

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС ПУТЕМ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Шрон Л.Б., Сеитаблаев И.Р., Ягьяев Э.Э.

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Ключевые слова: поршневые кольца, работоспособность, износ, ресурс, лазерная абляция.

Аннотация. В статье на основе анализа условий работы поршневых компрессионных колец, при высоких температурах и реверсивного трения, предложен метод повышения ресурса путем формирования наноструктурного покрытия на поверхности при облучении лазерными импульсами наносекундной длительности.

INCREASING THE RESOURCE OF PARTS OF AUTOMOBILE INTERNAL COMBUSTION ENGINES BY NANOSTRUCTURING OVER THE SURFACE WITH LASER PULSES OF NANOSECOND DURATION

Shron L.B., Seitablaev I.R., Yagyaev E.E.

Sevastopol state university, Sevastopol

Keywords: piston rings, performance, wear, resource, laser ablation.

Abstract. In the article, based on the analysis of the operating conditions of piston compression rings, at high temperatures and reverse friction, a method is proposed for increasing the resource by forming a nanostructured coating on the surface when irradiated with nanosecond laser pulses.

Постановка проблемы. Современный период развития автомобильного транспорта характеризуется ростом количества ДВС с турбокомпрессором. Это приводит к увеличению мощности ДВС и нагрузок на детали центрально поршневой группы.

Следовательно, для повышения надежности работы деталей ЦПГ необходимо применять прогрессивные ресурсосберегающие технологии, способные повысить износостойкость рабочих трущихся поверхностей поршневых колец и цилиндров, при этом важно добиться равномерности изнашивания как «зеркала» цилиндра, так и поршневого кольца. Это, в конечном итоге, положительно скажется на повышении работоспособности деталей ЦПГ, позволит увеличить надежность и ресурс ДВС.

Цель статьи – наноструктурирование поверхности поршневых колец лазерными импульсами наносекундной длительности.

Основная функция ПКК – создание, совместно с поршнем, уплотнения, которое обеспечивало бы изоляцию объемов камеры сгорания и подпоршневого пространства [1,2].

При величинах утечек, превышающих некоторый допустимый предел неизбежно ухудшение качества протекания рабочего процесса и, как следствие этого происходит снижение мощности и повышение расхода топлива, перегрев деталей ЦПГ, повышенный износ колец и цилиндров [3-6].

Выполнение компрессионными кольцами своих функций требует плотного радиального прилегания кольца к поверхности цилиндров и осевое прилегание торцов к торцу канавки поршня.

Детали ЦПГ работают в условиях высоких температур, реверсивного трения, значительной механической напряженности, при воздействии агрессивной среды и граничной смазки [7,8].

В большинстве случаев основной причиной износа ПКК является достижение предельного износа рабочей трущейся поверхности, а в ряде случаев – и по причине катастрофической формы износа – задира [2].

Повышение надежности и работоспособности поршневых колец возможно путем совершенствования конструкции, выбора материалов, а также применения современных методов поверхностного упрочнения и модифицирования поверхности.

На трущихся поверхностях цилиндра и поршневых колец одновременно протекают процессы механического, абразивного, адгезионного, усталостного изнашивания. Для снижения абразивного изнашивания деталей применяются материалы и покрытия повышенной износостойкости.

Адгезионное и усталостное разрушение в поверхностном слое деталей ЦПГ на глубине до 2мм. Следовательно, долговечность и эксплуатационные свойства деталей ЦПГ будут определяться состоянием тонких поверхностных слоев. В связи с этим, для увеличения ресурса поршневых колец возможно за счет обработки поверхности поршневых колец лазерными импульсами наносекундной длительности [9].

Экспериментальные исследования нанесения износостойких покрытий методом абляции на воздухе были проведены на экспериментальной установке «Fmark-100 NS» с волоконным иттербиевым лазером, IPG Photonics (рис. 1).

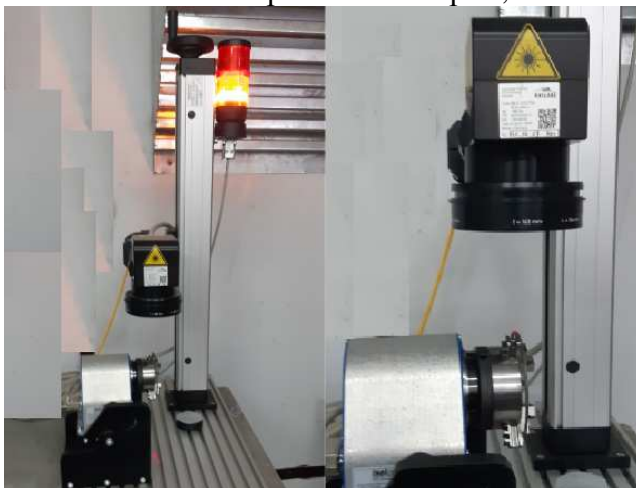


Рис. 1. Экспериментальная установка для лазерной абляции

Режимы лазерной абляции ПКК на воздухе для проведения экспериментальных исследований представленных в таблице 1.

Табл. 1. Режимы лазерной абляции пластин

№	Материал ПКК	Мощность импульса Р, Вт	Скорость обработки V, мм/с	Количество проходов на мм.	Длительность импульсов, нс.	Шаг абляции лин/мм	Частота импульса кГц
1	СЧ25	10	800	50	10	50	200
2		15	800	50	10	50	200
3		5	800	50	10	50	200

Результаты полученных поверхностей были исследованы при помощи металлографического микроскопа модели 4XB, с увеличением исследуемых объектов в 650 раз, представлены в таблице 2.

Табл. 2. Морфология поверхности ПКК после лазерной абляции



Выводы

В работе проведен аналитический обзор работ, посвященных вопросам повышения износостойкости трибосопряжений ДВС.

Обоснован метод повышения износостойкости рабочих поверхностей поршневых колец.

Разработаны технологические режимы процессов лазерной абляции модифицирования рабочей поверхности ПКК.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МСХА, 2002. – 632 с.
2. Асташкевич Б.М. Износостойкость и прочность деталей цилиндропоршневой группы транспортных двигателей // Вестник машиностроения. 1997. №10. С. 8-11.
3. Бурштейн Л.М., Кобяков С.В. Исследование процессов смазывания и трения поршневых колец ДВС // Двигателестроение. 1990. № 11. С. 56-59.
4. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. – М.: Машиностроение, 1984. – 280с.
5. Никитин Ю.Н., Арустамов Л.Х., Измайлов С.П., Федотов С. Оценка жидкостного трения в сопряжении кольцо-цилиндр-поршень // Двигателестроение, 1983. -№ 7, С. 51-53.
6. Погодаев Л.И., Кузьмин В.Н. Дудко П.П. Повышение надежности трибосопряжений. – СПб.: Академия Транспорта РФ, 2001. – 304 с.
7. Матвеев Ю.И. Повышение ресурса цилиндровых втулок и поршневых колец судовых среднеоборотных дизелей с использованием метода плазменного напыления: Монография. – Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2002. – 128 с.

8. Асташкевич Б.М. Износостойкость и прочность деталей цилиндропоршневой группы транспортных двигателей // Вестник машиностроения. – 1997. – №10. – С. 8-11.
9. Шрон Л.Б., Строев В.А., Ягьяев Э.Э. Повышение ресурса поршневых компрессионных колец методом лазерной абляции // Научный потенциал молодежи и технический прогресс: Материалы III международной студенческой научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2020. – № 3 – С. 30-32.

References

1. Garkunov DN Tribotechnics (design, manufacture and operation of machines): Textbook. – 5th ed., Rev. and add. – M.: Publ. house of the Moscow Agricultural Academy, 2002. – 632 p.
2. Astashkevich B.M. Wear resistance and strength of parts of the cylinder-piston group of transport engines // Bulletin of Mechanical Engineering. 1997. No. 10. P. 8-11.
3. Burshtein L.M., Kobayakov S.V. Investigation of the processes of lubrication and friction of internal combustion engine piston rings // Engine building. 1990. No. 11. P. 56-59.
4. Kragelsky I.V., Mikhin N.M. Friction units of machines. – M.: Mechanical Engineering, 1984. – 280 p.
5. Nikitin Yu.N., Arustamov JI.X., Izmailov SP, Fedotov C. Evaluation of fluid friction in the ring-cylinder-piston interface // Engine building. 1983. №7. P. 51-53.
6. Pogodaev L.I., Kuzmin V.N. Dudko P.P. