

[www.motordetal.ru](http://www.motordetal.ru)

# ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ И ИХ ПРИЧИНЫ



**МОТОРДЕТАЛЬ**<sup>®</sup>  
КОСТРОМА



ДОЛГАЯ ЖИЗНЬ ВАШЕГО ДВИГАТЕЛЯ<sup>®</sup>

# Содержание



<b>1. Повреждения при недостаточном зазоре</b>	
1.1. Задиры при недостаточном зазоре между поршнем и цилиндром	3
1.2. Задиры на боковой поверхности поршня рядом с бобышками	4
1.3. Задиры в нижней части юбки поршня и в нижней части цилиндра	5
<b>2. Повреждения, вызванные перегревом</b>	
2.1. Задиры на поршне только с одной стороны	6
2.2. Задиры на боковой поверхности поршня	7
2.3. Сухие прихваты головки поршня на дизельных двигателях	8
2.4. Прихват от перегрузки с основными повреждениями на головке поршня	9
<b>3. Сухие прихваты</b>	
3.1. Сухие прихваты на юбке из-за недостатка масла	10
3.2. Сухие прихваты из-за избытка топлива в камере сгорания	11
3.3. Сухие прихваты, образующиеся из-за прижогов на кольцах	12
<b>4. Повышенный расход масла</b>	
4.1. Расход масла по причине абразивного износа поршней, колец и цилиндров	13
4.2. Расход масла по причине сильного износа поршней, колец и цилиндров	14
4.3. Расход масла после небольшого пробега	15
4.4. Расход масла из-за деформации цилиндра	16
<b>5. Повреждения из-за нарушения сгорания</b>	
5.1. Повреждения поршня вследствие калильного зажигания только на бензиновых двигателях	17
5.2. Эрозия материала на головке поршня на бензиновых двигателях	18
5.3. Эрозия на жаровом поясе на бензиновых двигателях	19
5.4. Разрушения и трещины перемычек между кольцами на бензиновых двигателях	20
5.5. Трещины на днище и вокруг камеры сгорания в поршне на дизельных двигателях	21
5.6. Эрозия материала на головке поршня на дизельных двигателях	22
5.7. Разрушение перемычек между канавками поршневых колец в дизельных двигателях	23
5.8. Эрозия на днище и жаровом поясе поршня на дизельных двигателях	24
<b>6. Механические повреждения деталей</b>	
6.1. Разрушение поршня по бобышке	25
6.2. Трещина в поршневом пальце	26
6.3. Повреждения посадочных мест стопорных колец пальца	27
6.4. Повреждения днища поршня клапанами	28
6.5. Разрушение бобышки поршня	29
<b>7. Повреждения бобышек поршня</b>	
7.1. Задиры в бобышках поршня	30
7.2. Задиры в бобышках поршня при запрессованном пальце	31
7.3. Задиры в бобышках поршня при наличии задиров на боковой поверхности	32
<b>8. Посторонние звуки в двигателе</b>	
8.1. Стук поршней	33
<b>9. Повреждение гильз цилиндров</b>	
9.1. Отрыв бурта	34
9.2. Расход масла из-за деформации цилиндра	35
9.3. Кавитация на гильзе	36
9.4. Задиры в нижней части гильзы	37



# 1

## Повреждения при недостаточном зазоре

### 1.1

## Задирсы при недостаточном зазоре между поршнем и цилиндром



### Характер повреждений

- Задирсы имеются на нагруженной и противоположной ненагруженной сторонах поршня;
- Повреждённый материал поршня местами блестящий, затёртый, местами тёмный, относительно гладкий;
- Поверхность поршня в зоне колец не повреждена.

### Процесс развития повреждений

Зазор между поршнем и цилиндром недостаточен изначально, либо произошла деформация цилиндра в процессе эксплуатации двигателя.

### Возможные причины

- Ненадлежащая обработка блока при ремонте – цилиндр расточен в размер меньше допустимого;
- Головка блока перетянута или затянута неравномерно, повреждена или загрязнена резьба на элементах крепления головки к блоку цилиндров, не смазаны опорные места для гаек и болтов в головке;
- Имеются повреждения привалочных поверхностей блока цилиндров и головки блока;
- Некачественная прокладка головки блока;
- Деформация цилиндров из-за неравномерного охлаждения - накипь или грязь в системе охлаждения;
- Не подготовлены посадочные места для гильз в блоке;
- Нагружение двигателя без предварительного прогрева.



# 1. Повреждения при недостаточном зазоре

## 1.2 Задирь на боковой поверхности поршня рядом с бобышками



### Характер повреждений

- Задирь возле отверстия под палец по обеим сторонам поршня;
- Повреждённый материал поршня в местах задиров блестящий, затёртый, местами тёмный, относительно гладкий;
- Поверхность поршня в зоне колец не повреждена.

### Процесс развития повреждений

Зазор поршень-цилиндр при нагружении непрогретого двигателя значительно уменьшается вследствие того что поршень набирает рабочую температуру примерно за 20 сек., в то время как цилиндру, особенно в нижней части, для нагрева требуется до 20 мин. В зоне бобышек сосредоточен большой объём материала поршня, при нагреве происходит значительное расширение данной части поршня, приводящее к уменьшению зазора между поршнем и цилиндром, разрушению масляного слоя на стенках цилиндра и образованию задиров возле отверстий под поршневой палец.

### Возможные причины

- Нагружение двигателя без предварительного прогрева, деформация цилиндра при перегреве двигателя;
- Недостаточный зазор между пальцем и бобышкой поршня;
- Повреждение поверхностей при установке поршневого пальца.



## 1. Повреждения при недостаточном зазоре

1.3

### Задирсы в нижней части юбки поршня и в нижней части цилиндра



#### Характер повреждений

- Задирсы на поршне в нижней части юбки, материал поршня в местах задиров местами блестящий, затёртый, местами тёмный, относительно гладкий; на прочих участках поршня повреждений нет;
- На гильзах внизу, в зоне уплотнительных колец, на поверхности цилиндра задирсы такого же рода, на прочих участках поверхности гильзы повреждений нет;
- Задирсы представляют собой вертикальные полосы, неравномерно расположенные по окружности поршня и гильзы, между задирсами материал не повреждён.

