не влияет. Таким образом, качество поршневого кольца не зависит от его цвета.

1.6.1 Тангенциальное напряжение

Поршневые кольца в разжатом состоянии имеют больший диаметр, чем когда они уже установлены. Это нужно для того, чтобы в установленном состоянии создать необходимое всестороннее прижимное усилие во внутреннем диаметре цилиндра.

Измерить давление прижима во внутреннем диаметре цилиндра на практике трудно. Поэтому диаметральная сила, которая прижимает кольцо к стенке цилиндра, высчитывается с помощью формулы из тангенциальной силы. Тангенциальная сила – это сила, которая необходима, чтобы стянуть стыковые концы на стыковой зазор (рис. 1). Тангенциальную силу измеряют при помощи гибкой стальной ленты, которая располагается вокруг кольца. Этот стальной обод стягивается тогда до тех пор, пока стыковой зазор поршневого кольца не достигает предписанного значения. Сила может затем считываться с динамометра. Измерение маслосъёмных поршневых колец происходит только с вложенной пружиной-расширителем. Чтобы обеспечить точность измерения, измерительная установка подвергается вибрации. Это делается для того, чтобы пружина – расширитель смогла за кольцом принять её естественную форму. Из-за их конструкции, у состоящих из трёх частей поршневых колец со стальными пластинками и с пружинным расширителем дополнительно необходима осевая фиксация колец, так как иначе стальные пластинки уходили бы в сторону, и измерение было бы невозможным. Рисунок 2 показывает схему измерения тангенциальной силы.

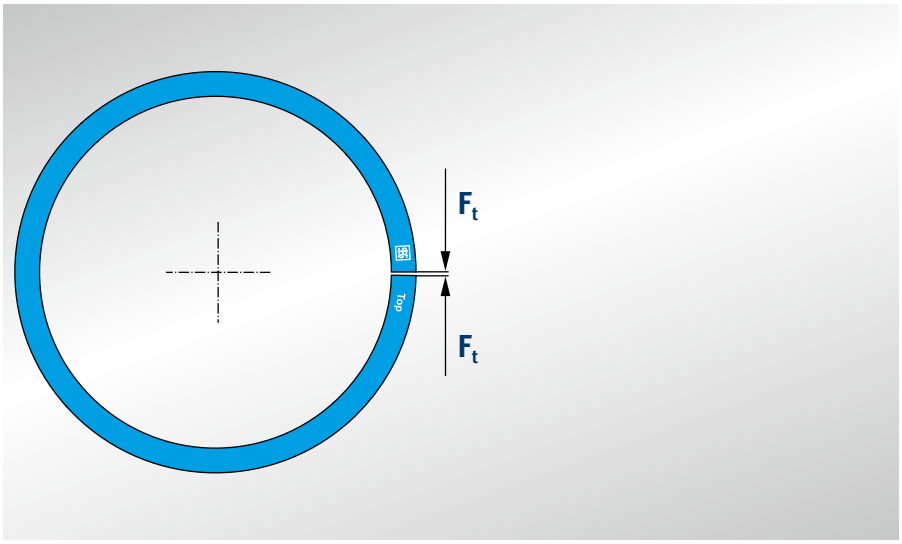


Рис. 1

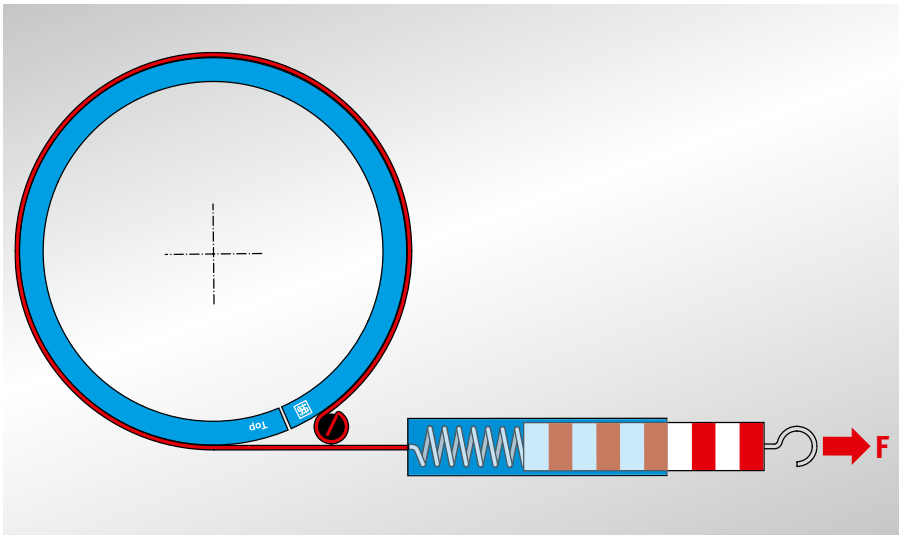


Рис. 2

Важное указание:
У поршневых колец из-за радиального износа, вызванного полусухим трением или более длительной эксплуатацией, происходит потеря тангенциального напряжения. Измерение напряжения имеет смысл только у новых колец с ещё полным поперечным сечением.

1.6.2
Распределение радиального давления

Радиальное давление зависит от эластичности материала, зазора в замке ненапряжённого поршневого кольца и, не в последнюю очередь, от поперечного сечения кольца. При распределении радиального давления имеются два вида основных различий. При этом, самым простым видом является симметричное распределение радиального давления (рис. 3). Оно встречается, прежде всего, у составных маслосъёмных колец, состоящих из гибкой упрочняющей вставки для кольца или из стальных пластинок с относительно низким начальным напряжением. Пружина-расширитель придавливает упрочняющую вставку и, соответственно, стальные пластинки, за которыми она лежит, к стенке цилиндра. Пружина-расширитель, которая в сжатом состоянии (монтаж) упирается в обратную сторону упрочняющей вставки или стальных пластинок, создает симметричное радиальное давление.

У компрессионных поршневых колец, предназначенных для четырёхтактных ДВС, отказались от симметричного распределения радиального давления. Вместо него используют грушевидное распределение (так называемое позитивно – овальное), чтобы при более высокой частоте вращения противодействовать вибрации стыкующих концов кольца (рис. 4). Вибрация кольца всегда начинается на стыковых концах и переходит дальше на весь его объём. Увеличение усилия прижима на стыковых концах противодействует этой вибрации, так как поршневые кольца в этой области сильнее прижимаются к стенке цилиндра и, вследствие этого, вибрация поршневого кольца уменьшается или совсем прекращается.

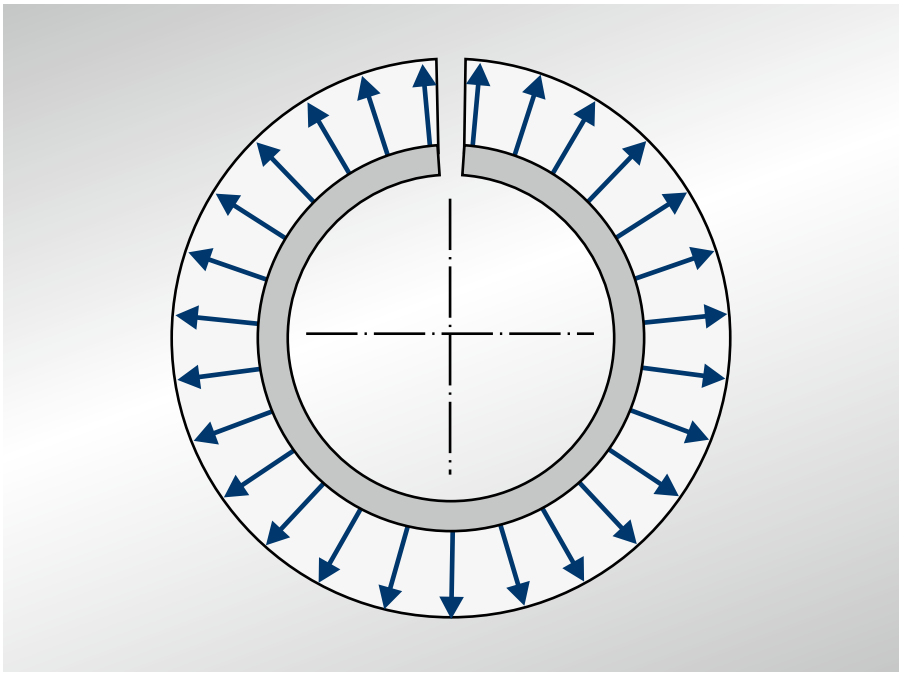


Рис. 3 – Симметричное распределение радиального давления

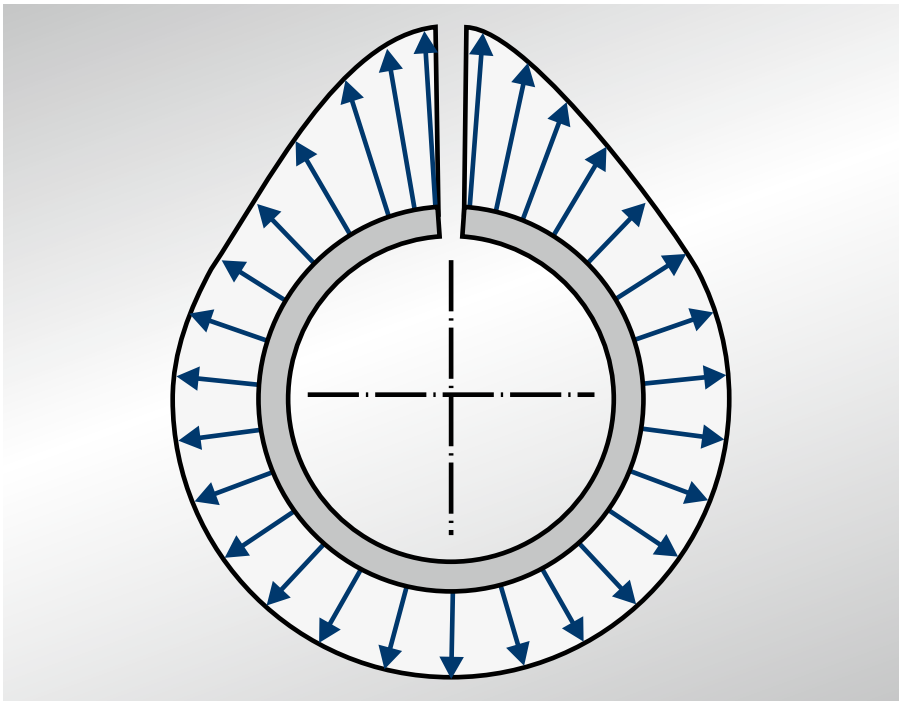


Рис. 4 – Позитивно – овальное распределение радиального давления

1.6.3

Усиление давления прижима давлением сгорания

Гораздо более важнее чем начальное напряжение поршневых колец – это усиление давления прижима давлением сгорания, которое действует на компрессионные поршневые кольца во время работы двигателя.

Около 90 % общего усилия прижима первого компрессионного кольца создаётся давлением сгорания во время рабочего такта. Давление рапределяется, как это показано на рисунке 1, за компрессионными кольцами и придавливает их ещё сильнее к стенке цилиндра. Увеличение усилия прижима оказывает влияние преимущественно на первое компрессионное кольцо, но продолжает действовать в ослабленной форме также на второе компрессионное кольцо.

Давление газа для второго поршневого кольца регулируется благодаря изменению стыкового зазора первого компрессионного кольца. Из-за немного большего стыкового зазора создаётся, например, большее давление сгорания на тыльной стороне второго компрессионного кольца, что также и здесь усиливает прижатие. При большем количестве компрессионных колец, начиная со второго компрессионного кольца, не происходит никакого увеличения давления прижима с помощью давления газа сгорания.

Маслосъёмные поршневые кольца работают на основе их начального напряжения. Из-за особенной формы колец давление газа не может действовать здесь в качестве усилителя прижима.

Кроме того, распределение силы в поршневом кольце зависит от формы рабочей поверхности поршневого кольца. У конических и у шлифованных компрессионных колец выпуклой формы давление газа попадает также в щель между рабочей поверхностью поршневого кольца и стенкой цилиндра и действует против давления газа, которое образуется за поршневым кольцом (смотри главу 1.3.1 Компрессионные поршневые кольца).

Осевое усилие прижима, которое оказывает действие на компрессионное поршневое кольцо в нижней боковой поверхности канавки, создаётся лишь давлением газа. Начальное напряжение колец вовсе не действует в осевом направлении.

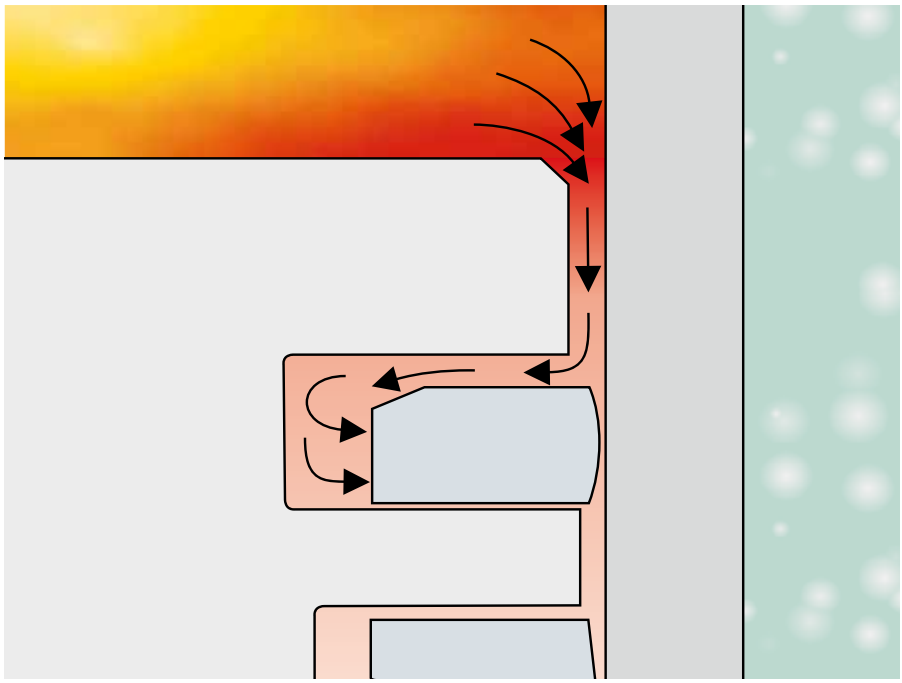


Рис. 1

Важное указание:
Во время холостого хода из-за худшего заполнения камер сгорания давления прижима колец давлением газа увеличивается, в принципе, не так сильно. Это особенно заметно у дизельных двигателей. Двигатели, которые долго работают на холостом ходу, имеют повышенный расход масла, так как маслосъёмная функция страдает при отсутствии поддержки давлением газа. Часто двигатели при газовании после длительной фазы холостого хода выбрасывают из выхлопа голубые облака масла, так как масло накопилось в камере сгорания и в выпускной системе и сжигается только при газовании.

1.6.4 Специфическое давление прижима

Специфическое давление прижима зависит от упругости кольца и поверхности прилегания кольца к стенке цилиндра (F × A). Чтобы удвоить специфическое усилие прижима, имеются две возможности: либо удваивают упругость кольца, либо делят пополам поверхность прилегания кольца в цилиндре. На рисунке видно, что результирующая сила (специфическое усилие прижима = сила × площадь), которая действует на стенку цилиндра, постоянно одна и та же, хотя упругость кольца удвоена или, соответственно, поделена пополам.

У более новых двигателей – тенденция к меньшей высоте кольца, так как нужно понизить внутреннее трение в двигателе. Однако, это можно осуществить только в том случае, если уменьшить эффективную поверхность соприкосновения кольца со стенкой цилиндра. При уменьшении высоты кольца вполовину, уменьшается также в два раза упругость поршневого кольца и, вместе с тем, трение.

Так как оставшаяся сила действует на более маленькую площадь, специфическое давление прижима на стенку цилиндра (сила × площадь) при половине площади и половине напряжения остаётся таким же, как при двойной площади и двойном напряжении.

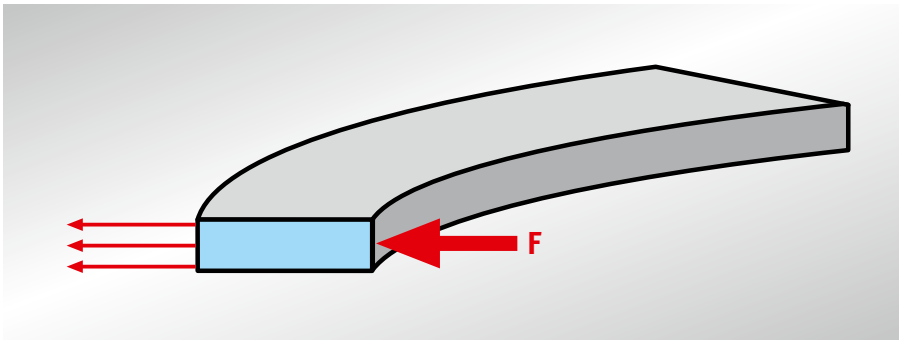


Рис. 2

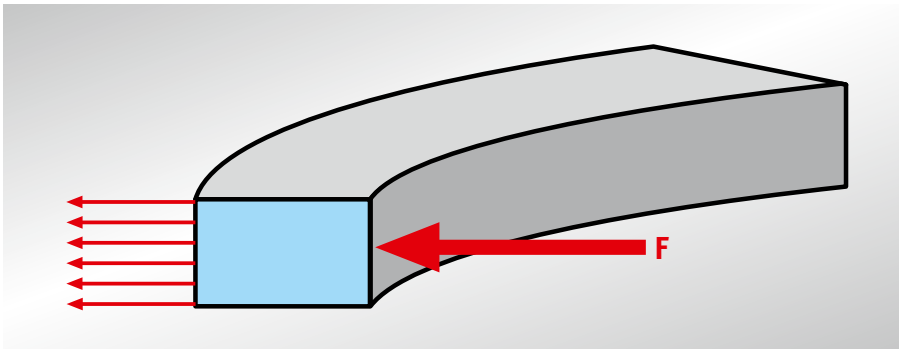


Рис. 3

Внимание

Одна только упругость кольца не может использоваться для оценки усилия прижима и уплотняющих качеств. Поэтому при сравнении поршневых колец также всегда необходимо обращать внимание на размер рабочей поверхности.

1.6.5
Тепловой зазор

Тепловой зазор – это важная особенность конструкции для обеспечения работы поршневых колец. Это можно сравнить с зазором у впускного и выпускного клапанов. При нагреве деталей из-за естественного теплового расширения происходит их удлинение или увеличение их диаметра. В зависимости от разницы между температурой окружающей среды и рабочей температурой необходим больший или меньший зазор, измеренный в холодном состоянии, чтобы обеспечить функционирование при рабочей температуре.

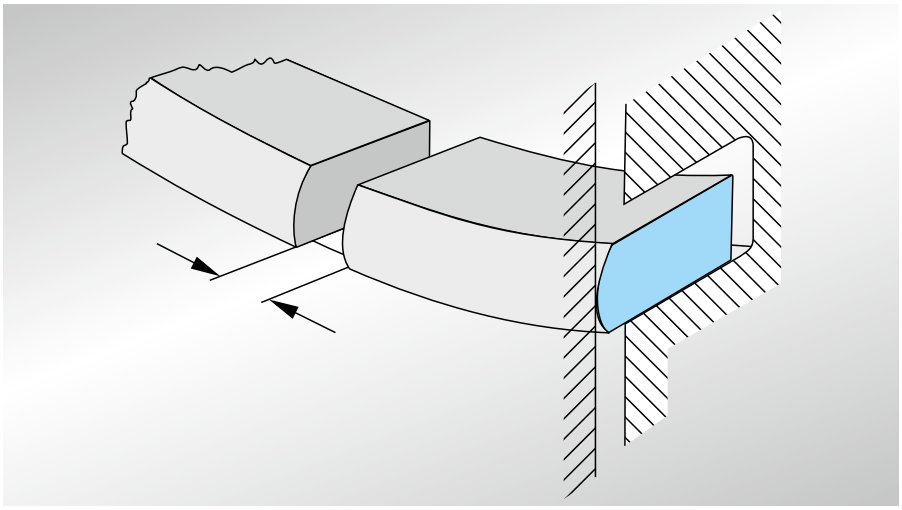


Рис. 1

Основным условием для правильного функционирования поршневых колец является возможность свободного вращения колец в канавках. Если бы поршневые кольца застревали в канавках, то они не могли бы ни уплотнять, ни отводить тепло. Тепловой зазор, который должен существовать ещё также и при рабочей температуре, гарантирует, что объём поршневого кольца, благодаря его тепловому расширению, всегда будет меньше, чем объём цилиндра. Если бы тепловой зазор из-за теплового расширения полностью исчез, то стыковые концы поршневого кольца были бы прижаты друг к другу. При ещё большем давлении поршневое кольцо должно даже деформироваться, чтобы компенсировать изменение длины, причиной которого является нагрев. Так как раздвижение поршневого кольца из-за теплового расширения в радиальном направлении невозможно, изменение длины может компенсироваться только в осевом направлении. На рисунке 2 показано, как деформируется кольцо, если становится слишком тесно во внутреннем диаметре цилиндра.

