

# АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС

## Признаки появления неисправности

Увеличенный расход масла. Плохая работа стартера. Снижение КПД. Картерные загрязнения.

## Внешний вид после работы

Изношены поршневые кольца и рабочая поверхность гильзы. Юбка поршня имеет матовую поверхность тускло-серого цвета. На юбке поршня, как правило, присутствуют отдельные царапины.

В канавках под поршневые кольца возможно содержание мелких примесей (частиц).

## Причины появления дефекта

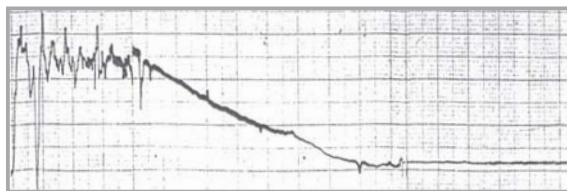
Причиной данного дефекта являются микро-частицы, попавшие на рабочую поверхность деталей ЦПГ. Микрочастицы могут быть принесены как всасываемым воздухом, так и загрязненным маслом.

1. Если кольца имеют большой износ со стороны головки (осевой износ поршневых колец), то грязь (микрочастицы) попали на рабочие поверхности деталей из всасываемого воздуха;

2. Если больше изношено маслосъемное кольцо (т.е. больше изношены кольца со стороны юбки поршня), отчетливо видны царапины и матовые оттенки на юбке поршня, то загрязнения принесены загрязненным маслом.

## Методы предупреждения и устранения данных неисправностей.

Производите сборку с большой тщательностью (в соответствии с указаниями производителя). Регулярно прочищайте или заменяйте фильтры воздухозаборника, пользуйтесь новыми прокладками, проверяйте герметичность воздухопроводов.



Профилограмма рабочей поверхности гильзы

# ЭРОЗИЯ ПОРШНЯ

## оплавление поршня

### Признак появления неисправности

Стук в двигателе.

### Внешний вид после работы

Верхняя часть поршня имеет следы оплавления. Произошло залегание поршневых колец. Часть материала поршня перешла на гильзу. Головка поршня имеет оплавление от края головки до камеры сгорания.

### Причины появления дефекта

Несгоревшее топливо осаждается на верхней плоскости головки и поверхности огневого пояса поршня. Догорание топлива происходит во время рабочего хода поршня и вызывает разогрев поверхностей до температуры выше 570°C. Размягченная поверхность при разноускоренном движении поршня начинает терять частицы материала. Провокаторами возникновения излишнего топлива являются:

1. Слишком низкая компрессия - износ ЦПГ, неисправности в приводе клапанов, их износ и прогар.
2. Неисправность в системе подачи топлива.
3. Неисправность в системе зажигания, в том числе калильное и детонационное сгорание.
4. Неисправность в системе принудительного охлаждения поршня.

### Методы предупреждения и устранения неисправностей

Отрегулировать дозировку топлива топливным насосом в данный цилиндр, давление впрыска форсунки (как излишнее количество впрыскиваемого топлива, так и истечение топлива из форсунок после подачи).

Отрегулировать зазоры в клапанах.

Отрегулировать угол опережения впрыска топлива или зажигания.



# ОПЛАВЛЕНИЕ СТЕНКИ ПОРШНЯ В ЗОНЕ ОТВЕРСТИЯ ПОД ПАЛЕЦ

## Признак появления неисправности, внешний вид после работы

Зоны над и под отверстиями под пальцы изношены и находятся в состоянии, которое часто называют "сработка" (выработка). Поверхность отполирована ярко и гладко. Участок рабочей поверхности цилиндра имеет следы воздействия поврежденного участка поршня. Вследствие инерционных сил, имеющих место при периодическом движении поршня, материал поршня "выкрашивается" оторвавшимися частицами стопорного кольца, и возникшие каверны могут достигать пояса колец. Кольца могут быть полностью сработаны.

## Причины появления дефекта

Причиной появления дефекта является повреждение стопорных колец. Чрезмерная деформация при установке может либо привести к растрескиванию стопорного кольца, либо создать предварительное напряжение, после чего кольцо станет слишком малым. Инерционные силы, действующие на кольцо, ведут к его поломке или к потере натяжения и постепенному ослаблению, втрамбовыванию или даже выпрыгиванию. Осевое усилие пальца на стопорное кольцо также может привести к его износу или к расширению паза кольца. Повреждение этого типа вызывается перекосом поршня вследствие деформации шатуна.