#### Процесс развития повреждений

Характер повреждений на поршне и на поверхности цилиндра аналогичен задирсам при недостаточном зазоре между поршнем и цилиндром; судя по местам расположения задиров, в данном случае — уменьшение зазора между поршнем и гильзой произошло в нижней части цилиндра.

#### Возможные причины

- Уплотнительные кольца несоответствующего размера могут деформировать гильзу любой толщины;
- То же самое может произойти, если из канавок посадочного места гильзы не удалены фрагменты старых уплотнительных колец и прочие загрязнения, уплотнительное кольцо должно занимать не более 70% объёма канавки, недопустимо применение дополнительных средств уплотнения - герметика и т.п.;
- Нагружение двигателя без предварительного прогрева.

**Примечание.** Во избежание перекручивания уплотнительных колец монтаж гильзы в блок должен осуществляться с использованием соответствующей установочной смазки.



## 2

## Повреждения, вызванные перегревом

### 2.1

### Задирьы на поршне только с одной стороны



#### Характер повреждений

На боковой поверхности поршня (на нагруженной или на ненагруженной стороне) имеются значительные задирьы с тёмной поверхностью, на противоположной стороне поршня задирьы отсутствуют, на начальной стадии повреждения в зоне колец повреждения отсутствуют.

#### Процесс развития повреждений

По причине местного перегрева одной половины цилиндра полностью разрушается масляная плёнка, после чего образуются типичные задирьы от сухого трения. Недостаточный зазор как причина исключается, т. к., несмотря на значительные повреждения на одной стороне поршня, на противоположной стороне ответных повреждений нет.

#### Возможные причины

Воздушные и паровые пробки в системе охлаждения из-за выхода из строя термостата или водяного насоса, а также загрязнения в полости охлаждения в блоке приводят к прекращению охлаждения и местному перегреву.



## 2. Повреждения, вызванные перегревом

2.2

### Задирьы на боковой поверхности поршня



#### Характер повреждений

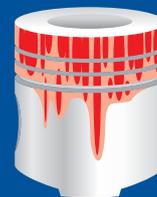
Задирьы по всей боковой поверхности поршня, повреждённая поверхность тёмная, грубая, в зоне колец следы наволакивания материала поршня.

#### Процесс развития повреждений

По причине сильного общего перегрева двигателя нарушается смазка по всей поверхности цилиндра, что из-за сухого трения приводит к характерным глубоким задирьам, на головке поршня задирьы отсутствуют, что исключает перегрев со стороны камеры сгорания как причину образования повреждений.

#### Возможные причины

Неисправности системы охлаждения.



## 2. Повреждения, вызванные перегревом

2.3

### Сухие прихваты головки поршня на дизельных двигателях



#### Характер повреждений

На головке поршня местные задиры на жаровом поясе, в камере сгорания на толстом слое нагара образуются следы распыла форсунки, поверхность задиров на поршне грубая, имеются местные вырывы материала.

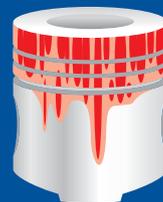
#### Процесс развития повреждений

Нераспылённое топливо полностью смывает масляную плёнку со стенки цилиндра. Ненадлежащее сгорание приводит к перегреву и чрезмерному расширению поршня. На жаровом поясе поршня вследствие сухого трения происходит размягчение и в дальнейшем — налипание материала поршня на стенку цилиндра.

#### Возможные причины

Неисправности системы питания, в первую очередь неисправность форсунок.

## 2. Повреждения, вызванные перегревом



### 2.4 Прихват от перегрузки с основными повреждениями на головке поршня



#### Характер повреждений

- Повреждения имеются по всей поверхности поршня: значительные задиры на головке поршня, на боковой поверхности глубина задигов уменьшается по мере удаления от головки, поверхность задигов тёмная, неровная и с трещинами;
- Кольца тоже повреждены, при этом маслосъёмное кольцо повреждено меньше, чем компрессионные.

#### Процесс развития повреждений

Головка поршня из-за перегрузки перегревается, что приводит к уменьшению зазора между поршнем и цилиндром и образованию задигов на головке поршня. Недостаточный изначальный зазор между поршнем и цилиндром как первопричину повреждений следует исключить, поскольку при значительных повреждениях головки поршня нижняя его часть, где зазор изначально меньше, повреждена слабее.

#### Возможные причины

- Эксплуатация необкатанного двигателя с высокими нагрузками;
- Повышенная температура в камере сгорания из-за неисправности системы питания;
- Неисправность системы охлаждения.



# 3

## Сухие прихваты

### 3.1

## Сухие прихваты на юбке из-за недостатка масла



### Характер повреждений

На боковой поверхности на нагруженной стороне поршня имеются задиры, частично заходящие в зону колец, на противоположной стороне поршня незначительные ответные задиры, поверхность прихватов неподгоревшая, грубая и без блестящих переходов.

### Процесс развития повреждений

Практически металлически чистая поверхность задиров указывает, что в момент прихвата масляная плёнка между поршнем и цилиндром отсутствовала.

### Возможные причины

- Неисправность системы смазки;
- Недостаточное количество масла в двигателе.



## 3. Сухие прихваты

3.2

### Сухие прихваты из-за избытка топлива в камере сгорания



#### Характер повреждений

- На боковой поверхности поршня узкие длинные задиры, при этом в зоне колец повреждения обычно отсутствуют;
- Прижоги на кольцах.

#### Процесс развития повреждений

Несгоревшее топливо конденсируется на стенках цилиндров и смывает масло, в результате сухого трения о стенку цилиндра на поршне образуются длинные узкие задиры.

#### Возможные причины

- Нарушение режима сгорания из-за неисправности топливной системы, а также системы зажигания на бензиновых двигателях;
- Снижение компрессии в цилиндре.



## 3. Сухие прихваты

3.3

### Сухие прихваты, образующиеся из-за прижогов на кольцах



#### Характер повреждений

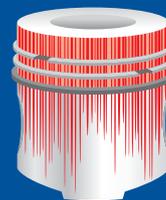
Первоначально образуются прижоги на кольцах, далее развиваются задиры на жаровом поясе и на боковой поверхности.

#### Процесс развития повреждений

В данном случае сначала нарушается масляная плёнка между кольцами и поверхностью цилиндра. Первоначально кольца работают всухую с образованием прижогов (типичный сухой прихват). По этим сухим полосам на стенке цилиндров скользит поршень. В первую очередь образуются повреждения на жаровом поясе, которые в дальнейшем развиваются по всей боковой поверхности поршня.

#### Возможные причины

- Ненадлежащее качество обработки поверхности цилиндра (структура, шероховатость и т. п.) при ремонте двигателя, низкое качество масла;
- Высокая температура поверхности цилиндра;
- Избыток топлива из-за нарушения режима сгорания (системы питания);
- Загрязнения в двигателе из-за некачественной сборки или повреждённого воздушного фильтра;
- Неисправность системы охлаждения.



# 4

## Повышенный расход масла

### 4.1

## Расход масла по причине абразивного износа поршней, колец и цилиндров



### Характер повреждений

Поверхность поршня сероватая с продольными потёртостями, в материале поршня на поверхности имеется множество посторонних включений, кромки поршневых колец притуплены, кольца изношены по ширине, уменьшена жёсткость колец, изношены канавки в поршне и боковые поверхности колец, в цилиндре бочкообразный износ.

### Процесс развития повреждений

Риски на поршнях и поршневых кольцах, а также бочкообразный износ в цилиндре всегда являются следствием присутствия абразивных примесей в масле. Изношенные по рабочей кромке и боковой поверхности кольца не могут уплотнять камеру сгорания от масла. Одновременно повышается давление газов в картере из-за проникновения их вокруг поршня, что приводит к утечке масла через уплотнения.

### Возможные причины

- Попадание абразивных частиц в цилиндр по причине подсоса воздуха в обход системы впуска;
- Некачественная очистка деталей двигателя при сборке после ремонта;
- Продукты износа, остающиеся в двигателе из-за несвоевременной замены масла (в этом случае особенно интенсивно изнашиваются кромки колец).



## 4. Повышенный расход масла

4.2

### Расход масла по причине сильного износа поршней, колец и цилиндров



#### Характер повреждений

На поршневых кольцах имеется значительный износ, в то время как на боковой поверхности поршня износ сравнительно небольшой с местами задиров от сухого трения.

#### Процесс развития повреждений

Избыток топлива из-за нарушения процесса сгорания приводит к повреждению масляной плёнки, что вызывает износ поршневых колец; когда масляная плёнка значительно разжижается, появляются характерные прижоги. Из-за ухудшающегося смазывания начинается сильный износ колец, канавок и цилиндров. Юбка поршня повреждается меньше, поскольку смазывается свежим, поступающим из поддона маслом; когда продукты износа головки поршня смешиваются с маслом, начинают изнашиваться все поверхности трения в двигателе, особенно это касается шеек коленчатого вала и поршневых пальцев.

#### Возможные причины

- Избыток топлива в камере сгорания из-за неисправности топливной системы на бензиновых и дизельных двигателях;
- На бензиновых двигателях — еще из-за неисправности системы зажигания;
- Пониженная компрессия;
- На дизельных двигателях — ненадлежащий зазор между поршнем и головкой.



## 4. Повышенный расход масла

### 4.3

## Расход масла после небольшого пробега



### Характер повреждений

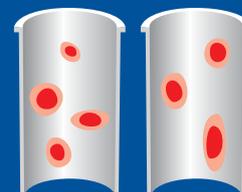
На поршнях и поршневых кольцах отсутствует явный износ, однако острые кромки колец неровные и значительно потёрты.

### Процесс развития повреждений

На кромках колец повреждения такого вида образуются при недостаточном удержании масла на поверхности цилиндра и прерывании смазывания пары трения кольцо-цилиндр. Однако такой же результат могут дать и попадание абразива или избыток топлива в камере сгорания. Из-за изношенных рабочих кромок при возвратно-поступательном движении поршня возникают гидродинамические силы, поднимающие кольца над поверхностью цилиндра и открывающие маслу проход в камеру сгорания. Устранение неисправности возможно только путем замены колец. Второй комплект колец начинает работать в значительно более благоприятных условиях, поскольку первые кольца уже притёрли поверхность цилиндра. Как правило, при повторной сборке двигателя удаляются загрязнения, устраняются причины ненадлежащего сгорания. Устранение неисправности происходит не из-за замены поршневых колец новыми, а благодаря надлежащему качеству сборки двигателя.

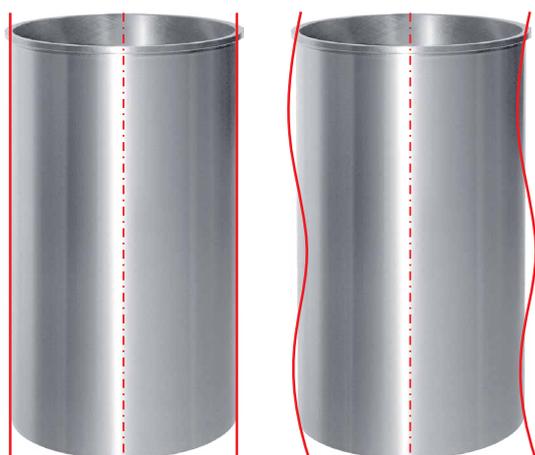
### Возможные причины

- Некачественное хонингование (неблагоприятное освобождение зёрен графита) поверхности цилиндра при ремонте двигателя;
- Некачественное масло, поздняя первая замена масла после ремонта - продукты приработки, особенно со стенки цилиндра, должны быть удалены из двигателя как можно быстрее;
- Загрязнения, не удалённые из двигателя перед сборкой;
- Избыток топлива (разжижение масла из-за нарушений сгорания), нарушение масляной плёнки из-за перегрева стенок цилиндра.



## 4. Повышенный расход масла

### 4.4 Расход масла из-за деформации цилиндра



#### Характер повреждений

- На поршнях отсутствуют следы износа или потёртости;
- Поверхность цилиндров с неравномерными, отдельными, полированными до блеска местами;
- Утечка масла из двигателя, в первую очередь по сальникам.

#### Процесс развития повреждений

Неравномерность износа на рабочей поверхности цилиндра всегда указывает на деформацию цилиндра, кольца не могут уплотнить деформированный цилиндр, масло поступает в камеру сгорания, одновременно газы проникают в картер, повышая давление и вызывая утечку масла через уплотнения. За счёт разрежения во впускной системе масло через направляющие втулки подсасывается во впускной коллектор.

#### Возможные причины

- Неравномерная или ненадлежащая затяжка головки блока;
- Ненадлежащее состояние поверхностей головки и блока;
- Грязная или повреждённая резьба крепежа головки блока;
- Ненадлежащая прокладка головки блока;
- Отложения в системе охлаждения;
- Некачественная посадка бурта гильзы, несоответствующее выступание гильзы, ненадлежащее состояние нижнего посадочного места гильзы;
- При сухих гильзах недостаточный натяг в посадке гильзы так же вреден, как и избыточный;
- В посадочных местах блока при сухих гильзах возникает контактная коррозия, посадочное место должно быть тщательно обработано для обеспечения прилегания гильзы по всей площади;
- Отдельно стоящие воздушные цилиндры должны быть строго параллельны блоку и головке, при единой головке цилиндры должны быть одинаковой высоты, очень важна исправность воздухопроводов.



# 5

## Повреждения из-за нарушения сгорания

### 5.1

## Повреждения поршня вследствие калильного зажигания на бензиновых двигателях



### Характер повреждений

После относительно малого пробега образуется отверстие в днище поршня, центральная часть днища провалена, на боковой поверхности и на головке поршня нет признаков термических повреждений, задиры, как правило, отсутствуют.

### Процесс развития повреждений

Отверстия в поршнях образуются по большей части в двигателях с высокой степенью сжатия и с полусферической камерой сгорания, днище поршня при нарушении режима сгорания за короткое время нагревается до пластичного состояния. Силы инерции возвратно-поступательного движения поршня и поток газов в камере сгорания уносят размягченный материал поршня. Ослабленный материал днища поршня под давлением газов прогибается, такой быстрый нагрев до пластичного состояния возможен только по причине калильного зажигания. При этом воспламенение смеси происходит раньше и температура горения воздействует на поршень значительно дольше. Нагрев до пластичного состояния происходит за несколько секунд, калильное зажигание появляется, когда какая-либо поверхность в камере сгорания нагревается выше температуры воспламенения смеси - как правило, это свеча, впускной клапан или отложение нагара.

### Возможные причины

- Качество топлива не соответствует степени сжатия двигателя, дизельное топливо в бензине, масло в камере сгорания;
- Ненадлежащее калильное число свечей, ненадлежащий угол опережения зажигания;
- Негерметичные выпускные клапаны;
- Значительное количество нагара в камере сгорания;
- Слишком высокая температура впускного воздуха, общий перегрев двигателя.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

### 5.2

## Эрозия материала на головке поршня на бензиновых двигателях



### Характер повреждений

На головке поршня под кольцами отсутствуют фрагменты материала, на боковой поверхности поршня отсутствуют первичные задиры.

### Процесс развития повреждений

Данный вид разрушения образуется при воздействии калильного зажигания на поршнях с плоским днищем. Малый зазор между цилиндром и поршнем как причина исключается, поскольку, несмотря на высокую температуру, задиры на головке поршня в начальной стадии отсутствуют. В верхней части головка поршня нагревается очень быстро, до пластичного состояния. Силы инерции возвратно-поступательного движения поршня и быстрый поток газов уносят размягченный материал поршня вплоть до маслосъемного кольца. Калильное зажигание появляется, когда поверхность чего-либо в камере сгорания нагревается выше температуры воспламенения смеси - как правило, это свеча, впускной клапан или отложения в камере сгорания.

### Возможные причины

- Качество топлива не соответствует степени сжатия двигателя, дизельное топливо в бензине, масло в камере сгорания;
- Ненадлежащее калильное число свечей, неправильный угол опережения зажигания;
- Негерметичные выпускные клапаны;
- Значительное количество нагара в камере сгорания;
- Слишком высокая температура впускного воздуха, общий перегрев;
- Отдельно стоящие воздушные цилиндры должны быть строго параллельны блоку и головке, при единой головке цилиндры должны быть одинаковой высоты, очень важна исправность воздухопроводов.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

### 5.3

## Эрозия на жаровом поясе на бензиновых двигателях



### Характер повреждений

На жаровом поясе эрозия материала, распространяющаяся и на днище поршня; задиры или другие повреждения на поршне отсутствуют.

### Процесс развития повреждений

Эрозия является следствием длительной работы двигателя с умеренной детонацией, со временем зона эрозии расширяется, происходит вынос материала поршня из-под колец вплоть до маслосъёмного кольца.

### Возможные причины

- Качество топлива не соответствует степени сжатия двигателя, дизельное топливо в бензине, масло в камере сгорания;
- Увеличенная степень сжатия из-за несоответствующей прокладки или фрезерованной на большую величину головки блока цилиндров.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

### 5.4 Разрушения и трещины перемычек между кольцами на бензиновых двигателях



#### Характер повреждений

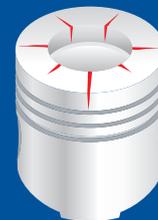
- Перемычки разрушены/имеют трещины в наиболее удаленном от свечи зажигания месте, ближе к выпускным клапанам.
- Излом начинается с верхней кромки на дне канавки и уходит под углом внутрь материала поршня, вблизи нижней кромки излом меняет направление и заканчивается опять на дне канавки, иногда трещина под углом уходит в тело поршня сквозь всю зону колец;
- Боковые кромки излома расходятся книзу;
- Задиров или признаков перегрева не имеется.

#### Процесс развития повреждений

Поломки перемычек происходят преимущественно на бензиновых двигателях с высокой степенью сжатия, с рядным наклонным расположением клапанов. Они всегда являются следствием детонации, появляющейся, если октановое число топлива не соответствует всем рабочим и нагрузочным режимам работы двигателя. Хотя перемычки разрушены на одном поршне, повреждения будут распространяться на все поршни данного двигателя.

#### Возможные причины

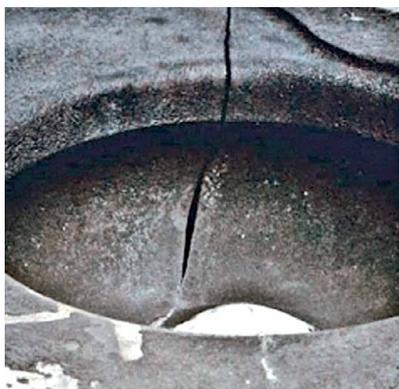
- Качество топлива не соответствует степени сжатия двигателя, дизельное топливо в бензине, масло в камере сгорания;
- Увеличена степень сжатия из-за несоответствующей прокладки или фрезерованной на большую величину головки блока цилиндров;
- Раннее зажигание, бедная смесь;
- Общий перегрев двигателя.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

5.5

### Трещины на днище и вокруг камеры сгорания в поршне на дизельных двигателях



#### Характер повреждений

- Трещины расходятся лучами от углубления в поршне, трещины могут распространяться на всю толщину днища поршня, головка поршня в месте излома продавлена вниз, такая же деформация имеется на других ещё не имеющих трещин поршнях данного двигателя;
- Задиры или признаки перегрева отсутствуют.

#### Процесс развития повреждений

В форкамерных двигателях на месте попадания потока газов из форкамеры, в двигателях с непосредственным впрыском по кромке камеры сгорания в поршне по причине термической перегрузки материал поршня в центральной части сильно нагревается, менее горячий окружающий материал препятствует расширению. При охлаждении в переходной зоне возникает растягивающее напряжение, которое в конце концов и создает разрывные трещины. Если термические напряжения складываются с напряжением от усилий на поршневом пальце, то развивается сквозная трещина, которая в итоге приводит к разрушению поршня.

**Примечание.** Если на поршне есть трещины, развивающиеся параллельно пальцу, то данный поршень подлежит обязательной замене.

#### Возможные причины

- Неисправность системы питания, дефект форкамеры;
- Перегрев двигателя;
- Неисправность моторного тормоза.

**Примечание.** На двигателях, работающих с частыми переменными нагрузками, вероятность образования трещин выше.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

### 5.6

## Эрозия материала на головке поршня на дизельных двигателях



### Характер повреждений

В направлении одной или нескольких струй распыла форсунки на днище поршня и на жаровом поясе имеется эрозия материала, на боковой поверхности поршня имеются наволакивания материала, в то же время задиры на боковой поверхности отсутствуют.

### Процесс развития повреждений

Повреждения такого рода образуются на двигателях с непосредственным впрыском. На форкамерных двигателях это происходит только в случае повреждения форкамеры, когда двигатель практически переходит на непосредственный впрыск. Если форсунка после окончания впрыска не держит давления, колебания в топливной системе могут снова поднять иглу и произойдёт дополнительное впрыскивание топлива в камеру сгорания. Капли топлива попадают на днище поршня и тлеют из-за недостатка кислорода при весьма высокой температуре. Материал размягчается, силы инерции возвратно-поступательного движения поршня и поток газов уносят размягчённый материал поршня.

### Возможные причины

- Неисправная форсунка;
- Неисправный нагнетательный клапан в топливном насосе высокого давления;
- На форкамерных двигателях дефект форкамеры.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

5.7

### Разрушение перемычек между канавками поршневых колец в дизельных двигателях



#### Характер повреждений

На одной стороне поршня разрушена перемычка, излом начинается с верхней кромки на дне канавки и уходит косо внутрь материала поршня, вблизи нижней кромки излом меняет направление на наружное и заканчивается на нижней кромке или на дне канавки, края излома расходятся книзу, задиры на поверхности поршня не имеются.

#### Процесс развития повреждений

В соответствии с характером излома разрушающая сила действует со стороны камеры сгорания. Помимо гидроудара такое действие оказывает только жёсткая работа двигателя.

#### Возможные причины

- Неисправная форсунка;
- Низкая компрессия в цилиндре;
- Дефект форкамеры;
- Неправильное или чрезмерное пользование пусковыми средствами;
- Гидроудар из-за попадания в цилиндр охлаждающей жидкости, масла, избыточного количества топлива, а также по причине поступления жидкости через впускной коллектор при преодолении водных препятствий.



## 5. Повреждения из-за нарушения сгорания

5.8

### Эрозия на днище и жаровом поясе поршня на дизельных двигателях



#### Характер повреждений

Днище и жаровой пояс полностью разрушены, вследствие эрозии отсутствует значительное количество материала поршня.

#### Процесс развития повреждений

Повреждения данного рода образуются преимущественно на двигателях с непосредственным впрыском. Если форсунка после окончания впрыска не держит давления, колебания в топливной системе могут снова поднять иглу и произойдёт дополнительное впрыскивание топлива в камеру сгорания. Если кислорода в камере сгорания недостаточно для сгорания, капли топлива попадают на днище поршня. Из-за недостатка кислорода начинается тление при весьма высокой температуре. Материал поршня размягчается, происходит разрушение головки поршня.

#### Возможные причины

- Неисправная форсунка;
- Неисправный нагнетательный клапан в топливном насосе высокого давления;
- Не отрегулированы подача и угол опережения впрыска.



## 6 Механические повреждения деталей

### 6.1 Разрушение поршня по бобышке



#### Характер повреждений

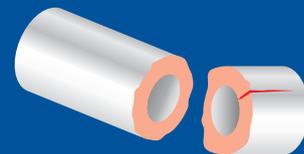
По отверстиям под палец в плоскости вертикальной оси поршня имеется типичная усталостная трещина. От начальной трещины за короткое время развивается сквозная трещина до днища поршня.

#### Процесс развития повреждений

Трещины в бобышках образуются при перегрузке, недостаток смазки между пальцем и поршнем способствует образованию повреждений. Трещина в бобышке в дальнейшем однозначно приведёт к разрушению поршня.

#### Возможные причины

- Нарушения в сгорании, особенно жёсткая работа из-за раннего угла опережения зажигания или впрыска топлива;
- Неправильное или чрезмерное пользование пусковыми средствами;
- Дефектный нагнетательный клапан в ТНВД;
- Гидроудар из-за попадания в цилиндр охлаждающей жидкости, масла, избыточного количества топлива, а также по причине поступления жидкости через впускной коллектор при преодолении водных препятствий.



## 6. Механические повреждения деталей

### 6.2 Трещина в поршневом пальце



#### Характер повреждений

Палец полностью переломился поперёк в месте выхода из верхней головки шатуна, короткий фрагмент расщепился вдоль, трещина идёт от места удара в торец пальца, трещины имеют усталостный характер.

#### Процесс развития повреждений

Трещины в пальце всегда являются следствием перегрузки, в любом случае необходима проверка химического состава и структуры материала повреждённого пальца.

Из-за овальной деформации пальца от нагрузки на торце пальца сначала образуется продольная трещина, которая может начинаться как на внешней, так и на внутренней поверхности. Трещина усталостная, развивается вдоль пальца, в месте наибольшей изгибающей нагрузки (между бобышкой и шатуном) меняет направление и становится поперечной. Развитие трещины приводит к разрушению пальца, первичная трещина на пальце может появиться не из-за перегрузки, а в результате ненадлежащей установки поршня на шатун, особенно если палец запрессовывается молотком.

#### Возможные причины

- Нарушения в сгорании топливной смеси;
- Гидроудар из-за попадания в цилиндр охлаждающей жидкости, масла, избыточного количества топлива, а также по причине поступления жидкости через впускной коллектор при преодолении водных препятствий;
- Несоблюдение технологии установки пальца.



## 6. Механические повреждения деталей

### 6.3 Повреждения посадочных мест стопорных колец пальца



#### Характер повреждений

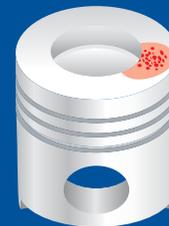
- На обеих сторонах поршня отверстия под палец сильно разбиты, повреждения могут распространяться до зоны колец, одно из стопорных колец отсутствует на месте, оно при работе двигателя выскочило и разрушилось, второе кольцо хотя и повреждено, но находится в своей канавке;
- На пальце видны следы касания стенки цилиндра - торец пальца приобрёл сферическую форму;
- На внешней поверхности поршня имеются следы перекоса поршня в цилиндре.

#### Процесс развития повреждений

На стопорное кольцо (круглого сечения или плоское) при работе двигателя действуют выталкивающие усилия от пальца, осевые усилия на пальце появляются, если ось пальца не параллельна оси коленвала. Это проявляется в случае, когда из-за погнутого шатуна поршень стоит косо. При этом при возвратно-поступательном движении возникает сила, выбивающая стопор, выскочивший стопор застревает между пальцем, поршнем и стенкой цилиндра, истирается и разлетается на множество частей, куски при возвратно-поступательном движении быстро разбивают материал поршня, отдельные фрагменты через отверстие в пальце попадают на противоположную сторону поршня и вызывают разрушения там.

#### Возможные причины

- Возникновение осевых усилий на пальце из-за деформации шатуна, из-за перекоса оси цилиндра по причине некачественной расточки при ремонте, из-за повышенного зазора на шатунных шейках (последний фактор усиливает негативный эффект деформации шатунов);
- Использование изношенных или повреждённых стопорных колец.



## 6. Механические повреждения деталей

### 6.4 Повреждения днища поршня клапанами



#### Характер повреждений

На днище поршня имеются следы от удара клапанов. Поршневые кольца изношены и частично имеют прижоги. На юбке поршня имеются начинающиеся задиры от работы всухую.

#### Процесс развития повреждений

При работе двигателя происходит соударение поршня и клапана. Вследствие ударов клапана в форсунке возникают вибрации, что вызывает нарушения в системе впрыска – поступает излишнее топливо. Появляется износ поршневых колец из-за смыва масляной пленки излишним топливом и небольшие задиры на юбке поршня. При работе на сухую на кольцах могут образовываться прижоги.

В дальнейшем из-за износа поршневых колец появляется повышенный расход масла.

#### Возможные причины

- Выступление поршня больше допустимого;
  - некачественный ремонт постели коленчатого вала,
  - в результате шлифовки высота блока стала меньше допустимой.
- Установка прокладки ГБЦ ненадлежащей толщины (тоньше необходимого);
- Выступление клапанов из головки;
  - некачественная шлифовка головки блока (больше необходимого),
  - не обеспечено надлежащее выступание/заглубление клапанов.
- Неправильно выставлены фазы газораспределения;
- Перекрут двигателя (зависают клапаны из-за превышения максимально допустимого числа оборотов).

## 6. Механические повреждения деталей



### 6.5

## Разрушение бобышки поршня



### Характер повреждений

На одной бобышке имеются значительные повреждения. Большая часть излома приходится на наружную часть бобышки.

На внутренней кромке бобышки с другой стороны поршня имеются следы от ударов поршневого пальца.

### Процесс развития повреждений

При работе двигателя п/палец постепенно смещался в одну сторону. Как только п/палец сместился в одну сторону, с противоположной стороны он достиг внутреннего края бобышки. Вследствие нагрузки получаемой от шатуна происходил перекосяк пальца и последующее выламывание края бобышки с одной стороны. На фото 4 видны тёмная поверхность на ближней части пальца и следы от втулки шатуна, сильно смещённые к дальнему краю пальца, это указывает на то, что палец некоторое время работал в сдвинутом состоянии, и разрушение бобышки является не причиной, а следствием смещения пальца.

### Возможные причины

- Отсутствие стопорного кольца;
- Ненадлежащая установка стопорного кольца (вылетело в процессе работы);
- Механическое воздействие на п/палец в процессе установке, в результате повреждена зона канавки под стопорное кольцо.



## 6. Механические повреждения деталей

### 6.6 повреждение канавки верхнего компрессионного кольца в дизельных двигателях



#### Характер повреждений

- Разрушено верхнее компрессионное кольцо, полный износ рабочих кромок маслосъёмного кольца;
- Вымывание материала поршня на жаровом поясе и на перемычке между первым и вторым кольцами;
- Потёртости на юбке поршня, вертикальные задиры и износ поверхности цилиндра.

#### Процесс развития повреждений

- Присутствие загрязнений в моторном масле вызывает быстрый износ поршневых колец, в наибольшей степени изнашивается маслосъёмное кольцо.
- Интенсивно изнашивается нагруженная канавка верхнего компрессионного кольца, увеличивается зазор между кольцом и канавкой, кольцо изгибается и разрушается.
- При износе канавки кольцо перестаёт уплотнять камеру сгорания и горячие газы под высоким давлением «перетекают» под кольцом, унося при этом фрагменты материала поршня.