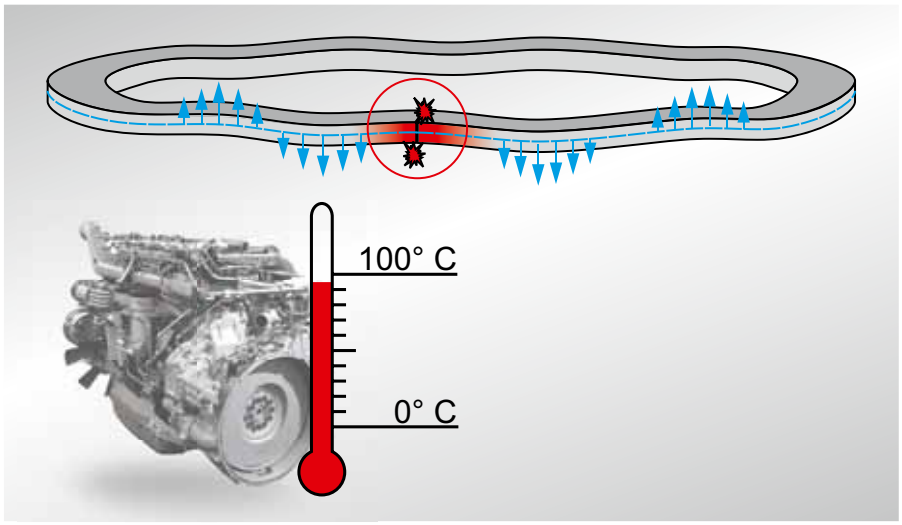


Рис. 2

Следующие вычисления показывают на примере поршневого кольца с диаметром в 100 мм, как изменяется длина окружности кольца при рабочей температуре.

Пример:

диаметр цилиндра	d	100 мм
температура окружающей среды	t_1	20 °C
рабочая температура	t_2	200 °C
коэффициент упругости чугуна	α	0,000010

длина окружности поршневого кольца

$U = d \times \pi$

$U = 100 \times 3{,}14 = 314$ мм

$U = l_1$

изменение длины поршневого кольца при рабочей температуре

$\Delta l = l_1 \times \alpha \times \Delta t$

$\Delta l = l_1 \times \alpha \times (t_2 - t_1)$

$\Delta l = 314 \times 0{,}000010 \times 180 = 0{,}57$ мм

Чтобы функция была правильной, для этого примера нужен тепловой зазор минимум 0,6 мм. Расширяются, однако, не только поршень и поршневые кольца, но и внутренний диаметр цилиндра становится больше из-за нагрева при рабочей температуре. По этой причине тепловой зазор снова может быть несколько меньше. Внутренний диаметр цилиндра расширяется при воздействии тепла всё-таки далеко не так сильно, как поршневое кольцо. С одной стороны, структура блока цилиндров жёстче чем структура поршня, с другой стороны, поверхность цилиндра не становится такой горячей как поршень с поршневыми кольцами.

К тому же увеличение диаметра цилиндра, благодаря тепловому расширению по всей его рабочей поверхности не одинаково. Внутренний диаметр цилиндра под влиянием тепла от сгорания в верхней части будет сильнее расширяться, чем в нижней части. Из-за неравномерного теплового расширения внутреннего диаметра цилиндра происходит отклонение от цилиндрической формы, которая принимает лёгкую форму воронки (рис. 3).

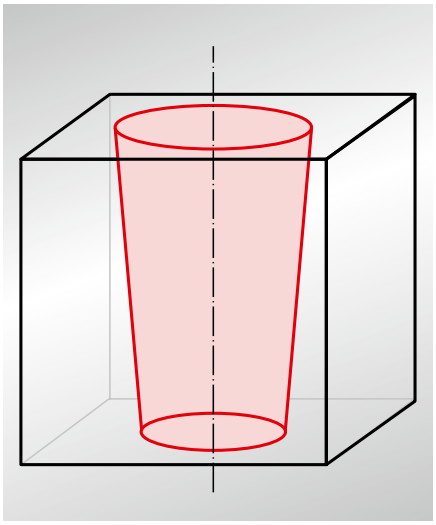


Рис. 3

1.6.6 Уплотнительная поверхность поршневого кольца

Поршневые кольца уплотняют не только на рабочей, но и на боковой поверхности. Уплотнение на рабочей поверхности отвечает за уплотнение между кольцом и стенкой цилиндра; нижняя боковая поверхность канавки – за уплотнение обратной стороны кольца. Поэтому необходим хороший контакт не только кольца со стенкой цилиндра, но и с нижней боковой поверхностью кольцевой канавки поршня. Если этого контакта нет, то масло или отработавшие газы могут пройти мимо обратной стороны кольца.

С помощью рисунков можно очень легко представить, что из-за износа (грязи и длительной эксплуатации) уплотнение обратной стороны кольца больше не гарантируется, и что увеличивается передача газа и масла по кольцевой канавке. Поэтому оснащать изношенные кольцевые пазы новыми кольцами – безнадёжная затея. Неровности боковой поверхности канавки мешают уплотнению кольца, а расширенная в высоту канавка допускает больше свободы движения для него. Так как кольцо из-за слишком большого зазора по высоте неправильно лежит в канавке, кольцо гораздо легче отделяется от боковой поверхности канавки, откачивается масло (рис. 2 и 3), кольцо вибрирует и ухудшается герметизация. Кроме того, рабочая поверхность кольца становится чрезмерно выпуклой. Это является причиной возникновения слишком толстой масляной плёнки и повышенного расхода масла.

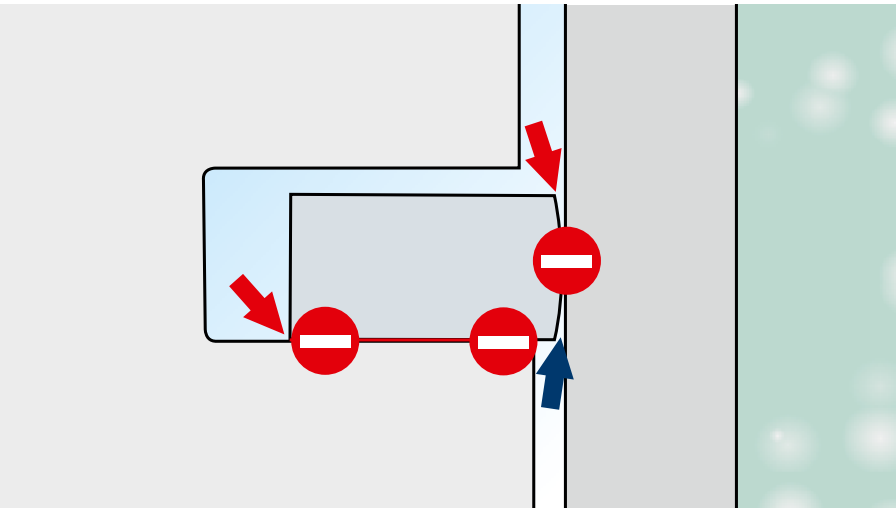


Рис. 1

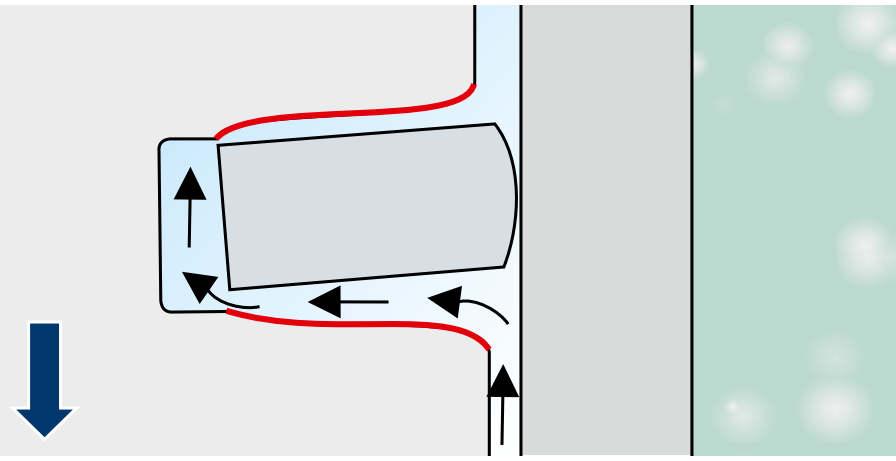


Рис. 2 – Такт впуска

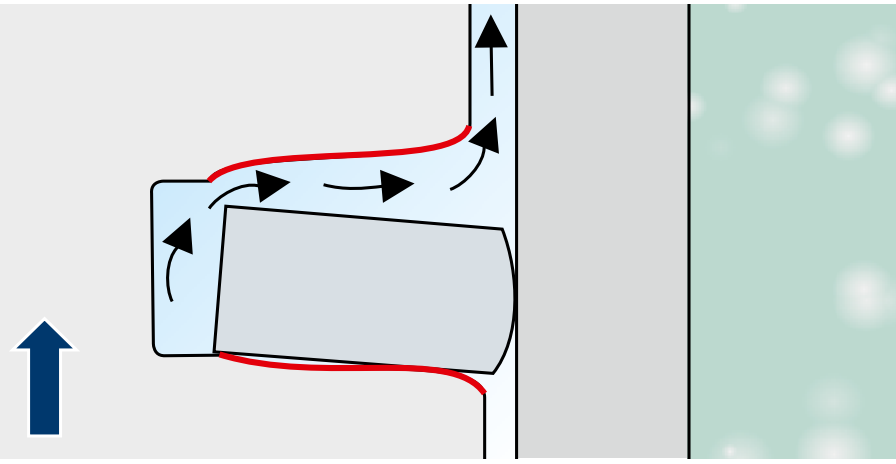


Рис. 3 – Такт сжатия

1.6.7

Дросселирующая щель и просачивание газов из камеры сгорания в картер двигателя

Так как с помощью используемых в моторостроении поршневых колец невозможно достичь в конструкции 100 %-ной герметизации от газов, то происходит утечка газов, так называемых Blow-by-газов (газов, проникших в картер двигателя из камеры сгорания). Отработавшие газы попадают через самые маленькие зазоры в поршне и поршневых кольцах в кривошипную камеру. При этом количество просачивающегося газа определяется величиной дросселирующего окна. Она результируется из теплового и рабочего зазоров поршня. В действительности дросселирующее окно по сравнению с представленным на графике – микроскопически маленькое. Как правило, для расчёта максимального прорыва газов из камеры сгорания в картер двигателя берут примерно 1 % всасываемой воздушной массы. В зависимости от положения поршневого кольца при эксплуатации производится больше или меньше Blow-by-газов. Если в кольцевых канавках стыковые зазоры первого и второго компрессионных поршневых колец конгруэнтны, то из камеры сгорания в картер двигателя просачивается больше газов. При постоянной эксплуатации это происходит периодически, так как кольца вращаются в канавках со скоростью в несколько оборотов в минуту. Если стыковые зазоры лежат точно напротив друг друга, просачивающийся газ имеет, конечно, ещё один дополнительный путь через уплотняющий лабиринт, так что утечка газа сокращается. Газ, проникший в кривошипную камеру из камеры сгорания, направляется через систему вентиляции картера назад в такт впуска и сжигается. Причиной для этого являются вредные для здоровья качества газов. Благодаря повторному сжиганию в двигателе они обезвреживаются. Кроме того, вентиляция кривошипной камеры необходима, так как избыточное давление в ней привело бы к повышенному выделению масла на радиальных уплотнительных кольцах для вала.

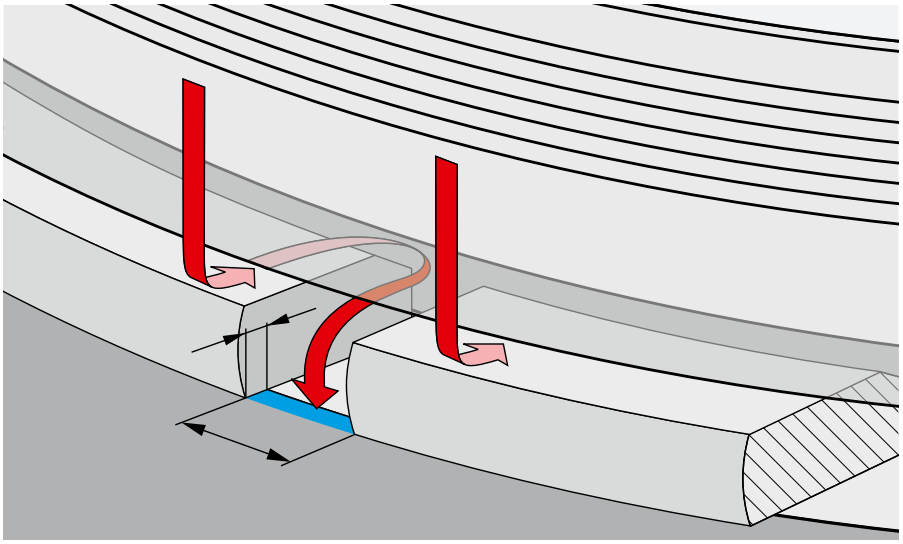


Рис. 4

Если просачивание газов из камеры сгорания в картер двигателя усилено, это указывает либо на значительный износ поршневых колец по прошествии длительного срока эксплуатации, либо днище поршня обнаруживает уже трещины, позволяющие попадать отработавшим газам в кривошипную камеру. Но также и неправильные геометрические характеристики цилиндра (смотри главу 2.3.5 Геометрические характеристики цилиндра и круглость) ведут к усиленному просачиванию газов из камеры сгорания в картер двигателя. У стационарных двигателей или двигателей испытательного стенда просачивание газов из камеры сгорания в картер двигателя постоянно измеряется, контролируется, а также используется в качестве предупредительного индикатора для возникающих повреждений двигателя. Если измеренное количество газа, просачившегося из камеры сгорания в картер двигателя, превосходит максимально допустимую величину, двигатель автоматически прекращает работу. Благодаря этому можно избежать серьёзных и дорогостоящих повреждений двигателя.

1.6.8
Зазор кольца по высоте

Зазор кольца по высоте (рис. 1) не является результатом износа в кольцевой канавке. Зазор по высоте – это важная функциональная величина, для того, чтобы обеспечить правильное функционирование поршневых колец. Зазор кольца по высоте гарантирует, что кольца могут свободно двигаться в кольцевых канавках (смотри также главу 1.6.11 Движение поршневых колец).
Он должен быть по величине таким, чтобы кольцо при рабочей температуре не заедало и чтобы достаточное давление сгорания могло проникнуть в канавку и распределиться за кольцом (смотри также главу 1.6.3 Усиление давления прижима давлением сгорания).
Однако, зазор кольца по высоте не может быть в обратном смысле слишком большим, так как кольцо вследствие этого немного отклоняется от оси. В результате у кольца появляется склонность к вибрации (глава 2.6.7 Вибрация кольца), а также к повышенному скручиванию колец. Из-за этого поршневые кольца изнашиваются (чрезмерно сильная выпуклость рабочей поверхности) и появляется повышенный расход масла (глава 1.6.6 Уплотнительная поверхность поршневого кольца).

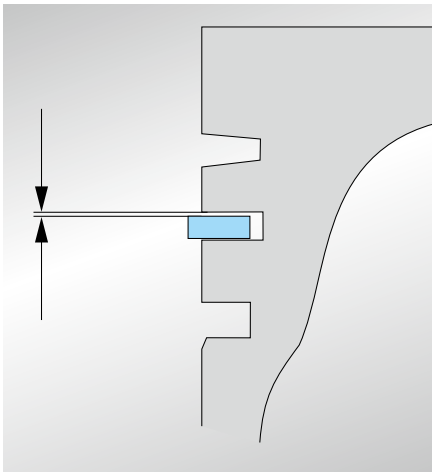


Рис. 1

1.6.9
Скручивание колец

Внутренние углы или внутренние фаски у поршневых колец вызывают в натянутом (установленном) состоянии их скручивание. В демонтированном, ненатянутом состоянии скручивание не происходит (рис. 1), и кольцо ровно лежит в кольцевой канавке.
Если кольцо установлено, т.е. натянуто, оно отклоняется к более слабой стороне, туда, где из-за внутренней фаски или внутреннего угла отсутствует материал. Кольцо скручивается. В зависимости от положения фаски или угла на нижней или верхней кромке говорят о положительно или отрицательно скрученном поршневом кольце (рис. 3 и 4).

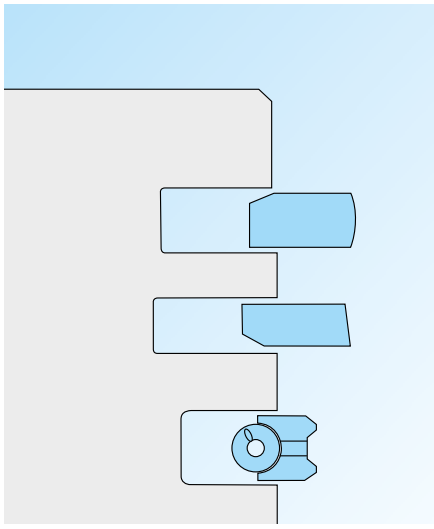


Рис. 2 – Кольца не напряжены
Скручивание еще не действует

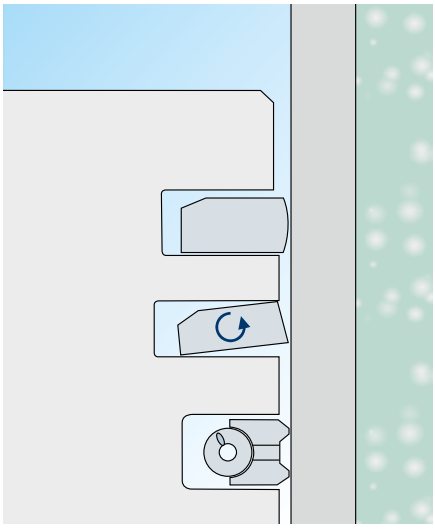


Рис. 3 – Положительное скручивание

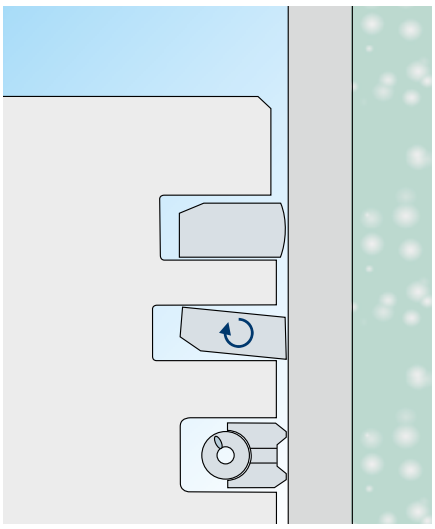


Рис. 4 – Отрицательное скручивание

Скручивание кольца в условиях эксплуатации

У положительно и отрицательно скрученных колец скручивание эффективно, если на них не действует никакое давление сгорания (рис. 5). Как только давление сгорания начинает действовать в кольцевой канавке, поршневое кольцо прижимается к её нижней боковой поверхности, что ведёт за собой улучшенный контроль расхода масла (рис. 6).

Положительно скрученные цилиндрические и конические компрессионные поршневые кольца обладают в принципе хорошими маслосъёмными свойствами. При возникающем трении на стенке цилиндра при движении поршня вниз кольцо может, тем не менее, немного отделиться от нижней боковой поверхности канавки, так что масло всё же попадает в зазор и расходуется.

Отрицательно скрученное кольцо уплотняет в нижней боковой поверхности снаружи и в верхней боковой поверхности внутри. Вследствие этого проход в канавку маслу преграждён. Поэтому с помощью отрицательно скрученных колец можно оказывать положительное влияние на расход масла, особенно в режиме частичной нагрузки и при пониженном давлении в камере сгорания (режим принудительного холостого хода). У отрицательно скрученных конических компрессионных поршневых колец угол рабочей поверхности, составляющий примерно 2°, немного больше чем у обычных конических компрессионных поршневых колец. Это необходимо, так как из-за отрицательного скручивания угол частично исчезает.

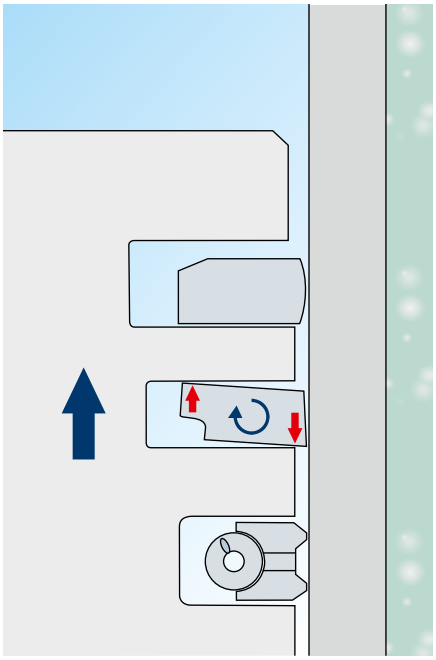


Рис. 5

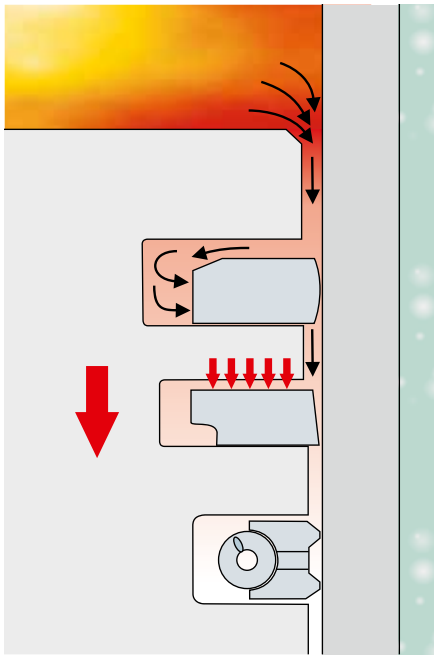


Рис. 6

1.6.10

Способность поршневого кольца прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру

Под способностью поршневого кольца прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру понимают то, как хорошо прилегает кольцо к форме стенки цилиндра, чтобы достичь хорошей герметизации. Эта способность поршневого кольца зависит от эластичности кольца и, соответственно, кольцевой детали (маслосъёмные поршневые кольца, состоящие из двух частей) или стальных пластинок (маслосъёмные поршневые кольца, состоящие из нескольких частей), а также и от давления прижима кольца / кольцевой детали к стенке цилиндра. При этом способность поршневого кольца прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру тем лучше, чем эластичнее кольцо / кольцевая деталь и чем больше давление прижима. Большая толщина и большое поперечное сечение кольца приводят к большой жёсткости и вызывают по причине более высокого веса также бóльшие силы инерции. Поэтому по способности прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру такие кольца уступают кольцам меньшей ширины и с меньшим поперечным сечением и, вместе с тем, с меньшими силами инерции.