Как только кольцо выдавливается из паза, либо ломается, фактически не остаётся никаких ограничений для возможных повреждений. Отломанные куски, или даже один кусок, могут причинить такие повреждения, что цилиндр невозможно будет расточить до ремонтного размера внутреннего диаметра. Небольшие отломанные частицы могут проникнуть сквозь внутренний канал пальца и причинить подобные повреждения также на противоположной стороне (даже если стопорное кольцо на этой стороне в правильном положении).



## Методы предупреждения и устранения неисправностей

При установке стопорного кольца используйте подходящие плоскогубцы, чтобы избежать его перенапряжения. Когда стопорное кольцо установлено, поверните его, чтобы убедиться, что положение и натяжение правильны. Убедитесь, что нет перекоса. Устанавливайте правильный вид стопорного кольца в соответствии с пазом (кольца круглого сечения для круглых пазов, кольца прямоугольного сечения для прямоугольных пазов). При вталкивании пальца внутрь не нажимайте сильно на стопорное кольцо, которое уже установлено. Во избежание влияния инерционных сил стопорное кольцо не должно устанавливаться таким образом, чтобы его разрыв был направлен в стороны (горизонтально).

# РАЗРУШЕНИЕ ПОРШНЯ В ЗОНЕ ОТВЕРСТИЯ ПОД ПОРШНЕВОЙ ПАЛЕЦ (внезапное разрушение)

## Внешний вид после работы

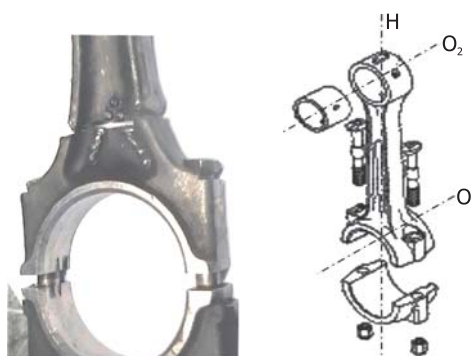
Поршень разрушен на две части. На днище поршня могут быть следы ударов от клапанов и поверхности головки.

Нижняя часть поршня разрушена полностью.

Поверхность излома имеет серый цвет без растровых линий.

На наружном диаметре поршневого пальца наблюдается след прихвата.

На торцевой поверхности поршневого пальца наблюдается светлая поверхность от постоянного воздействия о стопорное кольцо.



## Причины появления дефекта

1. Цилиндр при неработающем двигателе заполнился водой, топливом или маслом (гидравлический удар). Это также может привести к сдавливанию поршневого пальца и возникновению трещины.

2. Нарушение режима сгорания. Внезапное воспламенение из-за задержки зажигания. Также может вызвать формирование трещин в перемычках между канавками поршневых колец.

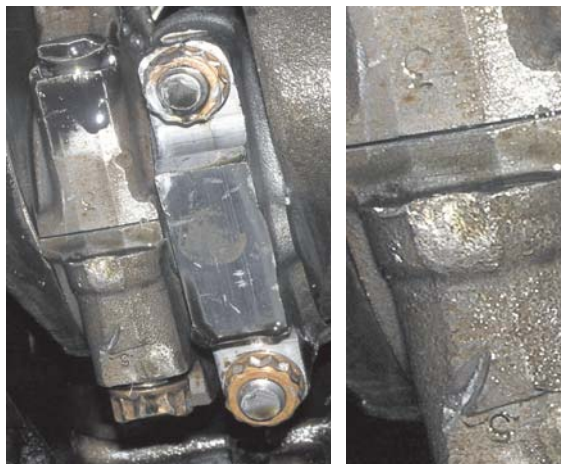
3. Применение поршневых пальцев с овальной деформацией. Чаще всего это поршневые пальцы, бывшие в эксплуатации, использующиеся вторично.

4. Неправильная запрессовка поршневого пальца (сволакивание материала поршня в отверстии).

5. Недостаточное снабжение маслом отверстия под поршневой палец (сухое трение).

6. Обработка отверстия нижней головки шатуна проводится в сборе с крышкой, и установка несоответствующей крышки нарушает соосность отверстия верхней головки и нижней головки.

7. Деформации шатуна (отклонения оси Н) и отклонения оси О1 относительно оси О2. В процессе работы двигателя бобышка поршня претерпевает значительные перегрузки. Возникшая из-за перегрузки трещина увеличивается, что и приводит к внезапному обрыву поршня. Чрезмерное тепловое расширение головки поршня вызывает прихват со стороны головки. Происходит вытягивание поршня, что также создает нагрузку на бобышки поршня. Вытягивание поршня может привести к соударению днища поршня о клапана и возникновению трещины как в бобышках поршня, так и в зоне маслоъемного кольца в зоне наименьшего сечения стенки поршня).