#### Возможные причины

- Несвоевременная замена моторного масла и масляного фильтра.

Примечание: развитию повреждений данного вида способствуют неисправности топливной аппаратуры, вызывающие интенсивное нагарообразование.



# 7

## Повреждения бобышек поршня

### 7.1

## Задир в бобышках поршня



### Характер повреждений

Сильные задиры в отверстиях под палец, наволакивание материала поршня на палец, в зоне втулки шатуна (в средней части) на пальце цвета побежалости, задиров на боковой поверхности поршня не имеется.

### Процесс развития повреждений

Повышающая посадка пальца предусматривает вращение его как в шатуне, так и в бобышках поршня. При этом зазор между пальцем и втулкой шатуна выше, чем в бобышках. Если палец вращается во втулке туго, то для плавающей посадки этого недостаточно. Повышенное трение приводит к излишнему нагреву, разрушению масляной плёнки и образованию повреждений.

### Возможные причины

- Недостаточный зазор между пальцем и втулкой шатуна;
- Зазор между втулкой и пальцем не компенсирует имеющейся непараллельности осей верхней и нижней головок шатуна;
- При установке поршня недостаточно смазаны опоры пальца, что приводит к образованию задиров при первоначальном запуске двигателя.



## 7. Повреждения бобышек поршня

7.2

### Задир в бобышках поршня при запрессованном пальце



#### Характер повреждений

Повреждения образуются на собранном после ремонта двигателе - отсутствуют нагар на днище поршня и следы работы, задир на пальце расположен на верхней нагруженной части пальца, поверхность задиров металлически чистая, на ней отсутствуют следы горевшего масла.

#### Процесс развития повреждений

- Поршень работал незначительное время - задир образовался сразу после начала работы двигателя;
- Места задиров металлически чистые - в момент образования задиров масла в бобышках не было.

#### Возможные причины

Палец не был смазан при сборке.



## 7. Повреждения бобышек поршня

7.3

### Задир в бобышках поршня при наличии задиров на боковой поверхности



#### Характер повреждений

На всей боковой поверхности поршня имеются задиры, на головке поршня и вокруг отверстий под палец значительные, все компрессионные кольца замазаны материалом поршня и залегли, в обеих бобышках имеются задиры.

#### Процесс развития повреждений

Наибольшие задиры на головке поршня несвежие, образовались ранее из-за нарушений в сгорании, что вызвало залегание колец, горячие газы из камеры сгорания, не удерживаемые залегшими кольцами, разогрели бобышки поршня, как результат - ухудшились условия смазывания пальца и в бобышках образовались задиры.

#### Возможные причины

- Нарушение режима сгорания в цилиндрах, в итоге приведшее к комбинации задиров из-за уменьшенного зазора и задиров из-за недостаточной смазки;
- Некачественная установка пальца;
- Использование пальца неподходящего размера.



# 8 Посторонние звуки в двигателе

## 8.1 Стук поршней



### Характер повреждений

- На жаровом поясе в плоскости качания поршня имеются следы ударов;
- На боковой поверхности поршня вверху и внизу потёртости более выраженные, чем в середине;
- На жаровом поясе в плоскости поршневого пальца имеются характерные следы качания поршня.

### Процесс развития повреждений

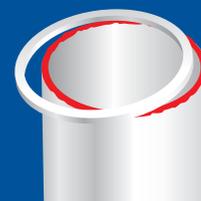
Стук поршня вызывается ударами головки поршня о стенку цилиндра.

#### Это происходит по следующим причинам:

- Увеличен зазор между поршнем и цилиндром;
- Ограничена возможность свободного качания поршня на шатуне;
- Если шатун деформирован, во время работы двигателя ось поршня отклоняется от оси цилиндра, поршень качается в цилиндре, возникает осевое усилие на пальце, приводящее к удару по стопорным кольцам и возникновению шума, похожего на стук поршня.

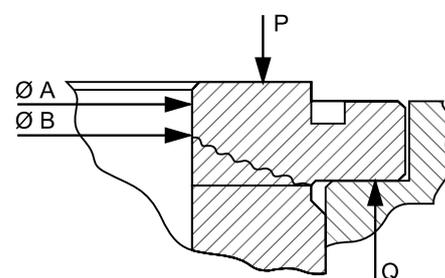
### Возможные причины

- Некачественная расточка блока при ремонте, износ поршня;
- Недостаточный зазор между пальцем и втулкой шатуна ;
- При запрессованном пальце недостаточный зазор между пальцем и бобышками из-за деформации пальца, обусловленной некруглостью отверстия в шатуне;
- Непараллельны верхняя и нижняя головки шатуна (шатун погнут или скручен).



# 9 Повреждения гильз цилиндров

## 9.1 Отрыв бурта



### Характер повреждений

Бурт целиком отделился от гильзы, разлом начинается от нижнего основания бурта и идёт под углом примерно 30° вверх.

### Процесс развития повреждений

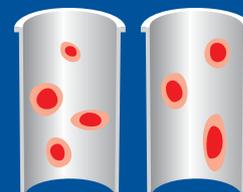
Причина данного дефекта в изгибающих нагрузках на бурте, возникающих из-за неправильного монтажа, в большинстве случаев трещины появляются уже при затяжке головки блока.

#### Для предотвращения этого нужно обращать внимание на следующее:

- Переход опорной поверхности бурта в отверстие для гильзы в блоке должен быть выполнен с фаской для исключения упора поднутрения гильзы на кромку, иначе очень легко произойдёт надлом бурта гильзы при затяжке головки;
- Если поверхность прилегания гильзы неровная, её необходимо обработать на соответствующем оборудовании для обеспечения параллельности опорной поверхности бурта гильзы и верхней плоскости блока.

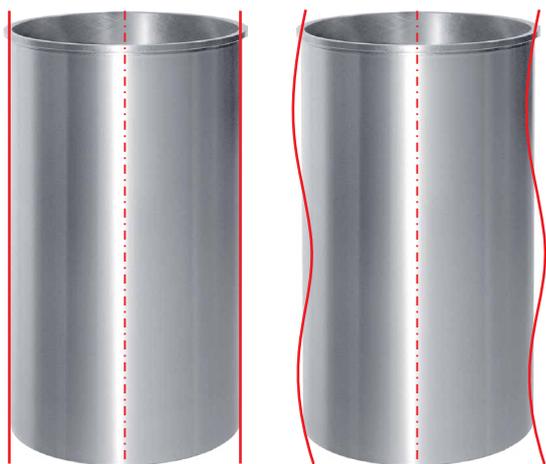
### Возможные причины

- Некачественно обработаны/подготовлены посадочные места гильзы в блоке;
- Не соблюдены предписанные порядок и моменты затяжки;
- Использование прокладок несоответствующей толщины, а также прокладок, бывших в употреблении;
- Деформация блока после продолжительной эксплуатации.



## 9. Повреждения гильз цилиндров

### 9.2 Расход масла из-за деформации цилиндра



#### Характер повреждений

- На поршнях отсутствуют следы износа или потёртости;
- Поверхность цилиндров с неравномерными отдельными, полированными до блеска местами;
- Утечка масла из двигателя, в первую очередь по сальникам.

#### Процесс развития повреждений

Неравномерность износа на рабочей поверхности цилиндра всегда указывает на деформацию цилиндра, кольца не могут уплотнить деформированный цилиндр, масло поступает в камеру сгорания, одновременно газы проникают в картер, повышая давление и вызывая утечку масла через уплотнения. За счёт разрежения во впускной системе масло через направляющие втулки подсасывается во впускной коллектор.

#### Возможные причины

- Неравномерная или ненадлежащая затяжка головки блока;
- Ненадлежащее состояние поверхностей головки и блока;
- Грязная или повреждённая резьба крепежа головки блока;
- Ненадлежащая прокладка головки блока;
- Отложения в системе охлаждения;
- Некачественная посадка бурта гильзы, несоответствующее выступание гильзы, ненадлежащее состояние нижнего посадочного места гильзы;
- При сухих гильзах недостаточный натяг в посадке гильзы так же вреден, как избыточный;
- В посадочных местах блока при сухих гильзах возникает контактная коррозия, посадочное место должно быть тщательно обработано для обеспечения прилегания гильзы по всей площади;
- Отдельно стоящие воздушные цилиндры должны быть строго параллельны блоку и головке, при единой головке цилиндры должны быть одинаковой высоты, очень важна исправность воздухопроводов.



## 9. Повреждения гильз цилиндров

### 9.3 Кавитация на гильзе



#### Характер повреждений

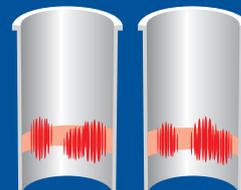
Во многих местах на поверхности гильзы в зоне верхнего и нижнего посадочных мест в блоке имеются сильные повреждения от кавитации, они развиваются вплоть до образования сквозных отверстий в стенке гильзы, кроме того, на водяной поверхности гильзы имеется ощутимая коррозия. Обратите внимание: часто наблюдается переходная стадия, т. е. коррозия готовит путь для кавитации.

#### Процесс развития повреждений

Кавитация возникает преимущественно в местах перекладки поршня и инициируется колебаниями стенок цилиндра. Высокочастотные колебания возбуждаются пульсацией давления газов, боковыми силами на поршне, перекладкой поршня в В.М.Т. и Н.М.Т. Если охлаждающая жидкость не может следовать колебаниям стенки цилиндра, происходит отрыв жидкости от гильзы, в возникающей зоне пониженного давления образуются пузырьки пара, которые при обратном движении стенки цилиндра схлопываются, и высвобождающаяся энергия выбивает мельчайшие частички материала гильзы, что со временем приводит к образованию каверн вплоть до сквозных отверстий.

#### Возможные причины

- Не соблюден зазор поршень/цилиндр (установлены б/у поршни);
- Ненадлежащая посадка гильзы в блоке;
- Пониженное давление в системе охлаждения, ненадлежащее качество охлаждающей жидкости (ингибиторы, замена каждые 2 года), дистиллированная вода непригодна в качестве охлаждающей жидкости.



## 9. Повреждения гильз цилиндров

### 9.4 Задирь в нижней части гильзы



#### Характер повреждений

- Задирь на поршне в нижней части юбки, материал поршня в местах задиров местами блестящий, затёртый, местами тёмный, относительно гладкий; на прочих участках поршня повреждений нет;
- На гильзах внизу, в зоне уплотнительных колец, на поверхности цилиндра задирь такого же рода, на прочих участках поверхности гильзы повреждений нет;
- Задирь представляют собой вертикальные полосы, неравномерно расположенные по окружности поршня и гильзы, между задирями материал не повреждён.

#### Процесс развития повреждений

Характер повреждений на поршне и на поверхности цилиндра аналогичен задирям при недостаточном зазоре между поршнем и цилиндром; судя по местам расположения задиров, в данном случае уменьшение зазора между поршнем и гильзой произошло в нижней части цилиндра.

#### Возможные причины

- Уплотнительные кольца несоответствующего размера могут деформировать гильзу любой толщины;
- То же самое может произойти, если из канавок посадочного места гильзы не удалены фрагменты старых уплотнительных колец и прочие загрязнения, уплотнительное кольцо должно занимать не более 70% объёма канавки, недопустимо применение дополнительных средств уплотнения - герметика и т.п.;
- Нагружение двигателя без предварительного прогрева.

**Примечание.** Во избежание перекручивания уплотнительных колец монтаж гильзы в блок должен осуществляться с использованием соответствующей установочной смазки.

# Заметки



A large area of horizontal dotted lines for taking notes.



АО «Костромской завод автокомпонентов»  
156001, Россия, г. Кострома, ул. Московская, 105



#### **Продажи на территории РФ**

Компания «ЭКСПЕРТ» (ООО «Альфа»)  
Тел.: 8-800-3333-700  
E-mail: [sales@expert.market](mailto:sales@expert.market)  
Сайт: [expert.market](http://expert.market)

#### **Интернет-заказы**

[b2b.expert.market](http://b2b.expert.market)

#### **Техническая поддержка**

Тел.: +7 (4942) 628-477  
E-mail: [tech@motordetal.ru](mailto:tech@motordetal.ru)

#### **Горячая линия (звонок бесплатный)**

Россия: 8-800-3333-700  
Казахстан: 8-800-200-22-33