Очень хорошей способностью прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру обладают маслосъёмные поршневые кольца, состоящие из нескольких частей, так как они имеют очень гибкие кольцевые детали или стальные пластинки без того, однако, чтобы одновременно быть упругими.

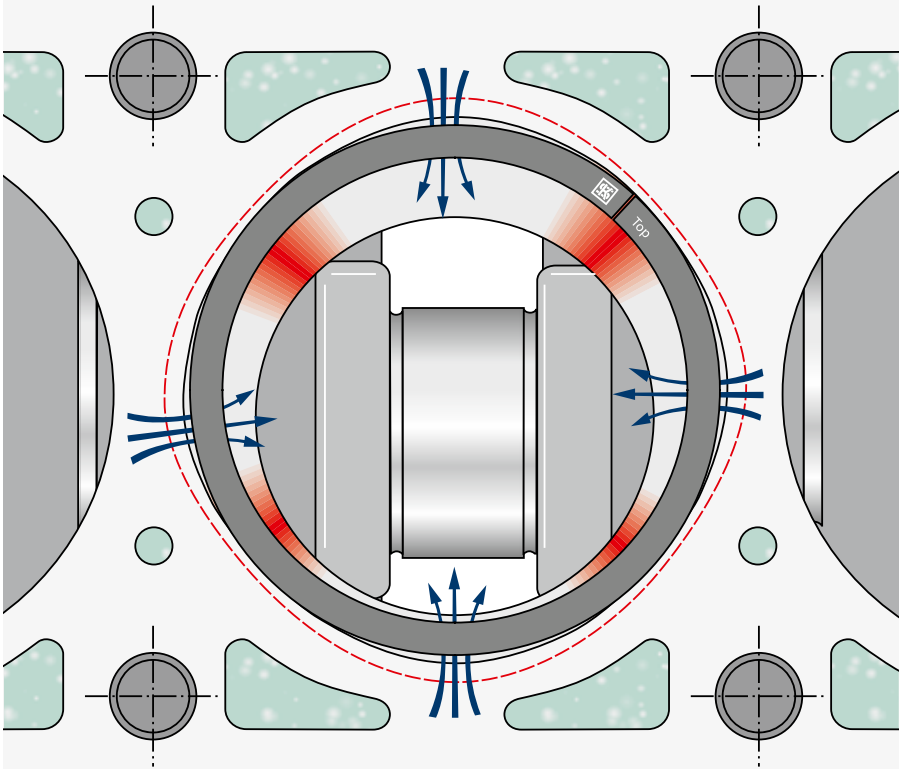


Рис. 1

Как уже описано этой брошюре, усилие прижима у маслосъёмных поршневых колец, состоящих из нескольких частей, появляется от пружины-расширителя. Кольцевая деталь или также стальные пластинки очень гибки и хорошо подгоняются.

Хорошая способность прилегать к поверхности цилиндра по всему периметру важна особенно тогда, когда по причине отклонения от формы появляются отклонения от круглости и неровности поверхности цилиндра. Они происходят из-за перекосов (термических и механических), а также из-за ошибок при обработке и монтаже. Смотри также главу 2.3.5 Геометрические характеристики цилиндра и круглость.

1.6.11 Движение поршневых колец

Вращение кольца

Чтобы иметь возможность отлично приработаться и уплотнять, поршневые кольца должны вращаться в кольцевых канавках. Вращение кольца возникает как из-за структуры хонингования (перекрёстная сетка шлифовочных штрихов), так и из-за перекоса поршня в его верхней и нижней мёртвых точках. При меньших углах хонингования кольца вращаются меньше, при больших же частота вращения кольца увеличивается. Кроме того, вращение кольца зависит от частоты вращения двигателя. От 5 до 15 оборотов в мин. – это реалистические значения частоты вращения, и это только для того, чтобы только получить представление об объёме вращения кольца. У двухтактных ДВС кольца защищены от перекручивания. Вследствие этого нет перекручивания колец и исключается попадание стыковых концов в газовые каналы при разжиме колец. Двухтактные ДВС находят в основном применение в двухколёсных транспортных средствах, садово-огородном инвентаре и им подобных. При этом нужно примириться и с возникающим из-за предотвращённого вращения кольца их неравномерным износом, возможным нагарообразованием в кольцевых канавках, а также с ограниченной продолжительностью срока действия. Помимо того, вид применения с самого начала предполагает меньший срок службы двигателя. К пробегу автомобилей с нормальным четырёхтактным ДВС, которые передвигаются по дороге, предъявляются гораздо более высокие требования.

Перекручивание стыковых концов кольца при монтаже на 120° по отношению друг к другу служит лишь для лучшего запуска нового двигателя. Позднее, уже в режиме работы возможно каждое мыслимое положение поршневых колец в пределах кольцевой канавки, если вращению ничего не препятствует с точки зрения конструкции (двухтактные ДВС).

Вращение вокруг оси

В идеальном случае кольца лежат на нижней боковой поверхности канавки. Это важно для механизма герметизации, так как кольца уплотняют не только на рабочих, но и на нижних боковых поверхностях. Нижняя боковая поверхность канавки уплотняет кольцо от газа или просачивания масла на обратную сторону кольца. Рабочая поверхность поршневого кольца уплотняет переднюю часть, прилегающую к стенке цилиндра (смотри также главу 1.6.6 Уплотнительная поверхность поршневого кольца).

Из-за движения поршня вверх и вниз и из-за изменения направления на кольца также оказывают действие центробежные силы, которые позволяют кольцам подниматься над нижней боковой поверхностью канавки. Масляная плёнка в канавке смягчает вызванное центробежными силами поднятие поршневых колец с ее нижней боковой поверхности. При этом в основном возникают проблемы, если кольцевые канавки из-за износа стали шире и, вследствие этого, появился слишком большой зазор кольца по высоте. Это приводит к тому, что кольцо поднимается с его опорной поверхности в поршне и вибрирует, начиная, прежде всего, со стыковых концов. Происходит потеря уплотняющего эффекта поршневого кольца и увеличивается расход масла. Это случается, прежде всего, при такте впуска, если при движении поршня вниз и при возникающем пониженном давлении в камере сгорания кольца отделяются со дна канавки и масло на обратной стороне кольца всасывается в камеру сгорания. При трёх остальных тактах давление из камеры сгорания прижимает кольца к нижней боковой поверхности.

Радиальное движение

Собственно, не кольца передвигаются в радиальном направлении туда-сюда, а поршень благодаря своему реверсивному движению в пределах внутреннего диаметра цилиндра соприкасается то с одной, то с другой стенкой цилиндра. Это происходит как в верхней, так и в нижней мёртвых точках поршня. Вследствие этого появляется радиальное движение кольца в пределах кольцевой канавки. Это ведёт не только к истиранию образующегося слоя масляного нагара (особенно у поршневых колец с поперечным сечением в форме трапеции), но и и в сочетании с перекрёстным шлифованием к вращению кольца.

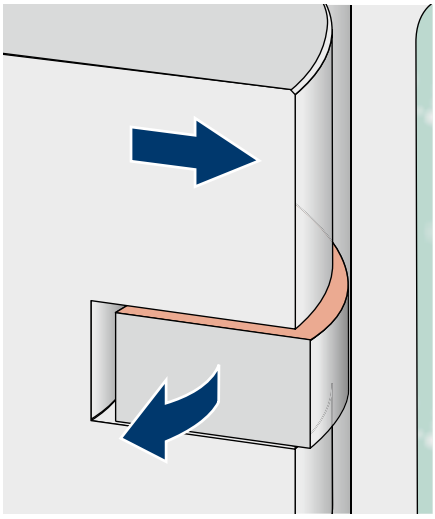


Рис. 1

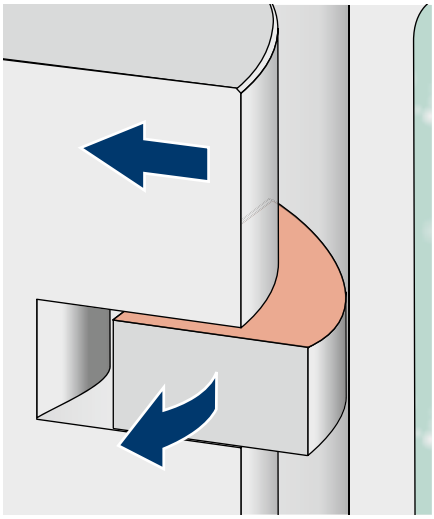


Рис. 2

Скручивание колец

Благодаря силе инерции, скручиванию колец и зазору по высоте, кольца совершают такое движение, как изображено на рисунке. Как уже описано в главе 1.5.6 Выпуклая форма рабочей поверхности, поршневые кольца со временем становятся выпуклыми, если они уже с самого начала не были вы пуклыми.

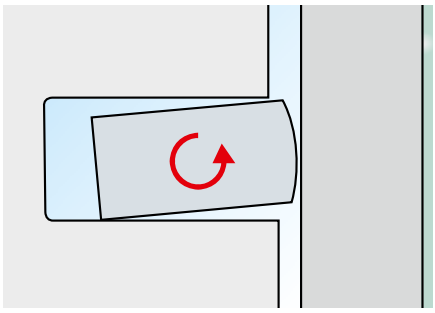


Рис. 3

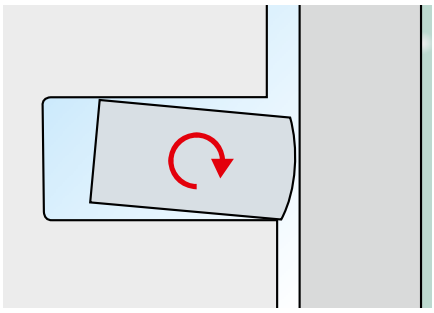


Рис. 4

2.1

Оценка бывших в употреблении элементов

Как часть уплотнительной системы, которая состоит из поршня, цилиндра, моторного масла и поршневых колец, поршневые кольца могут выполнять свое задание только по мере того, как это допускается со стороны функций остальных составных системы. Если эффективность уплотняющего компонента снижена именно износом, то вследствие этого понижается и полный КПД уплотнительной системы.

Повторное использование уже бывших в употреблении сопряженных с поршневыми кольцами элементов скольжения (поршня и цилиндра) должно происходить со смыслом и знанием дела. Уплотнительная система эффективна настолько, насколько эффективен её самый слабый компонент. Поэтому это нецелесообразно, и даже бессмысленно, пробовать при одной только замене поршневых колец привести в исправность двигатель. Если кольца изношены, то можно исходить из того, что это – сопряжённые с поршневыми кольцами элементы скольжения. Замена одних только колец при повторном использовании уже бывших в употреблении изношенного поршня или изношенной гильзы цилиндра не принесет желаемых результатов. Устранение недостаточной мощности или слишком высокого расхода масла является поэтому, скорее, безнадежной затеей и приносит, если вообще, только кратковременный успех. Причины, которые лежат в основе этого обстоятельства, описаны, кроме всего прочего, в главе 1.6.6 Уплотнительная поверхность поршневого кольца.

Рис. 5

Рис. 6

2.2.1

Измерение и оценка кольцевых канавок

Если новые поршневые кольца натягиваются на уже бывший в работе поршень, то о повторном использовании поршня решает зазор кольца по высоте. Соответствующее поршневое кольцо вводится, как показано на рис.6 (стр. 39), в очищенную кольцевую канавку и измеряется с помощью щупа для измерения зазоров. Если новое поршневое кольцо измеряется на уже бывшем в работе поршне, то показанный на рисунке метод лучше, чем монтировать поршневое кольцо на поршне. При повторном натягивании и снятии поршневого кольца на поршень / с поршня при определенных обстоятельствах происходит деформация материала поршневого кольца, которая ухудшает его работу.

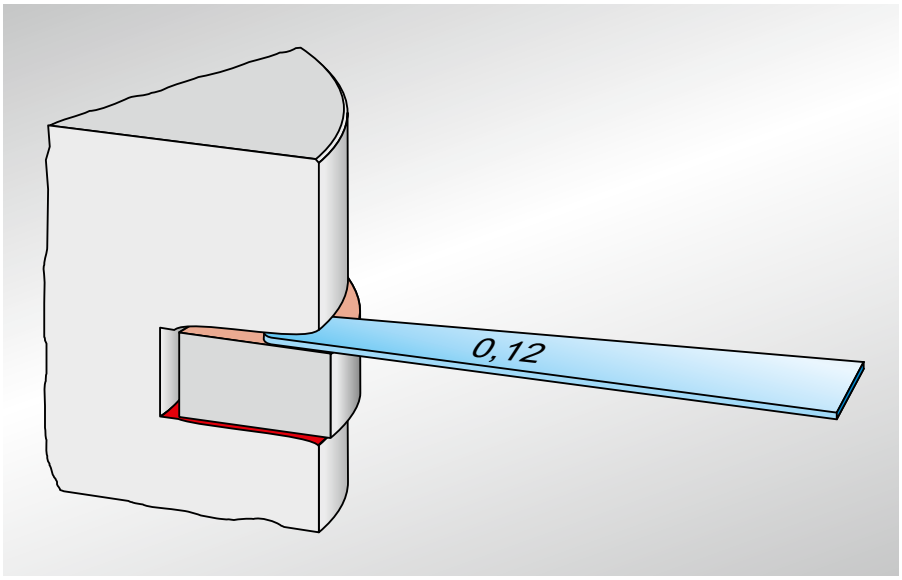
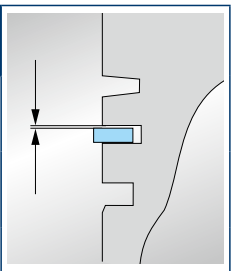


Рис. 1

Зазор кольца по высоте (мм)	Пригодность поршня для использования	
0,05-0,10	✓	Поршень можно использовать без сомнения.
0,11-0,12	⚠	Проявить повышенную осторожность!
› 0,12	✗	Поршень изношен и должен быть заменен.



Внимание

Степень износа относится к внешним кромкам измеряемой кольцевой канавки, т.е., нельзя допустить, чтобы щуп для измерения зазоров толщиной в 0,12 мм возможно было бы вставить между поршневым кольцом и поверхностью кольцевой канавки, как показано на рисунке 3. В этом случае кольцевая канавка считается уже изношенной.

Проверка зазора кольца по высоте в натянутом и ненатянутом состоянии не возможна у поршневых колец с поперечным сечением в форме трапеции. Из-за трапециевидной формы правильный зазор кольца по высоте в кольцевой канавке появляется только тогда, когда поршневое кольцо сжато до размера цилиндра или вставлено во внутренний диаметр цилиндра.

Таким образом измерение едва ли возможно. По этой причине при проверке нужно ограничиться внешним осмотром канавки на износ (рис. 2).

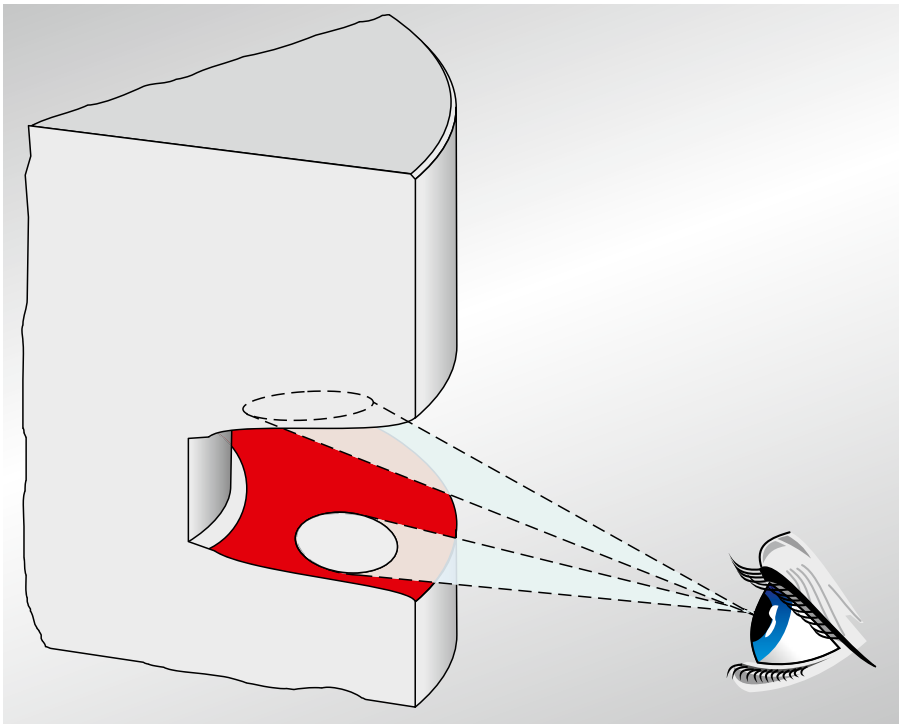


Рис. 2

Метод проверки на производстве

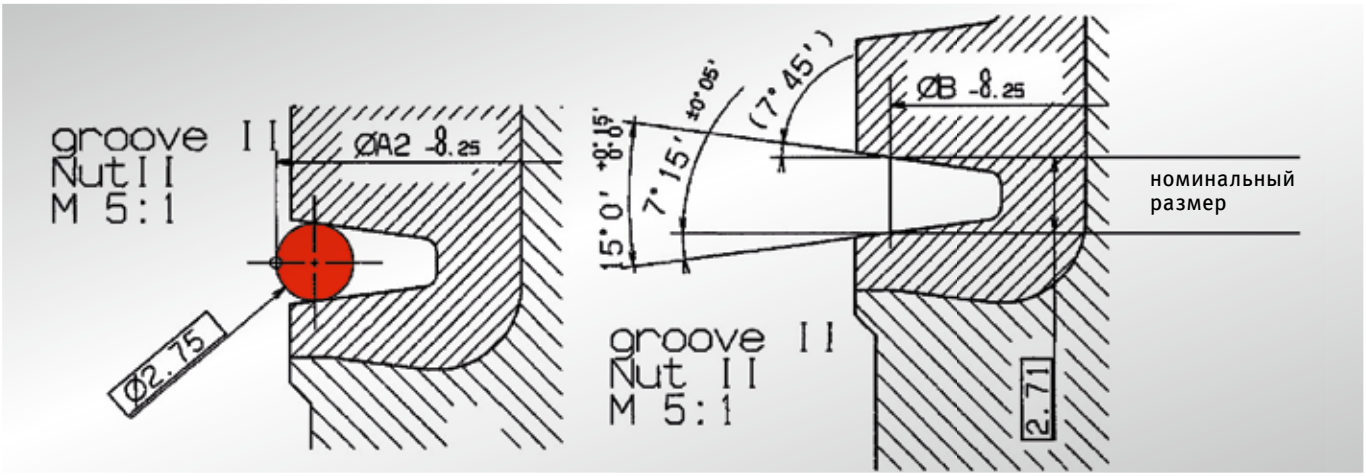


Рис. 3

2.3.1

Блестящие рабочие поверхности цилиндров (цилиндры из серого чугуна)

Блестящие, гладкие как зеркало поверхности цилиндров, на которых нет больше никаких рисок от обработки хонингованием, являются либо результатом естественного износа после длительного срока эксплуатации, либо после недолгого использования из-за загрязнений и полусухого трения.

Тот факт, что все риски от обработки хонингованием исчезли благодаря износу, является надёжным признаком того, что диаметр цилиндра изношен. Повторное измерение соответствующими измерительными приборами становится излишним. Такие отверстия цилиндров нужно в любом случае обновить (гильзы цилиндра) или вновь рассверлить и обработать хонингованием (блоки цилиндров двигателя).

Блестящие места на рабочей поверхности цилиндра, ограниченные локально, по прошествии сравнительно короткого срока эксплуатации (структура хонингования в этом месте также полностью удалена) являются доказательством того, что в области блестящего места присутствовало смешанное трение и, вследствие этого, произошёл повышенный износ стенки цилиндра. Для таких локально ограниченных блестящих мест есть две главные причины.

Рис. 1

2.3.2

Локально ограниченные блестящие места по причине перекоса цилиндра

Из-за перекоса диаметр цилиндра в неопределённых местах теряет круглость (Abb.1). Блестящее место появляется, при этом, на месте возникновения перекоса. Поршневые кольца двигаются в этих сужениях и преимущественно там снимают слой материала. В месте повышения сужения при скольжении поршневого кольца, а также при связанном с этим скольжением точечном контакте со стенкой цилиндра отсутствует достаточное количество смазки и появляется смешанное трение.