# РАЗРУШЕНИЕ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

## Признак появления неисправности, внешний вид после работы

На фотографии видно, что излом проходил сверху вниз. Фотографии наглядно показывают следы разрушения вследствие неправильного сгорания топлива. Разъеденный край головки поршня хорошо виден на фотографии. Те же признаки видны на посадочном месте верхнего кольца.

## Причины появления дефекта

### **Двигатели с искровым зажиганием.**

Детонационное сгорание приводит к резкому возрастанию давления до 300 бар на 1 градус поворота коленвала (в то время, как нормальная величина составляет 3-5 бар на 1 градус поворота), и к вибрациям, близким к ультразвуковым, а также к резкому перегреву в результате нестабильного сгорания. Под действием высоких температур и вибраций, в перегородках появляются трещины, а затем и изломы, идущие сверху вниз.

Причиной неправильного сгорания может быть раннее зажигание, бедная горючая смесь, бензин со слишком низким октановым числом или повышение давления из-за отложений в камере сгорания (в городском цикле езды). Рекомендуется использовать бензин с большим октановым числом.

Следы эрозии, в области верхнего держателя кольца или по краям головки поршня, свидетельствуют о проблемах в сгорании топлива, то есть о раннем зажигании или детонации.

**Дизельные двигатели.** В дизельных двигателях, в противоположность двигателям с искровым зажиганием, ударная детонация возникает вследствие чрезмерной задержки воспламенения. При этом поршневые кольца подвергаются сильным механическим перегрузкам. Причиной этого может быть неправильная синхронизация форсунок инжектора (слишком ранний или запоздалый впрыск), нарушение подачи топлива. Детонационное сгорание также может привести к возникновению трещины на поршневом пальце и его разрушению.



## Методы предупреждения и устранения неисправностей

**В двигателях с искровым зажиганием** используйте топливо с рекомендуемым октановым числом. После длительной эксплуатации автомобиля на коротких дистанциях, дайте двигателю возможность "размяться", давая полную нагрузку лишь после первых 100 километров. Это поможет избежать особенно опасной детонации на высоких оборотах. Не изменяйте регулировку карбюратора (форсунок) и не пытайтесь экономить топливо, отрегулировав его на создание бедной смеси. Не выставляйте слишком раннее зажигание.

**В дизельных двигателях** выставляйте режим впрыска топлива и угол опережения зажигания в соответствии с характеристиками двигателя. Следите за состоянием форсунок.

# СЛЕДЫ ЗАЕДАНИЯ ПОРШНЯ С ОДНОЙ СТОРОНЫ

## Внешний вид после работы

Рабочая поверхность поршня с чёткими следами одностороннего заедания поршня.

## Причины появления дефекта

Та сторона поршня, которая несёт более высокую ударную нагрузку, то есть сторона высокого давления, испытывает недостаток смазки во время хода (такта) сверху вниз. Недостаток смазки между поршнем и цилиндром приводит к локальным контактам металл-металл с дальнейшим перегревом и оплавлением материала (точки заедания), в результате чего вскоре схватывается вся несущая поверхность.

Причиной этого являются:

1. Чрезмерное снятие масла масляным кольцом.
2. Недостаточный уровень смазки.
3. Смыв масла из-за конденсации горючего.
4. Головка цилиндра была слишком

жестко и неравномерно затянута, что вызвало перекос цилиндра.

## Методы предупреждения и устранения неисправностей

Следить, чтобы уровень масла был достаточным - между отметками щупа. Соблюдайте рекомендации производителя относительно качества масла, особенно его вязкости. Проверять давление масла. Причиной недостаточного давления масла может быть изношенный маслосос, засорение масляного фильтра, неисправный предохранительный клапан или смыв масла. Очень важна тщательность при сборке, внимательно следите, чтобы маслопроводы не имели протечек и чтобы ток масла в них был свободным. Автоматическая воздушная заслонка карбюратора и стартер запуска двигателя в холодном состоянии - в двигателях с впрыском горючего должна быть в рабочем состоянии.



# ЗАЕДАНИЕ СО СТОРОНЫ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

## Признак появления неисправности, внешний вид после работы

В зоне юбки поршня - сильный фрикционный износ со следами заедания со стороны как высокого, так и низкого давления. Эти места выглядят глянцевыми, как будто отполированными, и концентрируются по направлению к нижнему краю юбки. Возможно образование трещины в плоскости маслосъемного кольца и разрушение поршня.

