

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

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

Прошкин Е.Н., кандидат технических наук, доцент,
тел. 8 (8422) 55-95-13, proshkin1921@mail.ru

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

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** поршень, поршневая канавка, износ, упрочнение*

В данной статье представлен краткий анализ способов упрочнения рабочих поверхностей поршневых канавок поршней двигателя внутреннего сгорания, а также предложен способ микродугового оксидирования, как наиболее эффективный метод повышения работоспособности и уменьшения их износа.

Введение. Поршень является одним из самых нагруженных деталей, различные зоны поршня изнашиваются крайне неравномерно, предельный износ заставляет выбраковывать целиком весь поршень, хотя по другим геометрическим параметрам он в действительности оказывается совершенно работоспособным.

Для повышения работоспособности и уменьшения износа поршней применяют термообработку, металлические и неметаллические покрытия, вставки различного

конструктивного исполнения, а также комбинированные поршни. Последние изготавливают из разных материалов [1, 2].

Материалы и методы исследований. Повышение износостойкости, прирабатываемости и стойкости к задираобразованию достигают нанесением металлических покрытий Sn, Cu, Pb антифрикционных сплавов, фосфатных, оксидных пленок и маслостойкого рельефа. Для защиты головки от прогара и появления коррозионно-усталостных повреждений, уменьшения температуры в зоне верхних канавок поршней применяют керамические плазменные покрытия, а для алюминиевых поршней – также оксидные покрытия, полученные путем анодирования.

Хромовые покрытия могут быть рекомендованы как для защиты головки поршня от горючих газов и коррозионного воздействия, так и для повышения износостойкости поршневых канавок. Поршневые канавки чугунных и стальных головок поршней упрочняют также методами закалки ТВЧ азотирования, нитросульфидирования.

Керамические и оксидные покрытия находят большее распространения для защиты головок чугунных и алюминиевых поршней. Они, обладая свойствами коррозионной защиты, высокой теплостойкостью, малой теплопроводностью, уменьшают поток тепла со стороны камеры сгорания, оказывает выравнивающее действие на тепловое состояние поршня, вызывая более интенсивное снижение температуры участков с высоким нагревом.

Поршни с неметаллическими покрытиями, как правило, имеют невысокую температуру поверхностей трения и меньший износ.

Керамические покрытия на основе окиси циркония (ZrO_2) и алюминия (Al_2O_3) наносят путем обмазки с последующим обжигом (эмалирование), плазменным или газопламенным методами. Толщину покрытий назначают в пределах 100-400 мкм.

Для эффективной защиты головки поршня коэффициент теплопроводности покрытия должен быть не ниже $\lambda=1,5$ ккал/(м·ч·°С) и коэффициент теплоотражения не менее 0,75.

Применения теплозащитных покрытий важно для поршней из алюминиевых сплавов с точки зрения борьбы не только с прогаром головки, короблением, но и с износом верхних кольцевых канавок, отверстий, бобышек и юбки благодаря снижению температуры на поверхностях трения.

Антифрикционные свойства и износостойкость покрытий могут быть повышены внесением твердых смазок (графита, MoS_2 и др.).

Наиболее эффективным средством борьбы с износом верхних поршневых канавок является изготовление поршня составным и армированием его вставками различного конструктивного исполнения. Обычно кольцо из аустенитного чугуна (нирезиста) или стали заделывают в области верхних канавок. Нирезист обладает высокой сопротивляемостью износу и задиру.

Применение нирезиста определяется главным образом тем, что его температурный коэффициент линейного расширения ($19 \cdot 10^{-6}$, $1/^\circ C$) близок к соответственному параметру алюминиевого поршневого сплава ($20 \cdot 10^{-6}$, $1/^\circ C$). Это обеспечивает надежность соединения вставки с телом алюминиевого поршня.

Существуют методы паяного и механического соединения вставок с поршнем. Вставку выполняют в виде

цельного кольца или отдельных элементов. Иногда с целью удешевления пояс верхних канавок армируют в литье стальной проволоочной спиралью.

Практика применения поршней со вставками показывает, что износ канавок снижается на различных поршневых машинах в 2-6 раз.

Недостаток метода армирования поршня вставками – сложность технологии, существенное удорожание и не всегда достаточная надежность соединения.

Разработаны способы наплавки и плазменного упрочнения пояса канавок износостойкими сплавами. Снижение износа канавок может быть достигнуто применением поршневых колец с боковыми хромированными поверхностями. Этот метод позволяет на двигателях со средним уровнем тепловой и механической напряженности снизить износ канавок в 1,5-2,5 раза.

Повышение работоспособности и снижение износа поршней достигается формированием оксидированного слоя (упрочняющее и теплоизолирующее покрытие) на головке поршня методом микродугового оксидирования (МДО), позволяющее повысить износостойкость материала поршня и снизить его температуру нагрева. [3, 4, 5, 6]. Оксидированный слой формируемый МДО обладает необходимой плотностью и прочностью соединения с металлической основой поршня. Данный метод позволяет снизить износ первых поршневых канавок в 1,7 раза [7, 8].

Результаты исследований и их обсуждение. В практике двигателестроения используют различные конструктивных и технологических мероприятия, позволяющие повысить работоспособность и уменьшить износ поршней ДВС, однако их применение ограничивается увеличением массы и изменением геометрических

параметров поршня, что требует дополнительных технологических операций и удорожает процесс сложностью и высокой стоимостью.

Заключение. Метод микродугового оксидирования является наиболее эффективным и перспективным способом повышения работоспособности и уменьшения износа поршней ДВС, позволяющий формировать на головке поршня упрочняющее и теплоизолирующее покрытие без изменения его геометрических размеров и дополнительной механической обработке.

Библиографический список:

1. Чичинадзе, А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических вузов. 2-е изд. переработ. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с.
2. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Академия, 2009. – 496 с.
3. Марьин, Д.М. Повышение износостойкости поршней формированием упрочняющего покрытия на днище и головки поршня / Д.М. Марьин, П.В. Наумкин // В мире научных открытий: Материалы IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции. - г. Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина», 2015, т. I. – С. 223 – 225.
4. Марьин, Д.М. Теоретические предпосылки к снижению интенсивности изнашивания рабочих поверхностей поршневой канавки поршня ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глуценко // Наука и Мир. - 2015. - № 11 (27). - С. 75-77.

5. 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.

6. Марьин, Д.М. Влияние режимов микродугового оксидирования на образование оксидированного 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.

7. Зейнетдинов, Р.А. Теоретическое обоснование повышения ресурса деталей сопряжения «поршневая канавка- поршневое кольцо» / Р.А. Зейнетдинов, А.А. Глущенко, Д.М. Марьин / Известия Международной академии аграрного образования. - 2016. - №30. - С. 26-30.

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

IMPROVING THE PERFORMANCE OF PISTONS INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Marin D.M., Proshkin E.N., Lysov E.A.

Keywords: *piston, piston groove, wear, hardening*

This article presents a brief analysis of the methods for strengthening the working surfaces of the piston grooves of the internal combustion engine pistons, as well as a method of microarc oxidation, as the most effective method for improving performance and reducing their wear.