Причины:

- Термический перекос из-за перегрева в некоторых местах. Оно происходит по причине плохой передачи тепла (загрязнения) в охлаждающую среду.
- Несоблюдение предписанных моментов затяжки, использование ошибочных уплотнительных колец круглого сечения или прочие перекосы от напряжения.

Меры по устранению неисправности:

- Основательная чистка и, при необходимости, чистовая обработка глухого отверстия цилиндра у мокрых и сухих внутренних диаметров цилиндра.
- Точное соблюдение инструкции по затяжке при монтаже головки блока цилиндров.
- Регулярная чистка рёбер охлаждения у цилиндров с рёбрами, имеющих воздушное охлаждение.
- Обеспечение предписанного функционирования системы охлаждения (скорость циркуляции, чистота).
- Использование предписанных уплотнительных колец (размеры, состав материала).

2.3.3

Блестящие и отполированные места в верхней части цилиндра («Bore Polishing»)

В верхней части рабочей поверхности цилиндра, в месте движения жарового пояса (рис. 1), находятся полированные места. Причиной для этого являются твёрдые отложения на жаровом поясе, которые образуются из-за нерегулярного сгорания, плохого качества масла или низких температур сгорания, обусловленных частыми фазами холостого хода или режимом частичной нагрузки. Слой масляного нагара (рис. 2) приводит при этом к абразивному износу на стенке цилиндра, к повреждению масляной плёнки, к пулусухому трению, повышенному износу поршневых колец и, в свою очередь, к чрезмерному расходу масла.

Меры по устранению неисправности:

- Предписанный режим двигателя.
- Использование моторного масла предписанного качества.
- Использование фирменного топлива.
- Предписанное техническое обслуживание, проверка и регулирование системы впрыска.

Рис. 2

Рис. 3

2.3.4
Износ пазухи

Износ пазухи (рис. 1) появляется после длительной эксплуатации в точках возврата поршневых колец, в верхней и нижней мёртвых точках. В этом районе скорость поршня меньше, а в точке возврата поршень даже на короткое время останавливается. Вследствие этого смазка становится хуже, так как поршневое кольцо из-за отсутствия относительной скорости какой-то момент больше не плывёт по масляной плёнке в направлении стенки цилиндра и, в связи с этим, появляется металлический контакт кольца со стенкой цилиндра. Это можно пояснить на примере водных лыж. Как только скорость лодки больше недостаточна, воднолыжник погружается в воду.

Благодаря конструкции, износ пазухи в районе зоны возврата поршневого кольца, у верхней мёртвой точки поршня, самый большой, так как здесь поверхность цилиндра подвержена горячему сгоранию и, вследствие этого, ухудшена смазка.

Размер износа пазухи решает вопрос о повторном использовании гильзы цилиндра и, соответственно, блока цилиндров двигателя. Если износ пазухи превосходит указанные в таблице значения, то гильза цилиндра должна быть заменена, а блок цилиндров двигателя, соответственно, должен быть обработан хонингованием. Если на другом месте внутреннего отверстия цилиндра тоже появился сильный износ, то, само собой разумеется, также и в этом случае действуют ниже названные пределы износа.

Тип двигателя	Предел износа пазухи «X»
Бензиновые двигатели	≥ 0,1 мм
Дизельные двигатели	≥ 0,15 мм

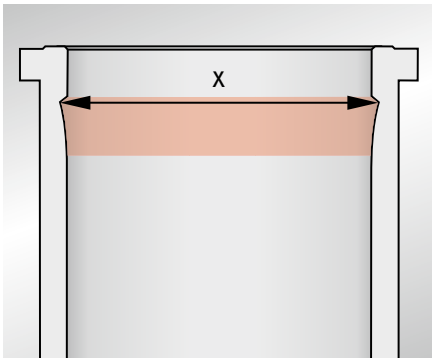


Рис. 1

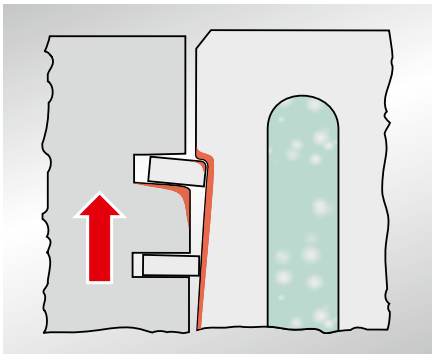


Рис. 2

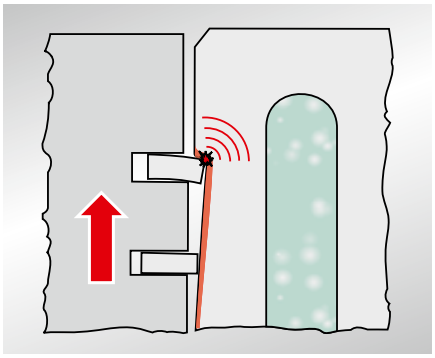


Рис. 3

На рисунках 2 и 3 показано, что может случиться, если новый поршень вмонтировать в изношенное внутреннее отверстие цилиндра. Вследствие того, что кольцевые канавки нового поршня ещё не имеют никакого износа, а у поршневых колец ещё острые края, при эксплуатации кромка поршневого кольца ударяется об изношенный край цилиндра. Результат: большие механические силы, сильный износ и вибрация поршневого кольца вместе с высоким расходом масла.

2.3.5 Геометрические характеристики цилиндра и круглость

Предпосылкой для наилучшего уплотнения поршневого кольца являются превосходные геометрические характеристики цилиндра. Отклонения от цилиндрической формы, некруглость, ошибочные размеры и перекосы в диаметрах цилиндра являются причиной проблем с уплотнением у поршневых колец.
Вследствие этого усиливается просачивание масла в цилиндр и газов из камеры сгорания в картер двигателя, появляются проблемы с температурой и мощностью. Всё это опять-таки является причиной раннего износа и, не в последнюю очередь, также и повреждения поршня.

Классификация отклонений цилиндров от круглости

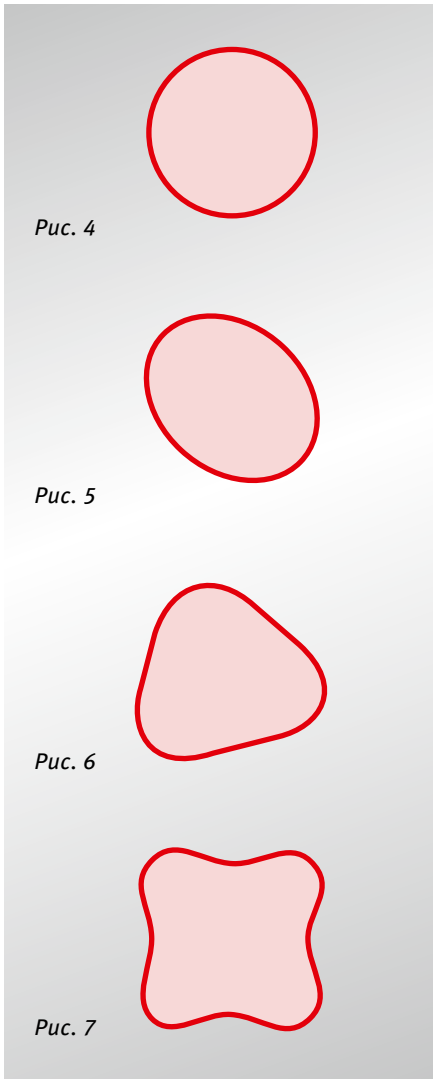


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7

Отклонения от круглости у отверстия делятся на следующие степени. Если говорят о совершенном диаметре цилиндра без каких-либо отклонений от круглости или формы в осевом направлении, то имеют в виду диаметр 1-го порядка (рис. 4). Овальные отверстия, которые часто объясняются допущенными ошибками при обработке или плохим отводом тепла, называют некруглостью 2-го порядка (рис. 5). Треугольные отклонения от круглости 3-го порядка (рис. 6) – в большинстве случаев результат одновременных перекосов 2-го и 4-го порядков. Некруглость 4-го порядка (рис. 7) или квадратные погрешности формы появляются, как правило, из-за перекосов, которые обусловлены затяжкой болтов крепления головки блока цилиндров.

Размер отклонения от круглости может вариировать между нулём и несколькими сотыми долями миллиметра. Поэтому у некоторых двигателей по причине незначительного зазора, возникающего при сборке поршня и, соотв., рабочего зазора поршня, перекосы, составляющие больше чем одну сотую долю мм (0,01 мм), могут быть уже слишком большими. Поршневые кольца могут уплотнять лишь незначительные отклонения от круглости 2-го порядка, т.е., немного овальные диаметры цилиндра и лёгкие трапециевидные формы в осевом направлении. Отклонения от круглости 3-го и 4-го порядков, которые часто возникают из-за перекосов винтов и/или ошибок, возникающих при обработке, очень скоро доводят поршневые кольца до пределов их уплотняющих способностей. Особенно у конструкций поршня более новых моделей, у которых высота поршневого кольца равна приблизительно 1 мм или и того меньше, проблема герметизации при некруглых диаметрах цилиндра всё больше обостряется. Конструктивное уменьшение высоты поршневого кольца служит сокращению потерь на трение внутри двигателя и, вместе с этим, сокращению расхода топлива. Уменьшение поверхностей прилегания таких колец к стенке цилиндра требует от них меньшей упругости. Иначе специфическое давление на поверхность колец было бы слишком большим и тогда ухудшились бы трибологические свойства. При правильной геометрии отверстия это конструктивное уменьшение упругости поршневого кольца не имеет неблагоприятного воздействия. Кольца очень хорошо уплотняют, вызывают только незначительные потери на трение и имеют продолжительный срок службы. Тем не менее, при некруглых и перекошенных цилиндрах более низкая упругость поршневых колец приводит к тому, что кольца совсем или только очень медленно пригоняются к стенке цилиндра и, таким образом, не могут, как это предписано, уплотнять.

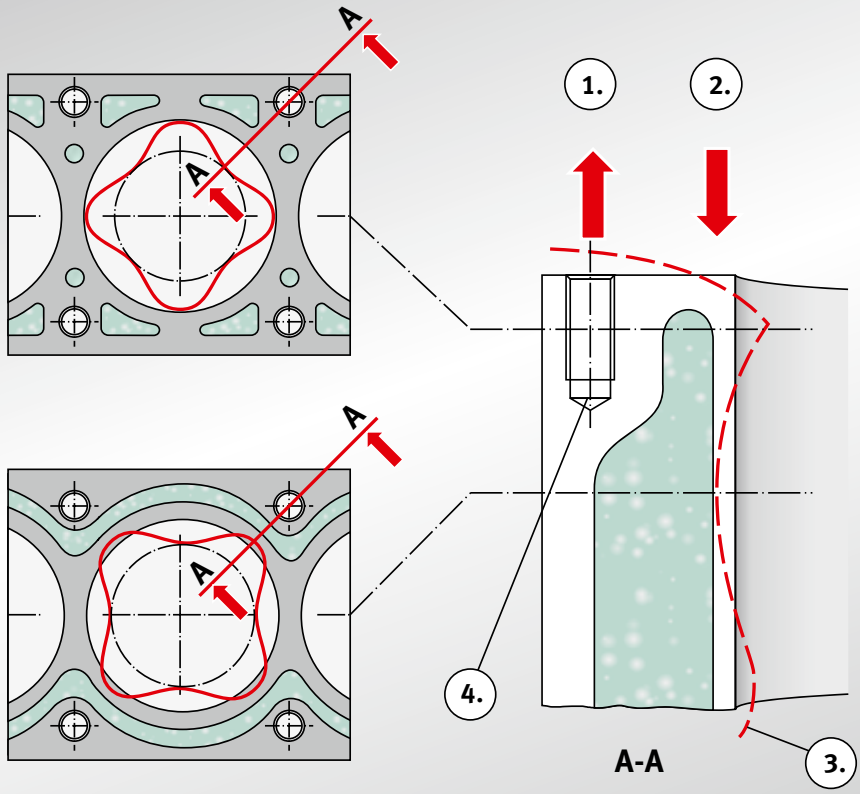
2.3.6

Причины отклонений от круглости и перекосов во внутренних диаметрах цилиндра

Отклонения от круглости и перекосы во внутренних диаметрах цилиндра могут иметь следующие причины:

- Температурные деформации, которые происходят в режиме эксплуатации по причине плохого теплоотвода, происходящего из-за ошибки в системе циркуляции охлаждающего вещества, или у двигателей с воздушным охлаждением из-за загрязнённых, замасленных рёбер охлаждения и/или по причине возникновения проблем с вентиляцией. Локальные перегревы рабочей поверхности цилиндра приводят к чрезмерному тепловому расширению в этой области и, вместе с тем, к отклонениям от идеальной цилиндрической формы.
- Температурные деформации конструктивного вида, которые происходят из-за различных тепловых расширений при работе двигателя.
- Температурные деформации, которые происходят из-за плохого смазывания и недостаточного охлаждения во время обработки цилиндра.
- Отклонения от круглости из-за слишком высокого давления, возникающего при обработке, или из-за применения неправильных инструментов при хонинговании.
- Перекосы диаметров цилиндра от напряжения из-за погрешностей формы и затяжка болтов, не отвечающая правилам.

На рисунке показан перекос поршня 4-го порядка, который часто происходит при (также отвечающей правилам) затяжке болтов крепления головки блока цилиндров.



1. Мощность болтов крепления головки блока цилиндров
2. Сила прижатия головки цилиндра и её прокладки
3. Деформация цилиндра (сильно преувеличено)

Рис. 1

2.3.7

Дополнительная обработка уже бывших в работе внутренних отверстий цилиндров

Часто на практике при замене поршня или при смене поршневых колец работают с так называемыми хонинговальными щётками или с рессорными хонинговальными брусками (рис. 2 и 3). Тем не менее, с хонингованием эта акция имеет мало общего. При этом более или менее изношенная рабочая поверхность цилиндра подвергается лишь чистке и делается немного шероховатой. Этим нельзя добиться улучшения геометрических характеристик цилиндра. Вследствие того, что шлифовальные инструменты нагружены усилием пружины, они точно следуют за каждым отклонением от круглости и каждым перекосом, но, всё-таки, без улучшения при этом геометрии цилиндра. Благодаря меньшему давлению прижима можно едва ли достичь достаточной высоты неровностей поверхности, которая могла бы способствовать улучшению смазки. Вследствие этого появляется большее сопротивление трения для новых поршневых колец, которые немного быстрее прирабатываются к стенке цилиндра. Таким образом, данный износ поверхности цилиндра невозможно предотвратить или уменьшить. Если поршневые кольца изношены, то, исходя из опыта, также и стенка цилиндра изношена в равной мере. Замечательный вид внутреннего отверстия цилиндра не должен вводить в заблуждение, так как здесь речь идёт больше о «косметической операции», чем о имеющих смысл методах ремонта.

Рис. 2

Рис. 3

Самые большие проблемы поршневых колец и их повреждения возникают в результате неправильного обращения с ними при надевании на поршень. Здесь поршневое кольцо вообще подвергается самой большой механической нагрузке. Неумелое надевание колец невыгодно отражается на созданном в процессе производства контуре и распределении радиального давления кольца. В результате желаемый эффект уплотнения проявляется или лишь частично, или его нет вообще.

Поршневое кольцо можно растягивать до тех пор, пока внутренний диаметр не будет равен наружному диаметру поршня. Дальнейшее растягивание ведёт к деформации кольца, особенно на его спинке (рис. 1), что в установленном состоянии приводит к значительным проблемам с герметизацией.

Разрывы, отслаивание покрытия (прежде всего у колец, наполненных молибденом), меньшее усилие прижатия на спинке кольца и возникающие серповидные зазоры (рис. 2) являются проблемами, которые затрудняют работу кольца или вовсе выводят его из строя.

Внимание

Поршневые кольца с целью повышения упругости никогда не разгибать! При растягивании стыковых концов кольцо деформируется только на одном месте – в его спинке. Упругость кольца из-за этого не повышается. Наоборот, при усиленном разгибании кольцо теряет свою круглую форму и не может больше никогда правильно уплотнять.

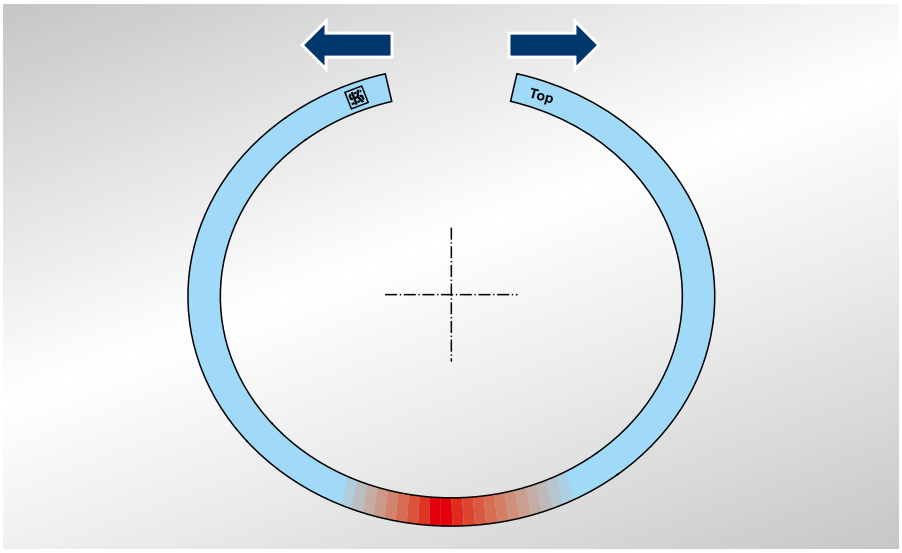


Рис. 1

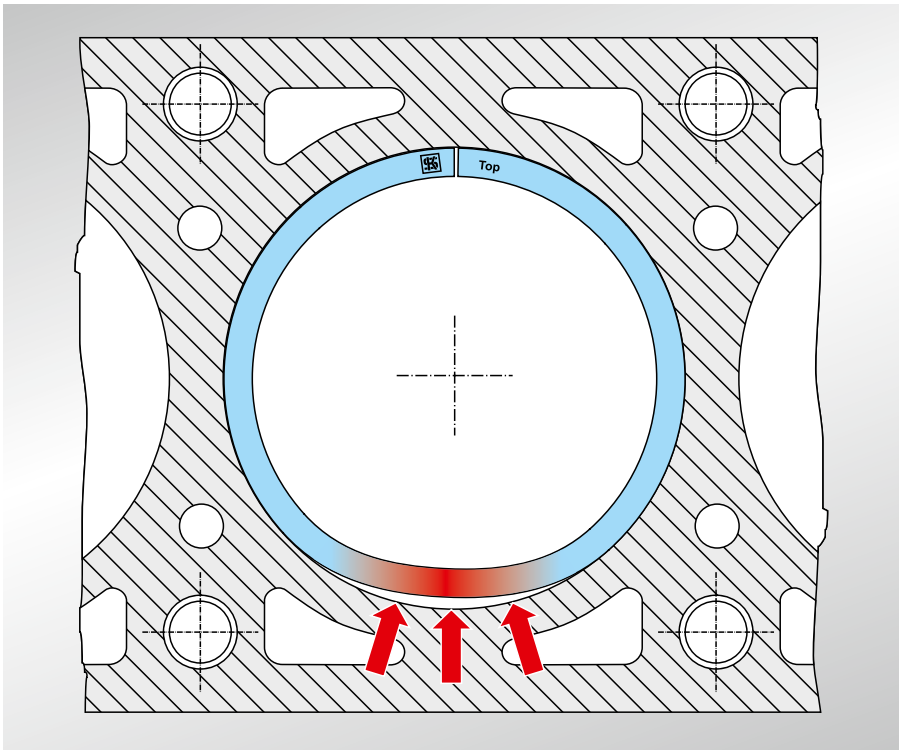


Рис. 2

2.4.1

Монтаж и демонтаж поршневых колец

- Проведите тщательную очистку бывшего в употреблении поршня от прилипшей грязи. Обращайте внимание особенно на то, чтобы кольцевые канавки были свободны от масляного нагара и грязи. Прочистите при необходимости отверстия для обратного стока масла с помощью сверла или другого подходящего для этого инструмента.
- Обращайте внимание на то, чтобы не повредить боковые поверхности канавки при удалении из них масляного нагара. У нижней боковой поверхности канавки речь идёт об уплотняющей поверхности. При эксплуатации повреждения из-за царапин могут повлечь за собой чрезмерный расход масла или усиленный прорыв газов из камеры сгорания в картер двигателя.
- Для монтажа и демонтажа поршневых колец непременно используйте специальные щипцы для их установки. Другие вспомогательные средства, как, напр., петли из провода или отвёртки повреждают и поршневое кольцо и поршень.
- Никогда не натягивайте кольца рукой (исключение: маслосъёмные поршневые кольца со стальными пластинками). Существует не только опасность излома кольца, его деформации и растяжения, но и риск получить ранение от острых краев кольца, если оно разломается.

Рис. 3

Внимание

Быстрое надевание поршневого кольца рукой без того, чтобы его сломать, доказывает, правда, ловкость механика, повреждает, тем не менее, поршневое кольцо в большинстве случаев уже при монтаже.