## Причины появления дефекта

При механической обработке поршню придан такой профиль, что при рабочей температуре юбка опирается на стенку цилиндра по всей длине. Заедание начинается от края юбки и происходит по обеим несущим сторонам (высокого и низкого давления), из этого можно сделать вывод, что зазор между юбкой поршня и рабочей поверхностью цилиндра недопустимо заузился из-за перекосов, которые возникли при работе двигателя.

Причинами этого могли стать:

1. Неисправность работы системы охлаждения.

2. Неправильно отрегулирована топливная аппаратура. Размытие масляной пленки на стенках цилиндра создает сухое трение между рабочей поверхностью верхнего компрессионного кольца, нижнего компрессионного кольца и рабочей поверхностью гильзы, что приводит к нагреву поршня. Процесс теплопередачи от кольца к гильзе нарушен.

3. Головка блока слишком жестко или неравномерно затянута (перекос цилиндра).

4. Торцевые поверхности блока цилиндров и головки блока были неровными.

5. Резьбы крепления головки цилиндра были нечистыми или перекошенными.

6. Использовалась несоответствующая прокладка головки цилиндра.

7. Накипь или грязь в охлаждающей полости, неполадки в системе охлаждения могут являться причинами перекосов цилиндра.

8. Двигатель был нагружен, когда он еще не был в разогретом состоянии.



## Методы предупреждения и устранения данных неисправностей

1. Сборку двигателя производить строго по инструкции (соприкасаемые поверхности должны быть чистыми и ровными, комбинация и моменты затяжки болтов должны соответствовать указанным).

2. Прокладка головки должна соответствовать необходимым требованиям.

3. Система охлаждения должна быть чистой и в исправном состоянии.

4. Нагружайте двигатель после достижения необходимой температуры.

# ДИАГОНАЛЬНОЕ ЗАЕДАНИЕ ЮБКИ ПОРШНЯ ОКОЛО ОТВЕРСТИЯ ПОД ПОРШНЕВОЙ ПАЛЕЦ

## Признак появления неисправности, внешний вид после работы

Все задиры имеют только диагональное направление. В направлениях высокого и низкого давления следы заедания юбки практически отсутствуют. Непосредственно рядом с задирами можно видеть сильно отполированные зоны. Шатун можно провернуть вокруг оси пальца только с усилием. В отверстии пальца видны следы заедания, особенно по бокам.



## Причины появления дефекта

Просверленные отверстия, радиальные или осевые пазы для смазки обеспечивают поступление масла при нормальной работе двигателя.

Проблемы возникают, когда при недостатке смазки возникает трение между поршневым пальцем и стенками отверстия. Заедание поверхности отверстия под палец часто случается до того, как масло проникнет в зазор. Образующееся при этом дополнительное тепло вызывает избыточное расширение поршня в зоне бобышки поршня. Большая нагрузка на цилиндр возникает особенно в тех случаях, когда поршень имеет жёсткий корпус, что приводит к образованию на юбке "полированных" зон около отверстия под поршневой палец. При возрастании нагрузки двигателя разрушается слой смазки на стенке цилиндра и происходит заедание. Горячая посадка поршневого пальца и головки шатуна также может представлять опасность, приводя к тому, что палец деформируется и принимает овальную форму.



## Методы предупреждения и устранения неисправностей

Смазывайте палец и отверстие под палец перед их подгонкой и сборкой. Если этот узел не будет сразу установлен в двигатель, тщательно смажьте отверстие ещё раз перед сборкой двигателя. После завершения сборки поршня, поршневого пальца и шатуна необходимо дать время для полного остывания указанных деталей, а затем убедитесь в том, что поршень двигается на пальце совершенно свободно.





# ИСТИРАНИЕ ПОРШНЯ И ИЗНОС ГИЛЬЗЫ

## Признак появления неисправности, внешний вид после работы

На поршне видны узкие бороздки с чёткими следами истирания по всей длине юбки поршня. На кольцах имеются царапины.

## Причины появления дефекта

Попадающее топливо смывает плёнку масла на стенке цилиндра. Поршень и кольца работают всухую. Первые следы истирания, а позднее задиры образуются в зоне наибольшей нагрузки (со стороны высокого давления). Избыток горючего часто возникает при неправильной работе топливной аппаратуры. Другими причинами могут быть также дефектная система впрыска топлива (устройство обогащения для запуска холодного двигателя), или неисправность свечей в карбюраторных двигателях в отдельных цилиндрах. Отсутствие смазки вызывает истирание юбки и сильный износ колец и гильзы. "Осколки", то есть полированные частицы материала поршня, которые были оторваны с одной его части и осели на другой, являются ясным показателем смыва смазочного масла.

