

## ИЗНОС ПОРШНЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ

**Хохлов А.Л., доктор технических наук, профессор,  
тел. 8 (8422) 55-95-13, mobilemach-dep@ugsha.ru**

**Марьин Д.М., кандидат технических наук,  
тел. 8 (8422) 55-95-13, marjin25@mail.ru**

**Лысов Е.А., магистрант,  
тел. 8 (8422) 55-95-13, lysov.eug@yandex.ru  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** поршень, износ, юбка, канавка, задир*

*В данной работе проанализированы основные причины износа и неисправности поршней цилиндропоршневой группы. Установлено, что основным дефектом поршней является износ и разрушение первой поршневой канавки, на долю которой приходится 70 %. Предложен метод микродугового оксидирования, как способ снижения износа и повышения работоспособности поршня.*

**Введение.** Детали цилиндропоршневой группы (ЦПГ) в отличие от остальных деталей двигателя внутреннего сгорания (ДВС) работают в наиболее тяжелых условиях, так как они непосредственно соприкасаются с горячими газами, образующимися при сгорании топлива.

Поршень ЦПГ определяет ресурс двигателя в целом, поскольку является одной из самых нагруженных деталей. Различные участки рабочих поверхностей поршня подвергаются износу крайне неравномерно, предельные

значения износа вынуждает забраковывать поршень целиком, хотя по другим геометрическим размерам он оказывается совершенно работоспособным [1, 2].

**Материалы и методы исследований.** Поршни, установленные на современных двигателях независимо от типа двигателя, на котором он эксплуатируется и его конструктивных параметров, присущи соответствующие дефекты (рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Основные дефекты поршней ЦПГ.

Износ поршней происходит по поршневым канавкам, юбке и отверстиям под палец в бобышках. Поршня изготовленные из алюминиевых сплавов чаще всего выходят из строя по износу рабочих поверхностей двух верхних поршневых канавок.

Кроме износа, поршни повреждаются задирами, разгарными и усталостно-коррозионными трещинами. В случае грубого нарушения работы двигателя происходит

прогар головок поршней. Этот порок характерен для поршней из алюминиевых сплавов.

Многokратные радиальные перемещения поршневых колец в сечении с ударным действием вызывают объемную пластическую деформацию у грани поршневых канавок и течение тонких слоев металла в сторону боковой поверхности поршня.

Взаимодействие поверхности поршневых колец и поршневых канавок может происходить при повышенной температуре (200-250 °С), наличии твердых продуктов коксования и абразивных частиц, попадающие извне.

В большей степени изнашиваются нижние поверхности канавок от действия давления газов на такте расширения.

Главным фактором, вызывающим изменение формы поршневых канавок алюминиевых поршней, является объемная деформация, которая увеличивается при нагреве поршня до рабочей температуры (рис. 2).

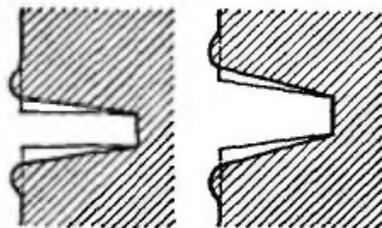


Рисунок 2 - Изменение формы канавок алюминиевых поршней в результате износа: а – прямоугольная канавка; б – трапецидальная

Юбка поршня изнашивается неравномерно и главным образом в зонах наибольших давлений. Однако интенсивность изнашивания юбки значительно меньше, чем верхних поршневых канавок.

Интенсивность изнашивания юбок алюминиевых поршней меньше, чем чугунных или изготовленных из других тяжелых материалов (стали, цветных сплавов), что обычно связывают с большими инерционными силами и удельными нагрузками, возникающими при взаимодействии таких поршней с зеркалом цилиндра.

Изменение формы поверхностей трения ЦПГ по мере их износа на первой стадии после приработки улучшает работу узла и особенно его уплотнительные функции. Обычно в этот период машина работает с наименьшими значениями КПД.

Увеличение зазоров вызывает нарушение оптимального сопряжения деталей узла. Возникает ударный характер взаимодействия поршня с зеркалом цилиндровой втулки, повышаются вибрации и свобода колебания колец в изношенных канавках.

Разработка поршневых канавок верхних компрессионных колец неизбежно приводит к увеличению интенсивности изнашивания сопряженных трущихся поверхностей и снижению уплотнительных функций поршня и КПД машины.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Наиболее часто встречающимися причинами повреждений и, как следствие, заменой поршней ДВС, являются повышенные значения максимальной температуры тела поршня, температуры и температурных градиентов в отдельных его зонах, высокое давление газов в камере сгорания, а также низкая износостойкость материала поршня. Износ поршней вызывает снижение мощностных показателей работы двигателя, увеличение расхода топлива смазочных материалов, загрязнение окружающей среды, поэтому

вопросы их восстановления и упрочнения требуют дополнительных исследований.

Для снижения износа поршней применяют различные мероприятия, к которым можно отнести термообработку, нанесение металлических и неметаллических покрытий, вставки различного конструктивного исполнения, а также комбинированные поршни [4, 5, 6, 7].

**Закключение.** В последние годы наиболее эффективным способом повышения работоспособности и снижения износа поршней является формирование на их рабочих поверхностях покрытия, имеющего теплоизолирующие и износостойкие свойства.

Метод микродугового оксидирования является одним из таких способов, позволяющий формировать оксидированный слой (упрочняющее и теплоизолирующее покрытие) на головке поршня, не изменяя его геометрических размеров, массы и не требуется дополнительной механической обработке.

### **Библиографический список:**

1. Гаркунов, Д.Н. Долговечность трущихся деталей / Д.Н. Гаркунов. - М.: - Машиностроение, 1990. – 352 с.
2. Карагодин, В.И. Ремонт автомобилей и двигателей.: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 6-е изд., стер. – М.: Академия, 2009. – 496 с.
3. Марьин, Д.М. Упрочнение канавок под поршневые кольца поршней двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов // Современные достижения науки - 2013: Материалы IX международной научно -

практической конференции. - Часть 74. Технические науки: Прага. Издательский дом «Образование и наука». - С. 6-9.

4. Марьин, Д.М. Снижение износа поршней двигателя внутреннего сгорания окисидированием рабочих поверхностей головок / Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – №2. – С. 71-79.

5. Марьин, Д.М. Влияние режимов микродугового окисидирования на образование окисидированного слоя / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, А.А. Глущенко, В.А. Степанов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 3 (23). - С. 128-131.

6. Суминов, И.В. Микродуговое окисидирование (теория, технология, оборудование) / И.В. Суминов, А.В. Эпельфельд, В.Б. Людин, Б.Л. Крит, А.М. Борисов. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

7. Марьин, Д.М. Формирование модели повышения трибологических характеристик цилиндропоршневой группы / Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – №2. – С. 80-87.

## **WEAR OF THE CYLINDER-PISTON GROUP PISTONS**

**Khokhlov A.L., Marin D.M., Lysov E.A.**

***Keywords:*** piston, wear, skirt, groove, bully

*In this paper, the main causes of wear and malfunction of the cylinder-piston group pistons are analyzed. It is established that the main defect of the pistons is the wear and destruction of the first piston groove, which accounts for 70 %. A method of micro-arc oxidation is proposed as a way to reduce wear and increase the working capacity of the piston.*