Монтажный набор для поршневых колец
Товарный № 50 009 913

- Никогда не натягивайте кольца на поршень показанным способом (рис. 1). Если кольцо деформируется и больше не лежит ровно в канавке, то оно больше не вращается в этой канавке, изнашивается только с одной стороны или не совсем достаточно уплотняет. Тем не менее, дело обстоит хуже, если с колец с молибденовым покрытием слой молибдена сходит или надламывается. Если потеря скользящего слоя не происходит уже при монтаже, то это случается самое позднее при обкатке двигателя. Скользящий слой отделяется и повреждает поршень и поверхность цилиндра. Поршень заедает в диаметре цилиндра, потому что горячие отработавшие газы продуваются между поршнем и стенкой цилиндра. Оторвавшиеся частички повреждают поршень и рабочие поверхности цилиндра.
- Избегайте излишнего снятия и надевания поршневых колец. При каждом монтаже кольца немного деформируются. Не снимайте кольца с уже ранее собранных поршней снова, чтобы, например, их заново измерить.
- Соблюдайте последовательность монтажа колец. Сначала монтируется маслосъёмное поршневое кольцо, затем второе, после него – первое компрессионные поршневые кольца.
- Обращайте внимание при монтаже на маркировку. «Top» означает, что эта сторона должна указывать наверх, к камере сгорания. Если Вы не уверены, или нет маркировки «Top», тогда вставляйте кольцо с надписью наверх. «Top» не значит, что речь идёт о первом компрессионном поршневом кольце.

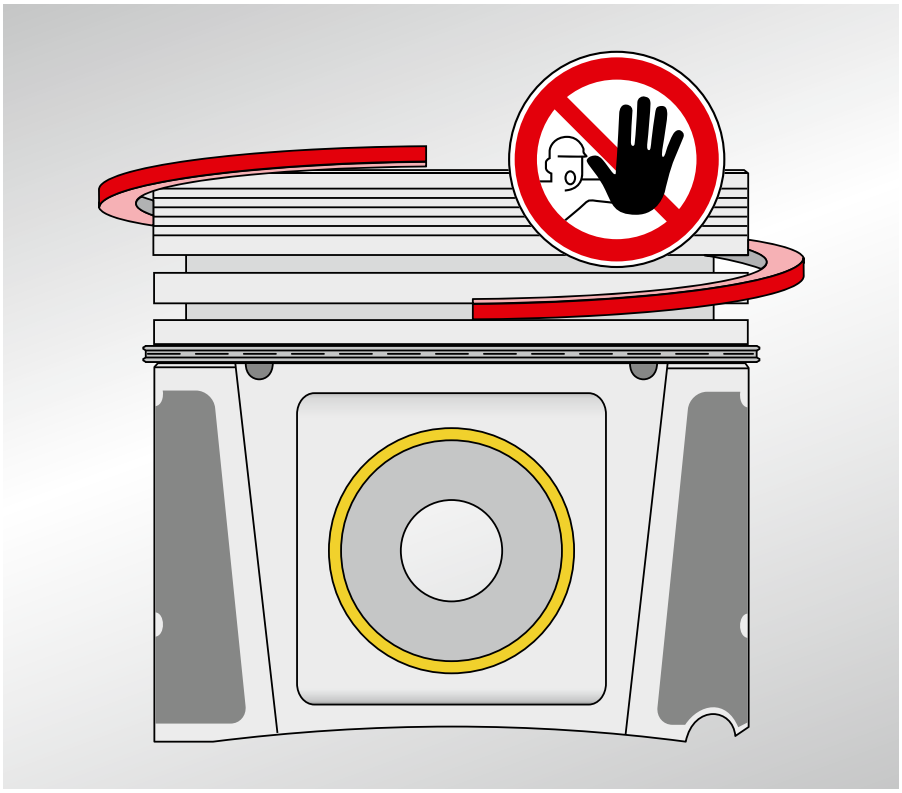


Рис. 1

Рис. 2

➔ Проверьте, могут ли кольца свободно прокручиваться (вращаться) в кольцевых канавках.

Рис. 3

➔ Проверьте, исчезает ли полностью кольцо по всей длине окружности в кольцевой канавке, т.е., рабочая поверхность кольца не должна выходить за пределы юбки поршня. Это важно, так как при недостаточном зазоре на дне канавки (неправильное кольцо или нагар на дне канавки) работа кольца не гарантирована.

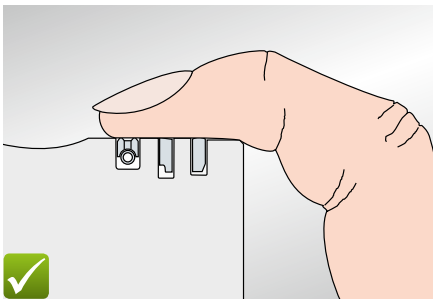


Рис. 4

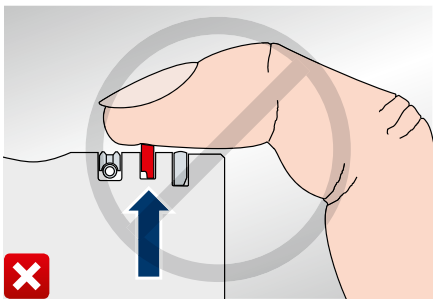


Рис. 5

➔ При монтаже маслосъёмных поршневых колец, состоящих из двух частей, всегда обращайте внимание на положение спирального витого пружинного расширителя (рис. 6). Концы расширителя всегда должны быть расположены напротив стыка поршневого кольца.

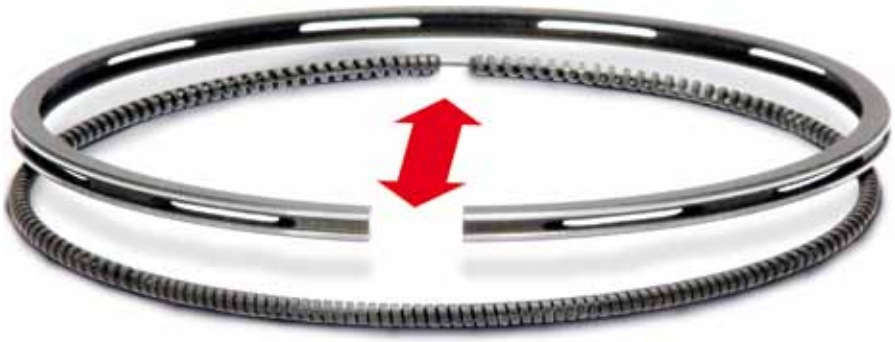


Рис. 6

➔ У состоящих из трёх частей колец правильное положение пружины-расширителя является обязательным для выполнения функции удаления масляной плёнки (рис. 1 и 2). В любом случае перед монтажом проверьте также у поршня с уже вставленными кольцами положение пружины-расширителя. Во время транспортировки концы пружины находятся в ненатянутом состоянии и могут находить друг на друга. Обе цветных маркировки на концах пружины должны быть видны (рис. 3). Если они не видны, то концы пружины перекрываются внахлёстку и кольцо не функционирует. Все стыки маслосъёмного поршневого кольца, состоящего из трёх частей (обе стальные пластины и пружина-расширитель), должны вставляться смещёнными на 120° по отношению друг к другу.

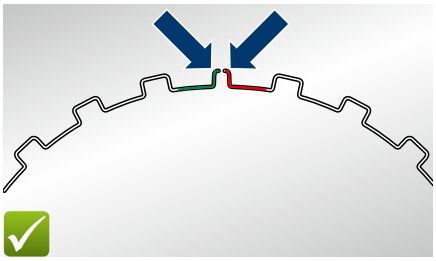


Рис. 1

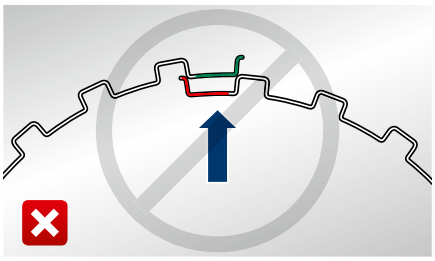


Рис. 2

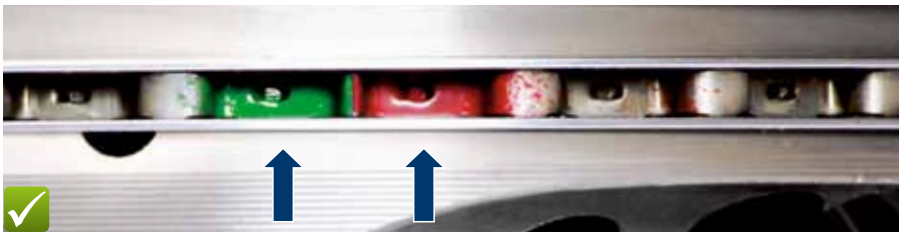


Рис. 3

➔ Сместите стыки поршневого кольца готового для монтажа поршня таким образом, чтобы они лежали примерно 120° по отношению друг к другу. Они помогают поршню и, соответственно, кольцам при первом запуске двигателя. Причина: при первом запуске двигателя сжатие несколько ниже, так как поршневые кольца ещё не приработались. При помощи смещения стыковых концов по отношению друг к другу можно помешать тому, чтобы при первом пуске двигателя слишком много газов просачивалось из камеры сгорания в картер двигателя и, вследствие этого, двигатель плохо заводился.

Рис. 4

2.4.2

Вставка поршня во внутренний диаметр цилиндра

- Если при ремонте уплотнительная поверхность блока цилиндров не подвергалась чистовой обработке, то основательно очистите её от остатков прокладки.
- Тщательно очистите все резьбовые отверстия от грязи, масла и охлаждающей жидкости, которая возможно ещё там есть.
- Проведите всю работу по очистке, прежде чем вставлять поршни в диаметры цилиндров.
- Смочите свежим моторным маслом все поверхности в поршне. Не забудьте поршневой палец и шатунный подшипник!
- При монтаже обращайте внимание на направление поршня (маркировка для монтажа на днище поршня, клапанных карманах).
- Очистите внутреннее отверстие цилиндра ещё раз ветошью и смочите его также моторным маслом.
- Проверьте Вашу натяжную ленту поршневого кольца на наличие повреждений и вмятин, устраните их и при необходимости поменяйте инструмент.
- При монтаже поршня обращайте внимание на то, чтобы натяжная лента или коническая монтажная втулка ровно лежала на уплотнительной поверхности головки блока цилиндров.

Рис. 5

Рис. 6

- При монтаже поршня не должно быть сильного давления. Если поршень не хочет скользить внутри цилиндра, непременно проверьте натяжную ленту поршневого кольца. Не перекручивайте место открытия ленты таким образом, чтобы оно находилось на том же месте, где и стыковые концы колец.
- Не устанавливайте поршни в двигатель без монтажного инструмента (риск получения травмы, опасность повреждения кольца).
- Если для монтажа используется рукоятка молотка, то на днище поршня может действовать только вес самого молотка. Никогда не используйте молоток для того, чтобы силой вогнать поршень в диаметр цилиндра! Если поршневые кольца не ломаются уже при монтаже, они всё-таки могут погнуться, и из-за этого не достаточно хорошо выполнять своё задание.
- Монтаж с применением силы вредит не только кольцам, но также может повредить поршень. Это важно особенно для поршней бензиновых двигателей. У них жаровые или рабочие пояса очень тонкие, и при ударе кольца легко надламываюся или совсем разламываются. Результат: потеря мощности и скорый (и дорогой) ремонт.
- Избегайте того, чтобы грязь и песок попадали в диаметр цилиндра, после того, как поршни уже встроены. Положите при необходимости чистую ткань на/в отверстия, чтобы предотвратить загрязнение. Особенно тогда, когда работы проходят в пыльной обстановке и/или вне помещения.

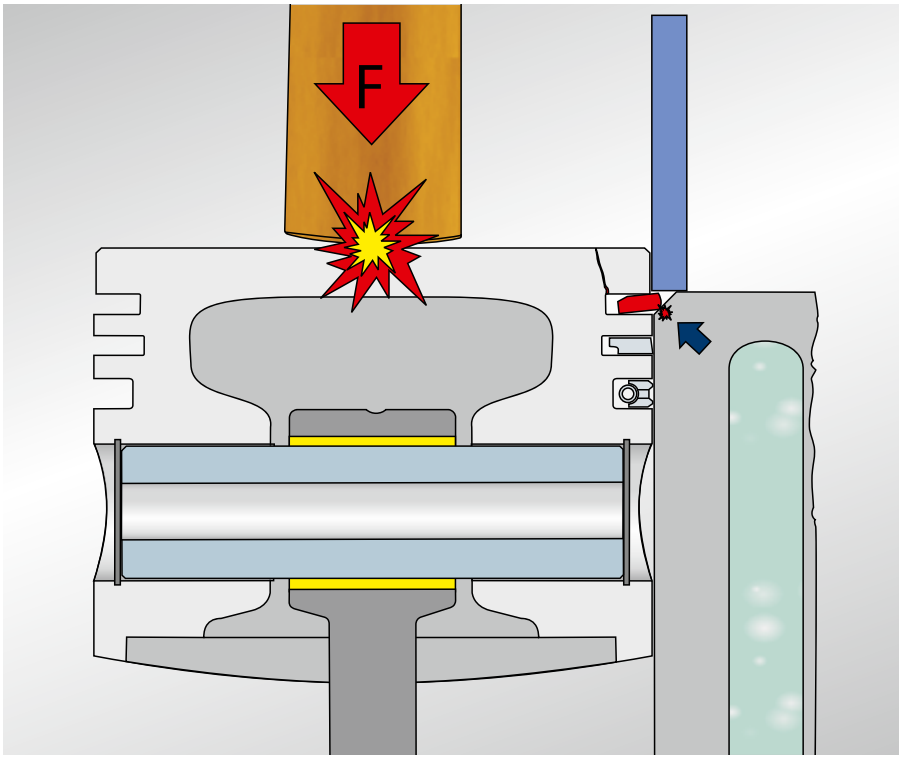


Рис. 1

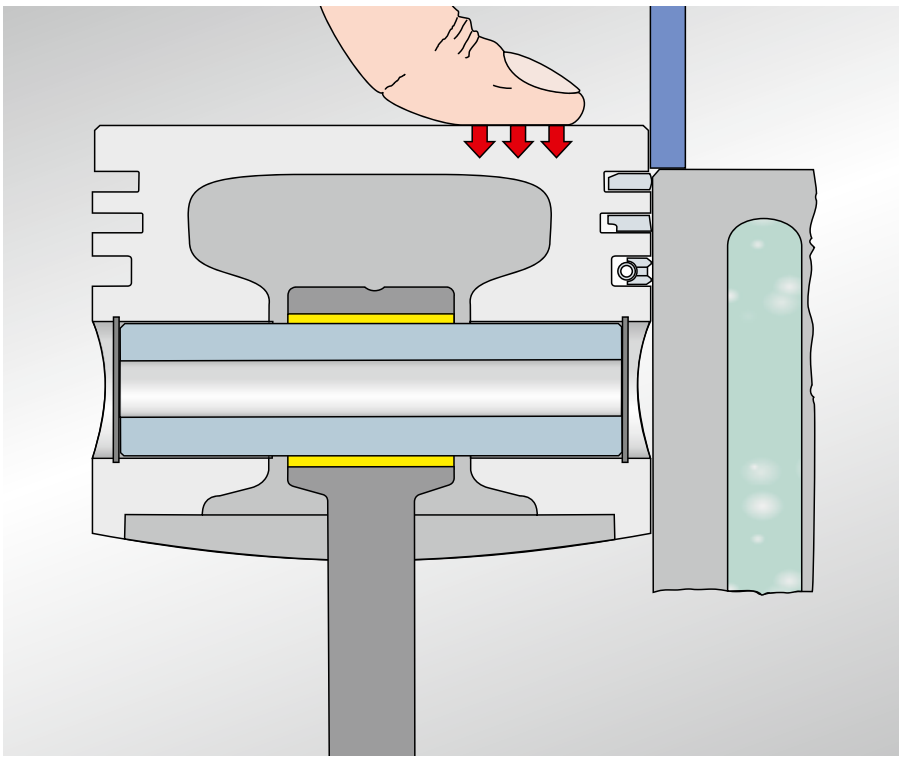


Рис. 2

2.5.1
Общая информация

Если речь идёт о запуске двигателя, то обычно имеют в виду все двигающиеся элементы конструкции, которые должны быть подогнаны друг к другу. Это, в принципе, правильно, но особенно это касается поршневых колец. Поршневые кольца – это те элементы конструкции, которые из-за их функций подвергаются наибольшой нагрузке и должны приработаться не только к поверхности других движущихся деталей, но также ещё отлично уплотнять. Поэтому поршневые кольца являются теми элементами конструкции, которые извлекают наибольшую пользу из предписанного и, вместе с тем, хорошего запуска двигателя. Далеко не все снабжаемые маслом под давлением элементы конструкции должны справляться при запуске с такими высокими нагрузками, как поршневые кольца.

Часто клиенты и техники имеют разные точки зрения, что касается запуска двигателя и его обкатки после ремонта. С одной стороны, существует мнение, что время обкатки от 500 до 1 500 км по-прежнему необходимо, с другой стороны, однако, что времени для этого вообще не требуется. Последнее высказывание следует также не в последнюю очередь из данных некоторых производителей двигателей, не предполагающих специальной обкатки двигателя. Оба мнения верны и имеют своё основание. Здесь нужно только делать различие между совершенно новыми и отремонтированными двигателями.

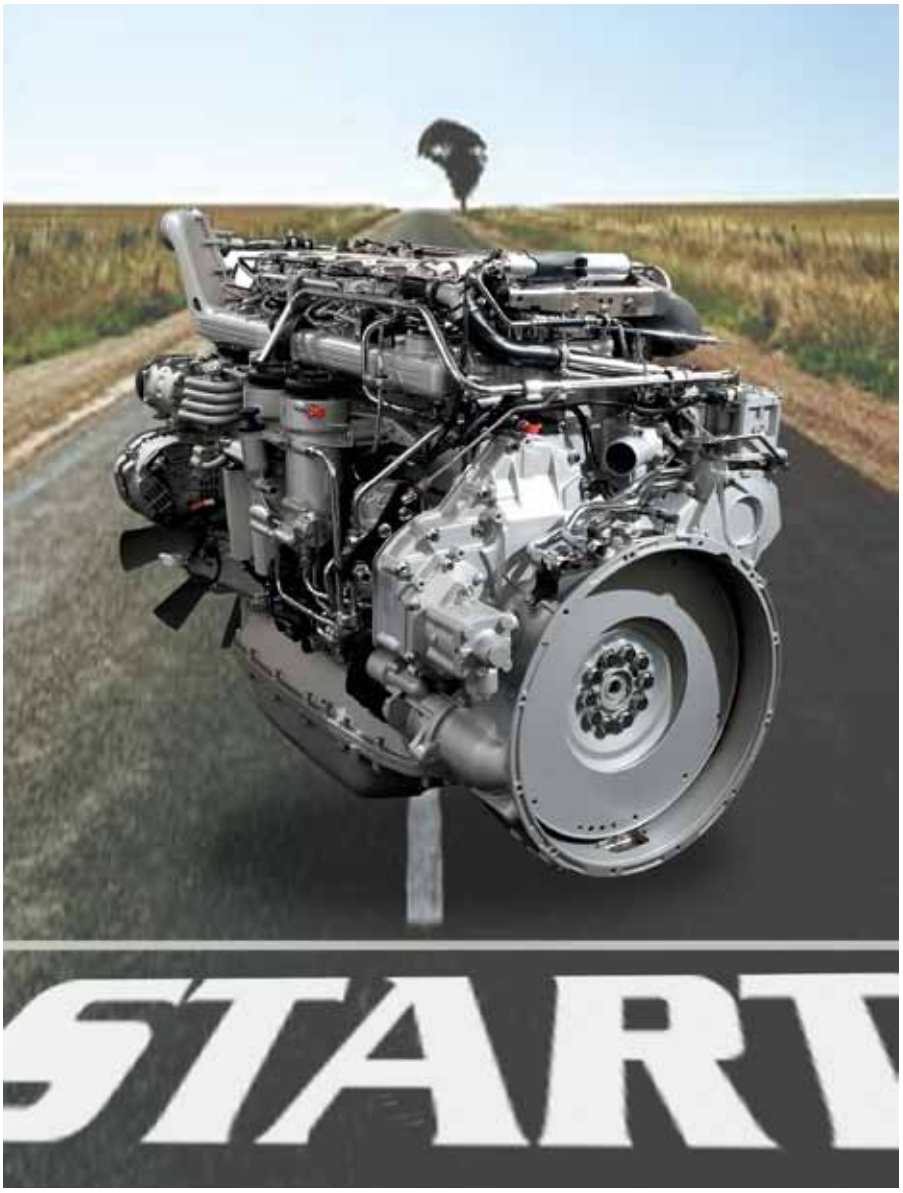


Рис. 3

2.5.2
Обкатка совершенно новых двигателей

Сегодня совершенно новые двигатели изготавливаются при использовании самых современных методов производства. Пары скольжения изготавливаются так, что то, что раньше обычно происходило во время обкатки двигателя, уже предвосхищается благодаря специальным проиводственным процессам изготовления элементов конструкции. Это происходит не только благодаря специальным процессам производства (например, у рабочих поверхностей цилиндра), но и благодаря тончайшей обработке остальных движущихся деталей. При этом в основном речь идёт о процессе притирки, чтобы освободить поверхности от возникших во время обработки тончайших заусенцев и неровностей. Раньше этот процесс пригонки был предоставлен скользящим друг по другу деталям, которые должны были прирабатываться во время обкатки друг к другу. Тем не менее, этот процесс проходил не без значительной потери материала. Поршневые кольца теряли, к примеру, уже в течение первых часов эксплуатации значительную часть их резервов износа. Особенно в сегодняшнее время, когда дискуссии возникают из-за каждого миллиграмма выброшеных вредных веществ, требуются двигатели, которые уже с самого начала имеют определённые показатели расхода топлива и, вместе с тем, предельно допустимые показатели токсичности отработавших газов.

Обкатка дигателя, при которой скользящие друг по другу поверхности должны сначала благодаря трению приработаться, при этом сильно изнашиваясь, сегодня в современном моторостроении едва ли мыслима. В конце концов, конечный потребитель ожидает, что автомобильный пробег будет во много раз больше, чем тот, который 25 лет назад был оптимальным. Не в последнюю очередь, совершенно новое транспортное средство проходит, пока оно побывает в различных центрах логистики и при транспортировке и, наконец, дойдет до клиента, настоящий «марафон» запусков холодного двигателя. Нередко двигатель должен переносить до 150 холодных запусков без того, чтобы когда нибудь достичь рабочей температуры. В связи с этим, подумайте, также, об отправке морем в другие страны и на другие континенты.

Двигатель, который ещё должен был бы обкататься, имел бы в этих условиях плохой старт.
Дальнейшая причина для упрощённой инструкции по обкатке двигателей для совершенно новых транспортных средств состоит в том, что из-за сегодняшней интенсивности дорожного движения автомобили едва ли могут достигать пределов их мощности. Даже на скоростных автомобильных магистралях, неограниченных пределом скорости движения, сегодня едва ли возможно развить максимальную скорость и, соответственно, использовать номинальную мощность двигателя в течение более длинного периода. Водитель, который раньше ездил на автомобиле с мощностью в 30 кВт и при небольшой скорости довольно быстро передвигался, умудрялся без проблем уже на обыкновенном шоссе использовать своё транспортное средство в течение длительного времени при полной нагрузке.

Рис. 1

2.5.3

Обкатка приведённых в исправность и соответственно отремонтированных двигателей

Иначе, чем при совершенно новых двигателях, отремонтированным двигателям, в которых используются новые гильзы цилиндра, или у которых диаметры цилиндра до следующего размера доводятся хонингованием или растачиванием, очень необходима хорошая обкатка. На практике на предприятиях по ремонту двигателей (в зависимости от имеющегося машинного парка и производственного оборудования) не всегда возможно так точно и так чисто работать, как на производстве.

Бывшие в употреблении двигатели после ремонта уже больше не станут новыми. Часто новые и бывшие в употреблении детали комбинируются, и двигатели по причине издержек полностью не проверяются. Обкатка является необходимее всего тогда, когда подгоняются диаметры цилиндров, головки цилиндров или коленчатые валы. На практике часто невозможно достичь тех же параметров обработки, как при начальном производстве, так как их значения часто неизвестны или находящиеся в распоряжении машины допускают только стандартную обработку. По этим причинам у отремонтированных двигателей рекомендуется соблюдать далее описанные предписания по их обкатке.

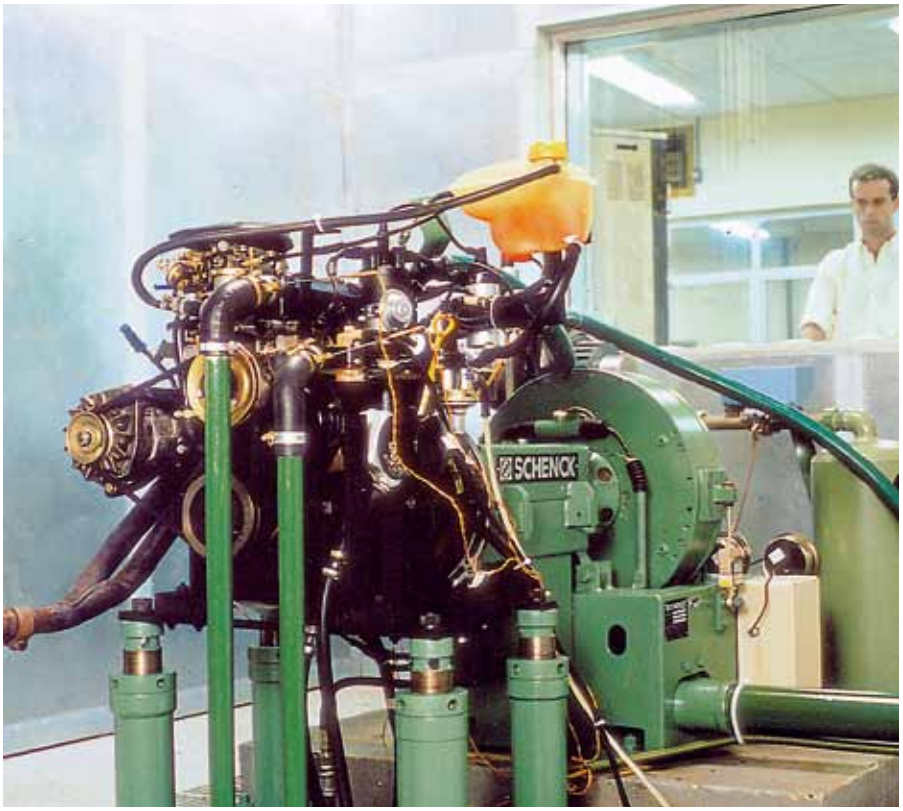


Рис. 2

2.5.4 Рекомендации по обкатке двигателя после ремонта

- Двигатель в любом случае обкатывать на дороге или испытательном стенде.
- Транспортное средство полностью не нагружать.
- Двигатель приводить в действие с постоянно переменными частотами вращения до макс. 2/3 максимальной частоты вращения.
- При езде плавно переключать с нижней передачи на верхнюю, своевременно переключать передачи.
- Никакой длительной езды вверх в гору (слишком большая нагрузка).
- Никакой длительной езды вниз с горы (слишком маленькая нагрузка и бесполезный режим принудительного холостого хода).
- Никакого использования тормозных механизмов.
- Никакой езды по скоростной автомобильной магистрали. Не развивать максимальную скорость. Избегать езды на дорогах с пробками.
- Предпочитать поездки на дальнее расстояние и свободное передвижение по городу. Однако, избегать передвижения по городу при крайне высокой атмосферной температуре и в «час пик» с многочисленными остановками у светофора и простоями.

Внимание

Для совершенно новых транспортных средств существует инструкция по их обкатке. То же самое действует и для двигателей после ремонта. Если нет испытательного стенда, чтобы провести определённую программу обкатки, то тогда двигатель должен быть обкатан на дороге.

Постоянный контроль уровня масла во время обкатки

Расход масла может увеличиться в период обкатки. Целесообразно контролировать уровень масла после 50 – 100 км и при необходимости его добавить. При заметном падении уровня масла на указателе дальше проконтролировать уровень масла через короткое расстояние. Не переполнять.

Замена масла после 1 000 км

Хотя у современных двигателей в совершенно новых автомобилях уже в течение длительного времени нет необходимости в замене масла после первых 500–1 000 км, у двигателей после капитального ремонта она всё же рекомендуется. Причина для этого состоит в том, что часто не все быстроизнашивающиеся детали полностью обновляются или ремонтируются. Из-за ранее случившихся повреждений двигателя часто находится ещё много грязи в системе моторного масла или присутствует ещё пыль после чистовой обработки различных компонентов, а также металлическая пыль после приработки, которые с помощью замены масла и – ЧТО ОЧЕНЬ ВАЖНО! – при помощи масляного фильтра должны быть удалены из системы моторного масла.

Внимание

Длящийся часами режим работы двигателя на холостом ходу абсолютно вреден для него! При холостом ходе двигатель не обкатывается. Наоборот, он может даже получить повреждение. При режиме холостого хода подшипники и поршни плохо снабжаются маслом. Смазывание поставлено под сомнение, так как масляный насос при частоте оборотов холостого хода поставляет небольшое количество масла. Поток масла через подшипники уменьшен и это, прямо сказать, не в самый благоприятный момент. Именно теперь, когда из-за процессов пригонки деталей повышается тепловыделение по причине трения, необходимое для смазывания и охлаждения масло отсутствует.

Каналы для снабжения маслом и линии при отсутствии потока масла вентилируются и промываются неправильно. Металлическая пыль, остаточная грязь от ремонта или более раннего повреждения, которые ещё находятся в системе маслоснабжения, не вымываются достаточно быстро из подшипников скольжения и не смываются со стенки цилиндра. Вся эта грязь остается на месте впуска и вызывает там уже очередной износ. Не нужно забывать также и топливную систему. Именно у дизельных двигателей с новыми или отремонтированными инжекторами было бы важно, чтобы они правильно промывались. Впрыснутое на холостом ходу количество топлива, тем не менее, очень мало. Несколько тяжёлая в ходу игла распылителя при определённых обстоятельствах также не открывается или распыляет топливо неправильно.

2.6.1
Перекос поршня

Вследствие повреждений двигателя то и дело происходит скручивание и прогиб шатунов. Если при ремонте большая и маленькая головки шатуна не проверяются на параллельность или шатун не выпрямлен, то позже при эксплуатации происходит боковое смещение поршня в диаметре цилиндра (рис. 1). Поршневые кольца, как показано на рисунке 2, совершают не круговые движения в диаметре цилиндра, а принимают форму эллипсов. Вследствие этого возникают серьёзные проблемы, касающиеся уплотнения. Поршневые кольца прилегают на одной стороне цилиндра к нижнему краю, а на другой стороне к верхнему. Если кольцо ещё может вращаться в кольцевой канавке, оно в очень короткий срок станет выпуклым. Эта выпуклость значительно превосходит задуманную по конструкции, так что масляная плёнка будет значительно толще и хорошее её удаление станет невозможным. Кроме того, из-за перекоса поршня на кольцах возникает насосный эффект, благодаря которому перекачивается слишком много масла в камеру сгорания.

Часто из-за перекоса поршневые кольца больше не могут вращаться и принимают форму эллипса. Вследствие этого, происходит неравномерный радиальный износ, что нередко приводит к разлому поршневых колец.

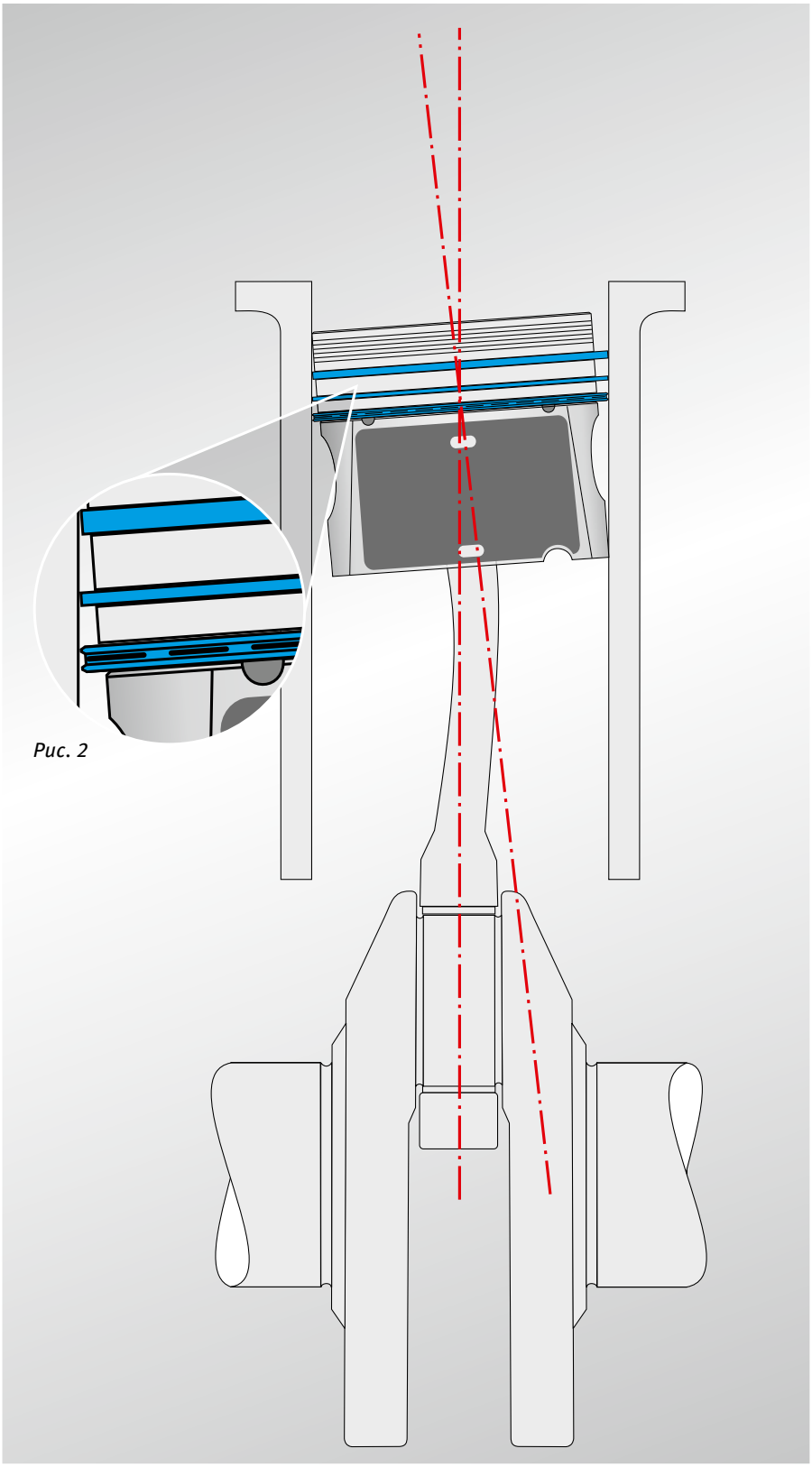


Рис. 2

Рис. 1

2.6.2
Овальное отверстие

В цилиндрах с овальными отверстиями напряжение в поршневом кольце приводит к тому, что кольца совсем нет или только очень медленно притираются к стенке цилиндра и, таким образом, не выполняют свою предписанную функцию герметизации.

2.6.3
Заклинивание поршневого кольца и помехи при вращении

Проблемы, касающиеся уплотнения, часто возникают тогда, когда кольца у четырёхтактных ДВС не могут свободно передвигаться в кольцевых канавках. Повреждения поршней и цилиндров тогда уже запрограммированы (перегрев и задир поршня). Поршневые кольца с поперечным сечением в форме трапеции (смотри главу 1.3.1 Компрессионные поршневые кольца) из-за их формы не так восприимчивы к припеканию или блокированию в кольцевых канавках.

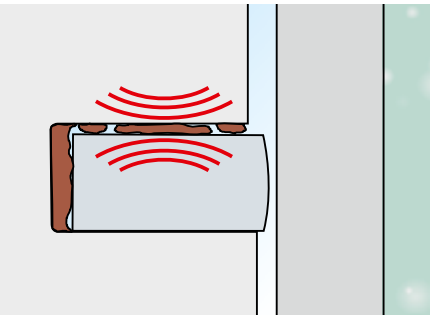


Рис. 1

Причины для блокирования кольца и различные способы его предотвращения

- Кольца не должны заедать в канавке в осевом направлении. Ровность поверхности поршневых колец должна быть гарантирована. В любом случае нужно избегать того, чтобы поршневые кольца в результате неправильного обращения с ними при надевании на поршень становились погнутыми (смотри главу 2.4.1 Монтаж и демонтаж поршневых колец).
- Кольцевая канавка должна подходить поршневому кольцу по размеру.
- Кольцевые канавки должны быть очищены от грязи и прочих отложений (рис. 1).
- Моторное масло должно иметь правильную спецификацию, установленную производителем двигателей. Неправильное масло является причиной нагарообразования и припекания колец в их канавках.
- Эксплуатация двигателя с растительными маслами и альтернативным топливом.
- Погнутые шатуны, и вместе с ними перекосы поршней во внутреннем отверстии цилиндра.

2.6.4
Грязь

Появление грязи в двигателе – это одна из самых частых причин для его быстрого износа, а также износа поршневых колец. Повреждения от грязи имеют две основные причины:

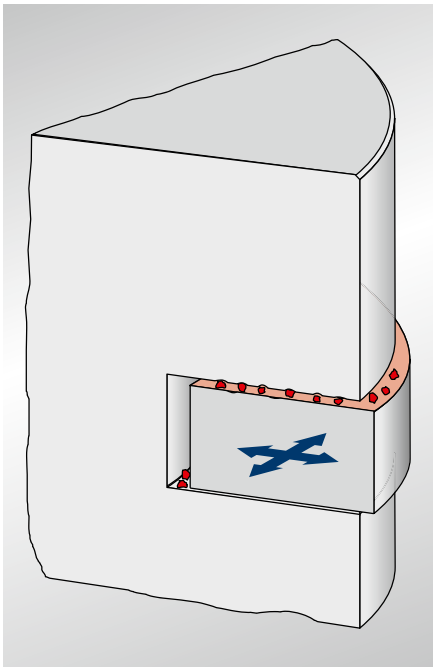


Рис. 2

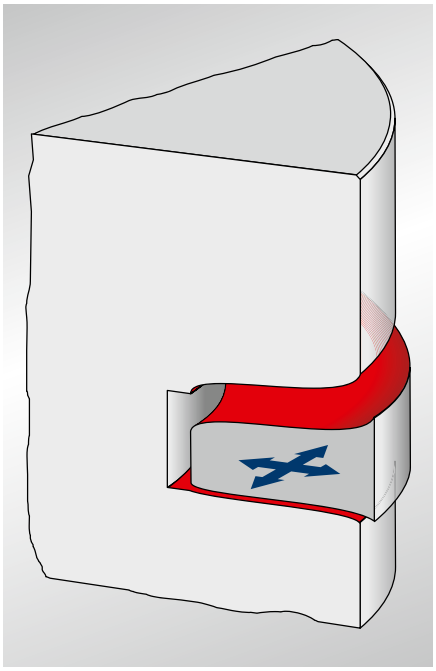


Рис. 3

Причина 1
Загрязнения проходят в камеру сгорания вместе со впускаемым воздухом. Это всегда происходит тогда, когда пренебрегается техническим осмотром воздушного фильтра, когда автомобиль передвигается без воздушного фильтра или же если система впуска негерметична, и грязь мимо воздушного фильтра попадает в камеру сгорания. Находящаяся в камере сгорания грязь попадает также в кольцевые канавки, где она, смешиваясь с имеющимся там маслом, образует абразивную пасту (рис. 2). Поршневые кольца стираются тогда по высоте, а кольцевые канавки расширяются (рис. 3). Износ, вызванный загрязнениями на поршневых кольцах, проявляется преимущественно в осевом направлении на боковых поверхностях кольца. В поперечном направлении (на рабочей поверхности) кольцо снашивается из-за возникающего полусухого трения тоже, однако, не настолько сильно, как на боковых поверхностях. Частым признаком загрязнения в кольцевых канавках являются следы на боковых поверхностях кольца, оставляемые при качении. При этом грязь, которая состоит преимущественно из мелкого песка, выцарапывает при вращении колец и перекосе поршня характерный рисунок на боковой поверхности кольца.
Так как кольца при работе прилегают, в основном, к нижней боковой поверхности канавки, износ появляется преимущественно на верхней боковой поверхности кольца. Там находятся также и следы, оставляемые при качении, рис. 1 и 2 (стр. 62).

Внимание
Повреждения от грязи за немногим исключением касаются в равной мере всех внутренних отверстий цилиндров – все внутренние отверстия цилиндров, которые делят между собой впускную трубу или впускную перемычку. У соседних внутренних диаметров цилиндров, которые снабжаются через одну и ту же впускную трубу, повреждение от грязи только в одном диаметре цилиндра практически едва ли возможно. Это – важное обстоятельство, которое должно быть принято во внимание при диагностировании повреждения. Если только отдельные диаметры цилиндров подверглись сильному износу и негерметичность впускной трубы исключена, тогда, вероятно, имеется избыток топлива в камере сгорания (смотри к этой теме главу 2.6.5 Избыток топлива в камере сгорания).

Причина 2
Из-за более раннего повреждения и/или плохо проведенного ремонта грязь находится еще в системе циркуляции масла. Тогда грязь начинает с кривошипной камеры совершать на стенках цилиндров и поршней своё разрушительное действие. С помощью циркуляции загрязненного масла частицы загрязнений попадают также на все опорные места в двигателе. Масло хотя и проходит через масляный фильтр, но часто система циркуляции масла не совсем хорошо чистится. Грязь, которая находится уже на очищенной стороне масляного цикла, попадает на опорные места и приводит к преждевременному износу или к повреждениям.

Часто при повреждении двигателя масляный фильтр настолько засоряется пылью, появившейся при истирании, что открывается клапан байпасного регулирования. Моторное масло попадает тогда в неотфильтрованном виде к местам смазывания. Этот факт нужно принимать во внимание при конструкции двигателя, чтобы избежать капитальных повреждений двигателя по причине полной потери масла в подшипниках. Часто после повреждения двигателя в масляном радиаторе и его смазочных линиях находится ещё большое количество загрязнений. Поэтому это безответственно, подсоединять новый или отремонтированный двигатель к неочищенному масляному радиатору и сдавать его в эксплуатацию. Такие двигатели из-за повреждения подшипников не выдерживают часто даже испытательного пробега.

Рис. 1

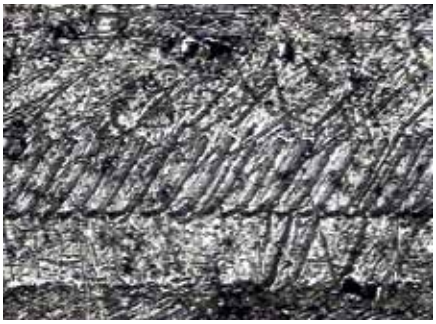


Рис. 2

Внимание
Если масляный радиатор из-за повреждения двигателя загрязняется, то часто чистка обещает мало успеха. В этом случае лучше использовать новый масляный радиатор, чтобы исключить риск повреждения, который появляется в результате применения старого.

2.6.5

Избыток топлива в камере сгорания

После повреждений от грязи, повреждения и износ из-за избытка топлива в камере сгорания являются второй частой причиной повреждения поршневых колец. При избытке топлива в камере сгорания масляная плёнка на стенке цилиндра настолько сильно повреждается, что поршневые кольца трут металлом о металл по стенке цилиндра и при этом очень быстро теряют радиальную толщину. Металлический контакт поршневых колец со стенкой цилиндра (рис. 4) может появляться только на короткое время и только в исключительных случаях (например, при запуске холодного двигателя) и не допустим в остальных режимах эксплуатации. Срок службы поршня, поршневых колец и внутреннего отверстия цилиндра значительно укорачивается. В нормальном состоянии скользящие друг по другу детали всегда разделены масляной плёнкой (рис. 3). При этом масляная плёнка должна быть толще чем неровности на поверхностях элементов скольжения.

При эксплуатации двигателя из-за сбоев процесса сгорания топливо часто скапливается и также конденсируется на стенке цилиндра. Масляная плёнка, при этом, разбавляется или смывается. Благодаря возникающему полусухому трению поршневые кольца полностью снашиваются уже через несколько тысяч километров. Мощность снижается и потребление масла двигателем увеличивается.

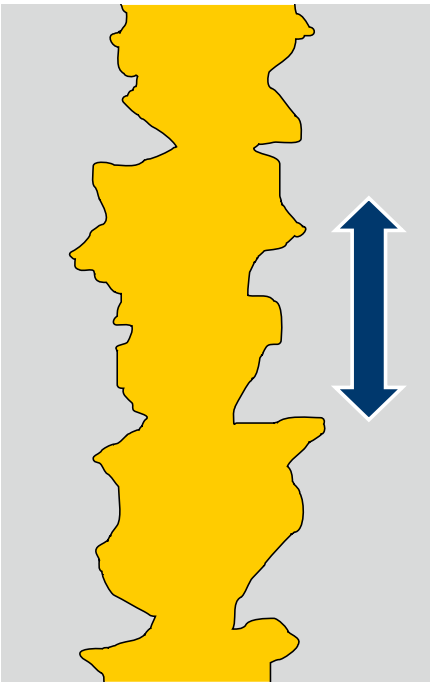


Рис. 3

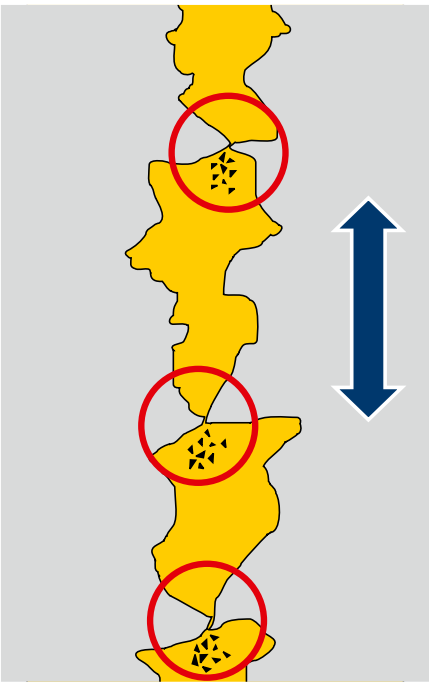


Рис. 4

Полусухое трение ведёт к слишком сильному радиальному износу поршневых колец и наружней поверхности цилиндра. Его очень легко заметить на обоих рабочих поясках маслосъёмного поршневого кольца. На рисунке 1 можно увидеть новое и изношенное в результате смешанного трения маслосъёмные поршневые кольца. Оба рабочих пояска полностью стёрты. Двигатель, которому принадлежало кольцо, имел чрезмерный расход масла. Такого рода радиальный износ, который появляется не только на маслосъёмных поршневых кольцах, можно почти всегда зачислить на счёт избытка топлива в камере сгорания.

Особенно тогда, когда износ во всех поршнях не выражен равным образом, речь идёт об износе из-за полусухого трения при избытке топлива в камере сгорания. Такая ситуация случается очень даже часто и служит доказательством того, что кольца изношены вовсе не из-за предположительно плохого качества материала или неправильной обработки цилиндра. Это произошло бы тогда в равной мере со всеми поршнями и поршневыми кольцами, а не только с определёнными цилиндрами.

Износ из-за полусухого трения при избытке топлива в камере сгорания происходит как у бензиновых, так и дизельных двигателей.

У бензиновых двигателей (прежде всего, у более старых карбюраторных двигателей) частые поездки на короткие дистанции и перебои в зажигании являются основными причинами. Бензиновые двигатели нуждаются для начала работы и в период прогрева в намного большем количестве топлива чем в режиме работы. При частой езде на короткие дистанции при определённых обстоятельствах конденсированное и оставшееся на стенке цилиндра топливо не может испариться и смешивается с моторным маслом. Вследствие этого масло разбавляется, и по причине потери его вязкости появляется смешанное трение. У бензинового двигателя избыток топлива в камере сгорания появляется также из-за дефектных свечей зажигания или катушек зажигания, так как топливо не воспламеняется и не сгорает.

У дизельных двигателей впрыснутая масса топлива воспламеняется в камере сгорания в воздухе с высокой степенью сжатия. При недостаточной компрессии (плохое заполнение) или при плохом качестве топлива происходит задержка самовоспламенения, жидкое топливо сгорает не полностью и накапливается в камере сгорания.

Рис. 1

Дальнейшими причинами для избытка топлива в камере сгорания у дизельного двигателя являются:

- Дефектные и неплотные впрыскивающие форсунки.
- Дефект топливного насоса высокого давления (ТНВД) и ошибки при его регулировке.
- Неправильно проложенные и закрепленные топливопроводы высокого давления (колебания).
- Механические ошибки (удары поршня о головку блока цилиндров) из-за неправильного размера выступа поршня, вызванного чистовой обработкой уплотнительных поверхностей и применением прокладок головок цилиндров неправильной толщины.
- Плохое заполнение из-за засоренных воздушных фильтров.
- Плохое заполнение из-за дефектных или изношенных турбонагнетателей.
- Плохое заполнение из-за изношенных или сломанных поршневых колец.
- Плохое качество топлива (плохое самовоспламенение и неполное сгорание).

Внимание

Также при этом виде повреждения нужно делать различие, изношен ли только один определённый или все цилиндры. Для повреждений во всех цилиндрах скорее всего существует глобальная причина, такая, как плохое качество топлива или плохое заполнение. При повреждениях отдельных цилиндров виновниками чаще всего являются дефектные впрыскивающие форсунки, топливопроводы высокого давления, свечи зажигания или провода высокого напряжения.

2.6.6
Изломы

Изломы поршневых колец возникают либо из-за чрезмерного износа, из-за их вибрации, либо из-за допущенной при монтаже колец ошибки.

Изломы при работе поршневых колец не появляются без крайних условий эксплуатации. При надевании колец на поршень механическая нагрузка гораздо выше, чем во время их эксплуатации. При натягивании на поршень поршневые кольца должны выдерживать намного большее напряжение при изгибе, чем при монтаже в цилиндр. Кольцо с дефектами в структуре или с браком материала ломалось бы уже при натягивании.

Если можно найти изломанные поршневые кольца непосредственно после ремонта поршней в двигателе, то в большинстве случаев они были повреждены или сломаны при неумелом монтаже поршня или в результате использования неправильных монтажных инструментов.

Кольца могут ломаться и после длительного срока эксплуатации. Это происходит, если радиальная или осевая толщина стенки по причине износа уже значительно уменьшилась. Чаще всего кольцо из-за слишком большого зазора по высоте начинает вибрировать и не может больше противостоять той нагрузке, которой оно подвержено. При этом, в большинстве случаев кольцо разламывается на много маленьких фрагментов.

Рис. 2

Однако, у колец не должна обязательно уменьшится толщина материала, чтобы они разломались. Если в режиме эксплуатации происходят сбои процесса сгорания, то кольца по причине высокой нагрузки могут поломаться, даже если они не были изношены. Также непреднамеренное проникновение воды или масла в камеру сгорания может привести к разламыванию колец. Жидкости нельзя сжимать. Если объём жидкости превосходит объём камеры сгорания, то жидкость должна либо протиснуться мимо поршня, либо поршни или поршневые кольца ломаются. Шатун также может деформироваться, или же разрушается стенка цилиндра/гильза цилиндра.

2.6.7
Вибрация кольца

Кольца могут начать вибрировать, особенно в бензиновых двигателях при средней нагрузке и большом числе оборотов двигателя. Под понятием «вибрация» понимают здесь не только отделение поршневого кольца от нижней опорной боковой поверхности, но и потерю уплотняющей функции кольца по причине отсутствия радиального прилегания к стенке цилиндра (ослабевание). И то, и другое влечёт за собой потерю мощности и высокий расход масла, так как кольца либо уплотняют плохо, либо вообще не уплотняют.

Осевая вибрация кольца начинается в большинстве случаев уже у самого стыка. Стыковые концы кольца из-за своего открытого положения склонны особенно к тому, чтобы при неблагоприятных условиях эксплуатации отделиться от нижней опорной поверхности. Вибрирующие стыковые концы передают тогда колебание в виде волн на всё поршневое кольцо.

Внимание

Благодаря меньшим силам инерции кольца небольшой высоты меньше подвержены ны вибрации. Более высокое давление прижима на стыковых концах противодействует склонности к вибрации.

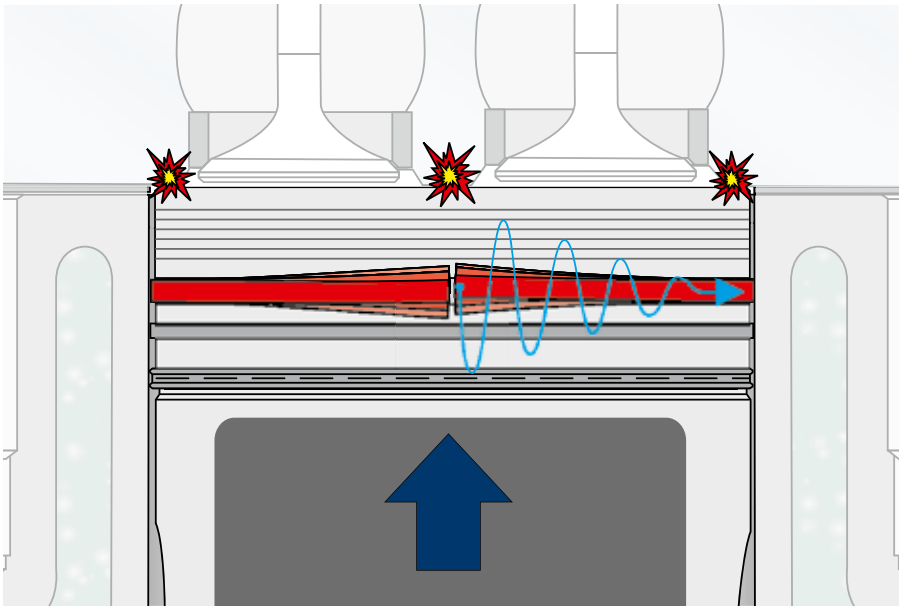


Рис. 1

Причинами для осевой вибрации поршневого кольца являются:

- Слишком большой зазор кольца по высоте.
- Потеря упругости кольца (износ) и, вместе с тем, плохое прижатие на стыковых концах, особенно у поршневых колец с грушевидным распределением радиального давления (смотри также главу 1.6.2 Распределение радиального давления).
- Механический контакт поршня с головкой блока цилиндров по причине допущенных ошибок при ремонте, особенно у дизельных двигателей (рис. 2).
- Детонационное сгорание из-за неисправности устройства управления двигателем (смесеобразование, зажигание) и по причине недостаточного качества топлива (слишком низкое октановое число, примеси дизельного топлива).
- Изношенные канавки для поршневых колец.
- Слишком маленький объём горючей смеси на дне канавки из-за отложений в ней масляного нагара (причина: слишком высокая температура сгорания) и/или из-за неудовлетворительного качества моторного масла.

Радиальная вибрация поршневого кольца

Из-за нарушенного соотношения сил (увеличение давления газа на рабочую поверхности кольца) поршневое кольцо может отделиться от поверхности цилиндра и больше не уплотнять, рис. 2 и рис. 1 (стр. 68).

Причинами для этого являются:

- Изношенные поршневые кольца (уменьшение радиальной толщины стенок) и с этим связанная потеря усилия прижима поршневого кольца на стенке цилиндра, а также пониженная жёсткость кольца.
- Некруглые диаметры цилиндра и с этим связанное усиленное проникновение давления сгорания в щель между рабочей поверхностью поршневого кольца и кольцевым зазором.
- Перекос поршня по причине погнутых шатунов. Из-за перемещения под наклоном в пределах внутреннего отверстия цилиндра кольцо описывает несколько овальную траекторию. Таким образом, на одной стороне цилиндра, там, где поршень прилегает менее плотно, проникает больше отработавшего газа в область жарового пояса и между поршневым кольцом и стенкой цилиндра.

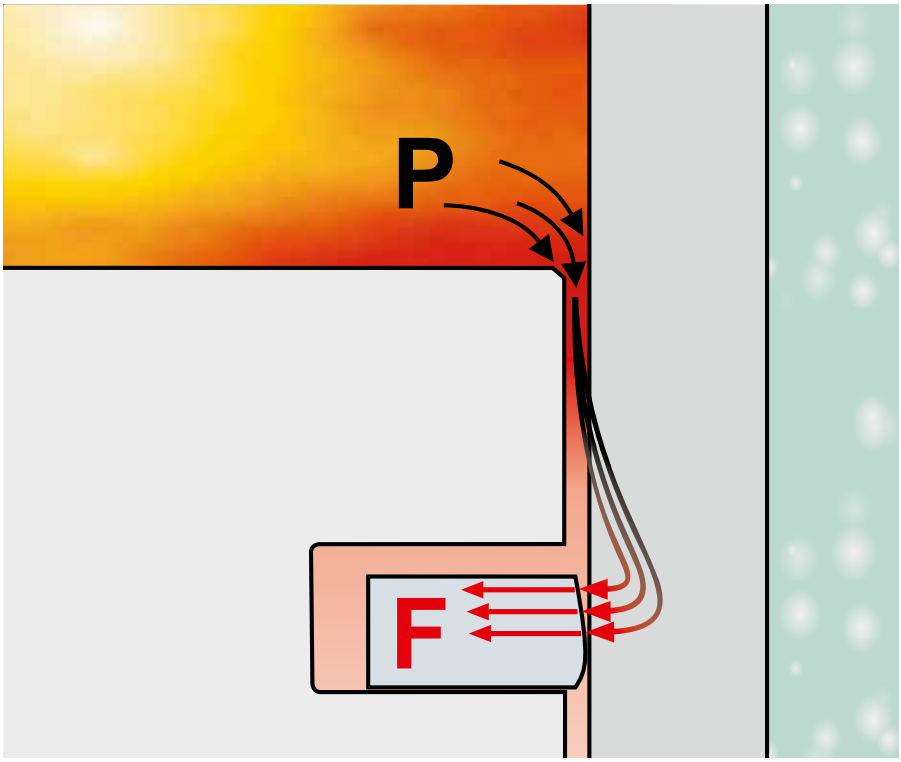


Рис. 2

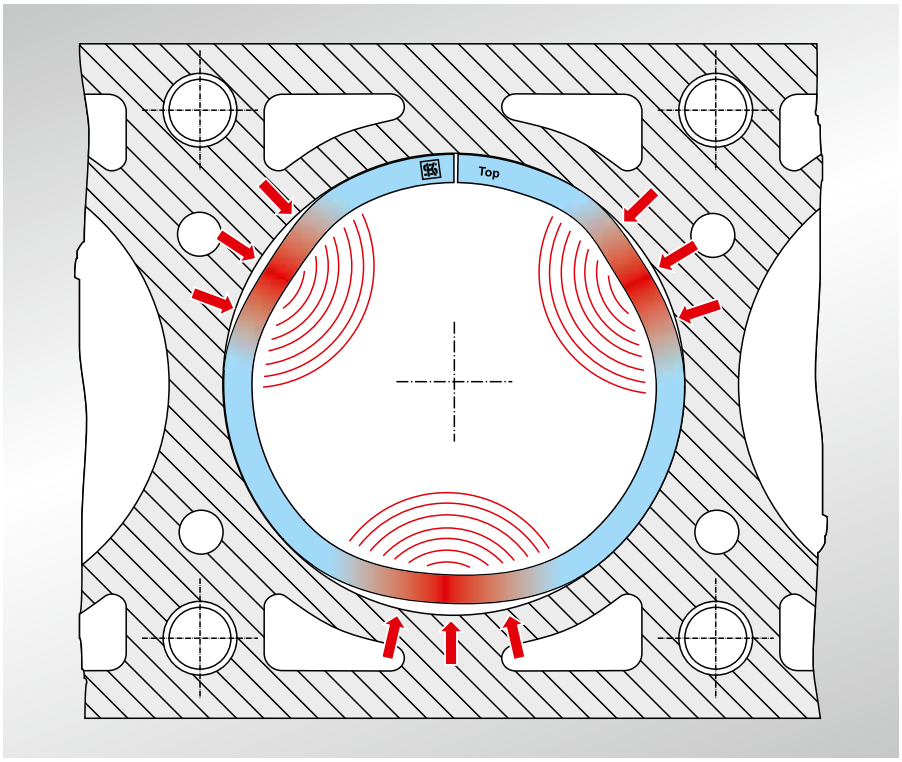


Рис. 1

- Имеющийся на рабочей поверхности поршневого кольца чрезмерный износ выпуклой формы из-за слишком большого зазора кольца по высоте.
- Поврежденные кромки кольца, которые возникли из-за неправильного хонингования (образование металлической оболочки). Кольцо растрескано на краях и имеет подобие бахромы (в основном это происходит с простыми литыми кольцами, не имеющих покрытия рабочей поверхности), газ проникает в щели и поднимает поршневое кольцо с рабочей поверхности.

2.7.1
Общая информация

В принципе, поршень четырёхтактного ДВС смазывает коленчатый вал направленно и свободно разбрызгиваемым маслом. Щёки кривошипа коленчатого вала, тем не менее, обычно не погружаются в масляную ванну. Это повлекло бы за собой вспенивание масла, а также потерю мощности. Для смазывания стенки цилиндра необходимое масло выделяется, согласно предписанию, на местах установки коренного и шатунного подшипников. Так как коленчатый вал вращается, то это масло распределяется в виде капелек по всей кривошипной камере и, если поршень находится в верхней части цилиндра, разбрызгивается таким образом также по его стенке.

У двигателей с более высоко нагрузкой или у двигателей, у которых в местах установки подшипников выделяется только небольшое количество масла, смазывание стенки цилиндра обеспечивается посредством использования просверленных шатунов, которые на опорной стороне юбки поршня дополнительно разбрызгивают масло на стенку цилиндра (рис. 2). У двигателей, которые для более лучшего теплоотвода поршней имеют охлаждение разбрызгиваемым маслом, такие меры не нужны. Благодаря непосредственному охлаждению внутри поршня имеется и без того достаточное количество масла, которое на его пути смазывает также и стенку цилиндра.

В зависимости от частоты вращения, давления масла и конструктивных данных, находящиеся на стенке цилиндра капельки масла должны счищаться и распределяться с помощью маслосъёмных поршневых кольц. Чтобы достичь оптимального смазывания при минимальном расходе масла, масляная плёнка на стенке цилиндра может быть лишь толщиной 1 – 3 мкм. Более тонкая масляная плёнка вызывает полусухое трение и сильный износ элементов конструкции, более толстая, как правило, повышеный расход масла. Причины появления более тонкой и, соответственно, более толстой масляной плёнки описаны, кроме того, в главе 1.5.6 Выпуклая форма рабочей поверхности.

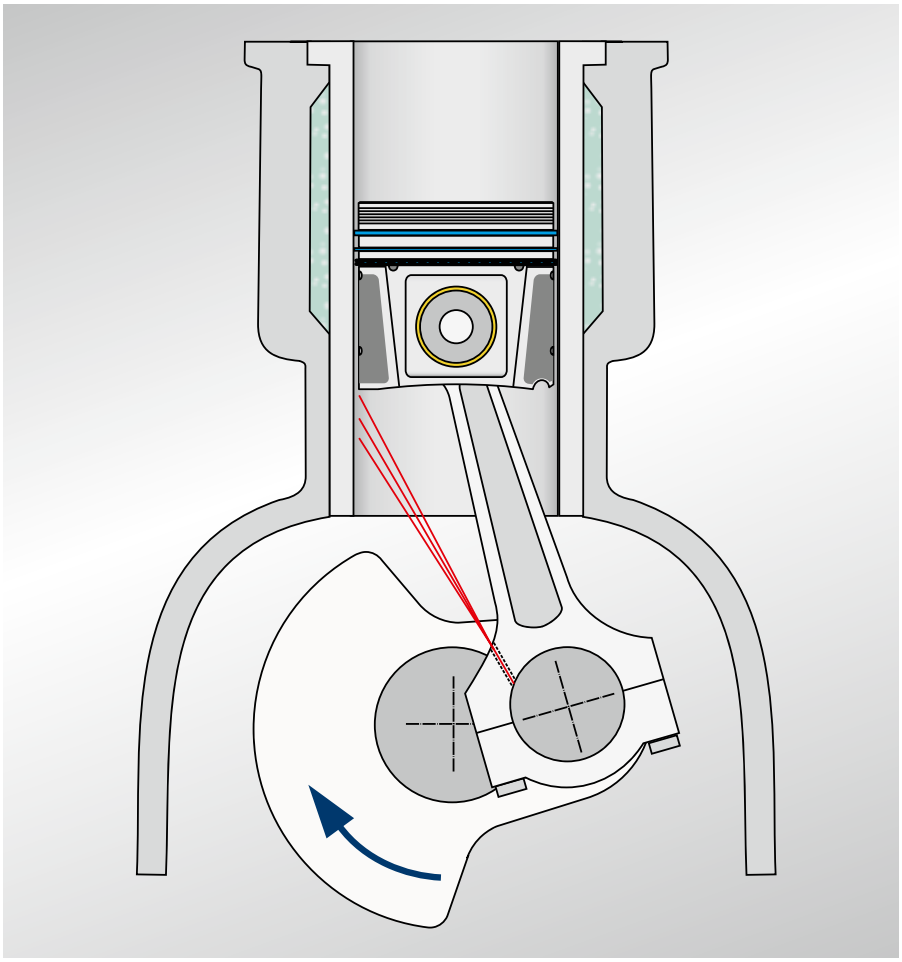


Рис. 2

2.7.2
Моторное масло

Моторное масло – это самый важный компонент в двигателе. Если бы элементы конструкции не смазывались и охлаждались маслом, то работа двигателя внутреннего сгорания, такого, как мы его сегодня знаем и используем, была бы невозможна. Масло разделяет детали, скользящие друг по другу, тонким масляным слоем и предотвращает металлическое трение и, вместе с тем, износ. Кроме того, моторное масло должно транспортировать тепло и частички загрязнения в пределах двигателя.

Рис. 1

Все важные задачи моторного масла:

- Смазывание (разделение трущихся друг о друга металлических поверхностей).
- Охлаждение (теплоотвод).
- Транспортировка загрязнений.
- Устойчивость по отношению к срезанию (например, вызваному острыми кромками поршневого кольца).
- Уплотнение камеры сгорания по отношению к картеру и к впускным и выпускным каналам через направляющие втулки к приводу клапанов.
- Диспергирование твердых примесей, пыли, продуктов истирания и таких продуктов сгорания как сажа или пепел.
- Защита частей двигателя от коррозии по отношению к агрессивным продуктам сгорания посредством образования защитных покрытий на металлической поверхности.
- Нейтрализация кислых продуктов сгорания химическим преобразованием.
- Передача сил в гидравлических натяжных устройствах для цепей и толкателях клапана.
- Содержание в чистоте частей двигателя посредством отделения остаточных продуктов сгорания и продуктов старения моторного масла с помощью маслорастворяющего мыла.
- Защита от износа (друг против друга двигающихся частей двигателя).
- Обезвреживание нежелательных продуктов сгорания.

Моторное масло состоит из базового масла и присадок. Чтобы улучшить качества базового масла, к нему добавляются присадки. Содержание присадок и их состав соответствуют требованиям, которые предъявляются маслу.

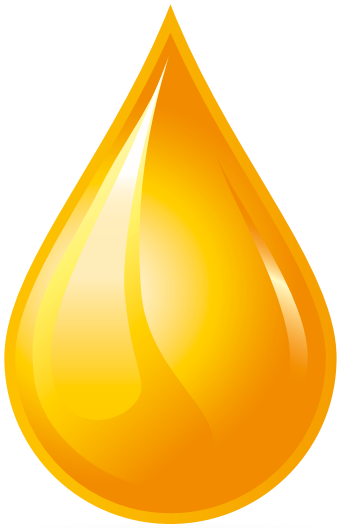
Присадки действуют или влияют, например, на:

- Вязкость и текучесть.
- Поверхностно-активные свойства.
- Способность нейтрализации.
- Нейтральные свойства по отношению к материалам уплотнения.
- Незначительное пенообразование.
- Долгий срок употребления, длительные интервалы времени между сменой масла.
- Низкий расход масла.
- Низкий расход топлива.
- Совместимость топлива.
- Удовлетворяющие экологическим требованиям качества.

Моторное масло расходуется за счёт старения и контаминации. Присадки в масле расходуются, а агрессивные продукты сгорания и грязь засоряют масло. Частично старение масла вызывается высокими температурами.

Моторное масло состоит из длинных цепей молекул углеводорода. При этом вязкость масла определяется длиной цепей молекул. Длинные молекулы имеют более высокую вязкость чем короткие. Длинные цепи молекул разделяются в режиме работы двигателя на более короткие. Это отрицательно влияет на вязкость и способность смазывания. Тогда в экстремальных ситуациях масло обладает меньшей сопротивляемостью и больше не может обеспечивать желаемый эффект смазывания.

Бессмысленно подвергать моторное масло специальным процедурам по тонкой очистке для того, чтобы удалить



по возможности большое количество частиц загрязнения. Само масло станет проблемой, а не находившиеся в нём загрязнения.

Примечание: в некоторых странах масло фильтруется через платки и затем снова перепродаётся.

Благодаря процессу сгорания образуются кислоты и другие вредные вещества, которые постепенно разлагают масло. Кроме того, под влиянием жары испаряется часть составных частей масла, имеющих низкую температуру кипения, так, что даже здесь происходит изменение в его химическом составе. Поэтому применение так называемых фильтров тонкой очистки, которые обещают использование масла без его смены, спорно. Масло, а также дорогостоящие присадки необходимо снова и снова дополнять, так как каждый двигатель расходует естественным путём масло, и рано или поздно в нём этого масла бы уже не было. Поэтому монтаж таких дополнительных систем едва ли выгоден для владельца транспортного средства.

Резюме:
Как базовое масло, так и присадки со временем расходуются, так что масло время от времени требуется обновить (смена масла). Благодаря смене масла и фильтра вредные продукты сгорания удаляются из двигателя и обезвреживаются. Свежее масло лучше смазывает и очищает и, к тому же, обладает новым потенциалом для противодействия вредным влияниям, которым оно подвергается.

2.7.3
Расход масла в общем

Под расходом масла специалисты понимают то количество масла, которое попадает в камеру сгорания и там сгорает. Но не то масло, которое проходит через уплотнения и капает с двигателя снаружи. В этом случае говорят не о расходе масла, а о его потере.

2.7.4
Расход масла в системе «поршень – поршневое кольцо – диаметр цилиндра»

Нормальный или обусловленный конструкцией расход масла
Масло, которое из кривошипной камеры мимо системы «поршень – поршневое кольцо – диаметр цилиндра» попадает в камеру сгорания, сжигается и таким образом расходуется. По причине конструкции двигателя внутреннего сгорания и системы уплотнения «поршень – поршневое кольцо – диаметр цилиндра» при эксплуатации двигателя происходит естественное потребление масла, которое можно назвать «нормальным».

Моторное масло в виде тонкой масляной плёнки (толщиной прим. 1–3 мкм) находится на стенке цилиндра и при движении поршня в рабочем такте вниз подвергается высоким температурам сгорания. Благодаря горячим отработавшим газам при каждом рабочем ходе небольшое количество масла испаряется, а также сгорает. Это количество масла через некоторое время становится заметным при расходе масла. Кроме того, из-за реверсивного движения поршня в верхней мёртвой точке и при этом появляющихся сил инерции происходит отделение масла от поршневых колец. Это количество масла сгорает при следующем рабочем такте.

Основными причинами расхода масла являются:

- Ошибка в турбонагнетателе (дефектные подшипники, забитые сливные смазочные линии).
- Ошибка в механических топливных насосах высокого давления (ТНВД) (изношенные элементы насосов).
- Изношенные уплотнения стержня клапана и направляющих клапана
- Ошибка в системе уплотнения «поршень – поршневое кольцо – внутренний диаметр цилиндра» (смотри следующую главу).

Повышенный и чрезмерный расход масла
Чрезмерный расход масла, который вызван только системой уплотнения «поршень – поршневое кольцо – диаметр цилиндра», всегда нужно приписывать причинам, за которые поршневые кольца первоначально не отвечают. Поршневые кольца, правда, являются участниками, но не виновниками.

Причинами повышеного расхода масла, вызваного плохим уплотнением поршневых колец, являются:

- Изношенные кольца (уменьшение радиальной и осевой толщины стенки).
- Неправильное хонингование.
- Абразивные износ из-за грязи (глава 2.6.4 Грязь).
- Овальные и/или некруглые внутренние диаметры цилиндра (см. также главу 2.3.5 Геометрические характеристики цилиндра и круглость).
- Изношенные из-за загрязнений и длительного срока эксплуатации поршни (кольцевые канавки).
- Изношенные диаметры цилиндра (некруглые, отполированные, перекошенные).
- Перекос поршня из-за погнутых шатунов (см. 2.6.1 Перекос поршня).

Рис. 1

Важное указание:
Дальнейшую информацию по теме «Расход масла и потери масла» Вы найдёте в брошюре от Motor Service с тем же названием, которая также появилась в серии «Сервис рекомендации и информация».

- Неправильная спецификация масла.
- Израсходованное и старое масло.
- Полусухое трение из-за избытка топлива в камере сгорания (см. 2.6.5 Избыток топлива в камере сгорания).
- Вибрация кольца (смотри главу 2.6.7 Вибрация кольца).
- Расцарапанные уплотнительные поверхности (боковые стороны канавки) из-за неправильной чистки кольцевых канавок.
- В кольцевых канавках заедающие кольца из-за загрязнений, масляного нагара или из-за того, что они погнуты (неумелое обращение).
- Отсутствующий зазор на дне канавки из-за неправильных колец или нагарообразования (неправильная спецификация масла).
- Неправильная комплектация кольца, неправильная высота кольца, неправильная радиальная толщина стенок, неправильная форма (кольцо прямоугольного сечения в канавке трапециевидной формы и наоборот).
- Неправильный монтаж маслосъёмных поршневых колец (неправильный монтаж пружины-расширителя).
- Повреждённые края кольцевой канавки после чистки и использования наждака.

2.7.5

Определение расхода масла (сравнительные величины)

Расход масла можно определить количественно различными способами. При эксплуатации двигателя на испытательном стенде расход масла указывается в граммах на киловатт-час. При этом хорошие системы уплотнения достигают расхода масла от 0,5 до 1 г / кВч. Этот вид количественного определения не подходит для практического использования, так как ни расход масла невозможно установить точно в граммах, ни измерить мощность при эксплуатации автомобиля.

По этой причине расход масла часто указывается в литрах / 1 000 км или в процентах от расхода топлива. При этом в основном используется последний вариант, так как такое указание является более точным, чем указание в литрах на 1 000 км. Причина для этого состоит в том, что двигатели используются также и стационарно, а автомобильные двигатели работают от части длительные периоды времени на холостом ходу (пробки, время ожидания у светофора, время загрузки, использование кондиционера). К этому нужно прибавить ещё время, в которое двигатель должен использоваться для работы таких вспомогательных механизмов двигателя, как подъёмные краны или для работы насосов без того, чтобы транспортное средство проехало даже километр.

2.7.6

Когда имеет место повышенный расход масла?

Мнения по поводу того, когда имеет место повышенный расход масла, сильно расходятся на практике и в зависимости от страны. Широко распространённое предположение или ожидание, что двигатель не расходует никакого масла, или может его не расходовать, ошибочно в принципе по вышеназванным причинам.

Каждый производитель двигателей имеет для каждого из своих двигателей ориентировочные значения или предельно допустимые значения для расхода масла. Если предполагается повышенный расход масла, то нужно разузнать ориентировочные значения или предельно допустимые значения для расхода масла у соответствующего производителя двигателей. Справочники мастерских и инструкции по эксплуатации во многих случаях также дают справку о расходе масла соответствующего двигателя.

Если нет точных данных о расходе масла со стороны производителя двигателей, то у грузового автомобиля можно считать расход масла от 0,25 до 0,5 %, по отношению к фактическому расходу топлива.

У двигателей маленьких легковых автомобилей расход может быть ещё меньше. Здесь расход масла – от 0,1 % до 0,5 % от расхода топлива.

В принципе, дизельные двигатели расходуют большее количество моторного масла, чем бензиновые двигатели. Двигатели с турбонагнетателем нуждаются по причине смазывания турбонагнетателя также в большем количестве масла, чем двигатели без турбонагнетателя.

Пример расчёта для грузового автомобиля

Грузовой автомобиль расходует примерно 40 л топлива на 100 км. На 1 000 км – это 400 л топлива.

0,25 % от 400 л топлива – это 1 л расхода масла.
0,5 % от 400 л топлива – это 2 л расхода масла.

Пример расчёта для легкового автомобиля

Легковой автомобиль расходует примерно 8 л топлива на 100 км. На 1 000 км – это примерно 80 л топлива.

0,1 % от 80 л топлива – это 0,08 л расхода масла.
0,5 % от 80 л топлива – это 0,4 л расхода масла.

Однако ясно, что расход масла ниже всего после фазы приработки и его потребление растёт в течение всего периода эксплуатации двигателя. Поэтому минимальные значения – это скорее для новых двигателей, и максимальные для двигателей, которые прошли уже 2/3 их срока службы. Также у двигателей, у которых производились только частичные ремонты (например, замена поршней или только поршневых колец), нужно ожидать того, что для расчёта расхода масла нужно будет использовать максимальное значение. Все части двигателя изнашиваются одинаково. Если обновляется только 10 % частей, то ожидаемые от частичного ремонта улучшения, составляют в идеальном случае тоже не больше 10 %.

2.7.7 Определение расхода масла и обращение с ним

При расходе масла нужно различать между различными техническими данными:

Нормальный расход масла

Расход масла лежит в пределах данных производителем количественных указаний или в пределах, указанных в предыдущей главе значений. Нет никаких недостатков или причин для рекламации.

Повышенный расход масла

Расход масла у грузового автомобиля увеличился прибл. вдвое или даже втрое по сравнению с нормальным расходом масла. У двигателей легковых автомобилей – примерно от 0,5 до 1 л / 1 000 км. Двигатель работает нормально и не имеет признаков голубого дыма из выхлопного тракта.

Проявление
Транспортные средства, которые прошли уже 2/3 их срока службы. Такженовые и отремонтированные двигатели, которые находятся ещё в фазе приработки. Двигатели, которые эксплуатируются при неблагоприятных условиях (высокая температура окружающей среды, частые поездки на короткие дистанции, режим холостого хода, эксплуатация транспортного средства с прицепом, и т. д.).

Меры по устранению неисправности
Совсем необязательны, однако, наблюдение и регулярный контроль уровня масла / дополнение масла необходимы, чтобы в режиме работы двигателя не позволить опуститься уровню масла ниже минимума. При случае нужно выяснить, вследствие чего вызван повышенный расход масла. Наряду с самим двигателем нужно принять во внимание также такие вспомогательные механизмы двигателя как турбонагнетатель, механические топливные насосы высокого давления (ТНВД) и вакуумные насосы или же равномерное распределение на все вспомогательные механизмы. При определенных условиях можно снова улучшить расход масла целенаправленными ремонтами. Если имеется повреждение в одном из вспомогательных механизмов двигателя, от которого значительно зависит потребление масла, то тогда расход масла может вырасти скачкообразно.

Чрезмерный расход масла

Расход масла составляет у легкового автомобиля более чем 1,5 л, у тяжелых грузовых автомобилей более чем 5 л.
Расход масла можно заметить не только на указателе уровня, но и уже визуально в виде голубого дыма (особенно после принудительного холостого хода). Количество дополненного масла доставляет существенные дополнительные расходы, которые включают в себя расходы на необходимый основательный технический осмотр, ремонт или капитальный ремонт вспомогательных механизмов двигателя.

Проявление
У полностью изношенных двигателей и двигателей, которые неправильно или недостаточно ремонтировались. При таких повреждениях двигателя как задиры поршня, разрушение поршня, повреждения турбонагнетателя, повреждения головки блока цилиндров или при выходе из строя прочих смазывающихся маслом вспомогательных механизмов двигателя.

2.7.8

Правильно проверять и определять уровень масла в двигателе и его расход

Измерение уровня масла
Часто при контроле уровня масла возникают ошибки при снятии показаний, которые ведут к ложной интерпретации фактического расхода масла. Транспортное средство должно стоять на ровной поверхности и после отключения двигателя масло должно получить 5 минут времени, чтобы стечь назад в масляный поддон и капать правильно. Указатель уровня после вытягивания держать вниз, чтобы масло не сбегало обратно по измерительному стержню и результат измерения не был сфальсифицирован. Иначе будет установлен ошибочный уровень масла и, возможно, будет долито масло, хотя в двигателе ещё достаточное его количество.

Если масла действительно не хватает, то оно дополняется медленно и в небольших количествах (постепенно по 0,1 л). Если наполняется слишком быстро и слишком большое количество масла, то уровень масла будет затем слишком высок. Если коленчатый вал из-за слишком высокого уровня масла погружается в масляную ванну, то масло поднимается, разбрызгивается и доставляется в форме капелек к вентиляции картера двигателя. Так как вентиляция картера двигателя присоединена к такту впуска, то масло проходит в камеру сгорания, где и сгорает. При вентиляции двигателя после смены масла наполняется не указанное количество, а только до маркировки минимума. Затем двигатель запускается, до тех пор, пока не появится давление масла. После отключения двигателя маслу даётся снова несколько минут времени, чтобы стечь назад в масляный поддон. Только тогда уровень масла измеряется ещё раз и наполняется вплоть до максимальной отметки.

Определение расхода масла на дороге

- Правильно измерить уровень масла и дополнить до максимальной отметки.
- Проехать на автомобиле 1 000 км и при этом документировать расход топлива.
- После 1 000 км снова измерить уровень масла и дополнить до максимальной отметки. Дополненное количество является тогда расходом масла на 1 000 км.
- Альтернативным методом (и это более точный метод) является сравнение соотношения дополненного количества масла и документированного расхода топлива с вышеназванными значениями.

Слив и измерение количества масла до и после контрольного заезда не оправдали себя на практике. Ошибки при измерении из-за потерь масла (приёмные сосуды и т.п.) противостоят точному измерению.

Количество заполняемого масла
Особенно осторожно нужно обходится с количеством заполняемого масла, которое указано в справочниках или в инструкции по эксплуатации. Часто не делается различия между начальным количеством масла (для сухого, свободного для масла двигателя) и количеством после смены (с/без смены масляного фильтра).

Фактом является то, что при смене масла определённое количество масла остаётся в двигателе (в трубопроводах, каналах, масляных радиаторах, масляных насосах, вспомогательных механизмах и на поверхностях). Если при смене масла наполняется его начальное количество, то тогда уровень масла слишком высок. Но также может создаться и противоположная ситуация. Количество масла после его смены указано слишком низко.

Если двигатель запускается, то в конце концов отсутствует масло. Если наполнение происходит неправильно и затем уровень масла не контролируется, то это слишком часто интерпретируется как расход масла. В любом случае обращайте внимание также на правильную вязкость масла. Масло с низкой вязкостью (жидкое) расходуется быстрее, чем масло с более высокой вязкостью. Используйте только предписанное производителем двигателей масло.

2.7.9

Рекламации по расходу масла и помощь

Это было бы корректнее, если бы рекламации из-за слишком высокого расхода масла делались только тогда, когда транспортное средство периодически проходило бы предписанный технический осмотр. Также должны использоваться правильные запасные части, а также предписанное моторное масло. Повышенный расход масла не появляется внезапно. Двигатель продолжает без проблем работать также с повышенным расходом масла. Отсутствие ухода и вследствие этого вызванный более сильный износ часто проявляются только в прогрессивном возрасте транспортного средства. Деньги, сэкономленные при уходе двигателя, платятся, в конце концов, из-за повышенного расхода масла и намного раньше начинающихся ремонтов.

Успех ремонта для устранения превышенного расхода масла зависит в высшей степени от затрат времени и расхода сырья и материалов.

Таким образом, владелец транспортного средства или ремонтные предприятия определяют сами, насколько удовлетворительным будет результат ремонта.

С уверенностью можно точно сказать: благодаря монтажу новых поршневых колец изношенный двигатель может ещё довольно долго продолжать свою работу. Тем не менее, улучшение расхода масла больше невозможно.

Рис. 1

Ваш непосредственный доступ к нашей программе услуг ...

www.ms-motor-service.com

Программа обучения

Специальные знания, непосредственно от изготовителя!
Ежегодно извлекают выгоду от наших курсов обучения и семинаров, которые мы проводим на местах по всему миру, а также в нашем учебном центре в Дормагене (Германия), около 4500 механиков и техников.

Техническая информация

Информация из практики, для практики!
С информацией о продуктах, сервисной информацией, брошюрами «Service – Tips & Infos», а также плакатами и учебными таблицами Вы находитесь на новейшем уровне техники.

Новости

Информация из первых рук!
Актуальные темы, информация, сообщения, новые продукты, а также регистрация для получения информационного бюллетеня.

Каталоги, CD, TecDoc

Информация из первых рук!
Актуальные темы, информация, сообщения, новые продукты, а также регистрация для получения информационного бюллетеня.

Интернет-магазин

Всегда актуален!
Ещё более быстрый доступ к нашим изделиям, полная программа.

Партнёр Motor Service:

Headquarters:
MS Motor Service International GmbH
Wilhelm-Maybach-Straße 14-18
74196 Neuenstadt, Germany
www.ms-motor-service.com

Kolbenschmidt Pierburg Group

4 028977 630682

© MS Motor Service International GmbH – 50 003 958-09 – 01/10 RU

MOTOR SERVICE