## Методы предупреждения и устранения данных неисправностей

**Карбюраторные двигатели.** Правильно отрегулируйте автоматическую дроссельную заслонку. Избегайте "накачивать" педаль акселератора. Избегайте разогрева двигателя на холостом ходу. Проверьте карбюратор — правильно ли работают поплавков и клапан иглы поплавка, поскольку затруднения с запуском будут означать, что топливо начинает заливать двигатель. В системах впрыска бензина убедитесь в том, что устройство обогащения топлива для запуска холодного двигателя правильно отрегулировано. Проверьте, не смывается ли смазка (образование мелких пузырьков на щупе).

**Дизельные двигатели.** В случае продолжительной, постоянной детонации (позднее зажигание), которая не прекращается после холодного запуска двигателя, проверьте устройство впрыскивания топлива, особенно форсунки.



# ОТРЫВ БУРТА ГИЛЬЗЫ

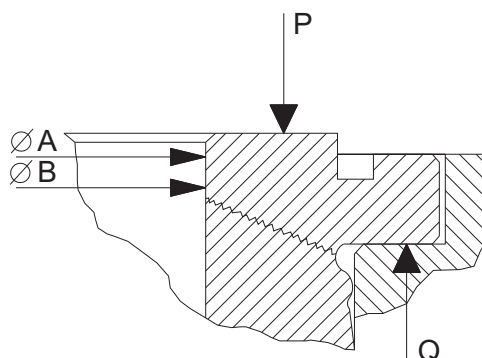
## Признак появления неисправности, внешний вид после работы

Отрыв бурта гильзы. Трещина начинается с радиуса под буртом и наклонно продолжается вверх.

## Причины появления дефекта

Причиной отрыва бурта является перегрузка изгибающим моментом бурта. В нормальном состоянии прокладка головки блока зажата между головкой и буртом гильзы.

При превышении указанного момента затяжки или при использовании неправильной (слишком тонкой или бывшей в использовании) прокладки головка цилиндра прижимается к огнезащитной кромке. Частицы грязи на держателе или слишком большой радиус после обработки посадочного места гильзы приводит к перекоосу и создает изгибающий момент с образованием трещин в промежутке от бурта гильзы до центра цилиндра. Увеличение изгибающего момента определяется силой затяжки, прикладываемой на болты головки цилиндра. Это примерно в 2,5 - 3 раза больше максимального давления в цилиндре (от 40 до 50 т для стандартного двигателя грузового автомобиля). При работе двигателя гильза испытывает колебательные движения в пределах 0,1 мм. Старение блока приводит к деформации посадочных мест и смещению основной оси в монтажном отверстии. Смещение оси приводит к перекоосу новой гильзы. В этом случае колебательные движения от воздействия шатуна через поршень увеличиваются до 1,5 мм (и более) и приводит к формированию трещины под буртом на работающем двигателе. В большинстве случаев просто приложение силы на бурт гильзы приводит к немедленной его поломке и последующему проникновению воды внутрь. В особенно серьезных случаях результатом может быть разрушение блока двигателя (см. рисунок). **P**- усилие затяжки блока, **Q** - реакция опоры. Остаточная деформация определяемая диаметрами **A** и **B**, где  $\varnothing A < \varnothing B$ .



## Методы предупреждения и устранения неисправностей

Используйте указанную в руководстве прокладку (дешевые нестандартные прокладки или бывшие в использовании прокладки несколько тоньше и сжимаются плотнее). Соблюдайте моменты затяжки, и углы вращения, указанные изготовителем, должны соблюдаться. Тщательно очищайте поверхности гильз и посадочных мест в блоке.

# РАЗРУШЕНИЕ ПОРШНЕВОГО ПАЛЬЦА

## Внешний вид после работы

Поршневой палец полностью сломан на переходе между стержнем шатуна и бобышкой поршня.

На поршневом пальце присутствует поперечная трещина.

Наблюдается трещина на коротком участке по длине пальца.

## Причины появления дефектов

Причинами разрушения поршневого пальца могут являться:

1. Нарушение режима сгорания. Возникает механическая нагрузка (давление) на узел палец-шатун:

При продольной нагрузке трещина возникает вследствие овальной деформации, возникшей из-за изгиба пальца. Из-за овальной деформации поршневого пальца в отверстии при перегрузке на концах пальца образовывается продольная трещина.

При поперечной нагрузке возникает излом в следствии наибольшей нагрузки изгиба между бобышкой поршня и бобышкой шатуна. В зоне наибольшей нагрузки изгиба формируется поперечная трещина, которая в последствии приводит к поломке всего пальца.

2. Некачественный монтаж. Вколачивание поршневого пальца.

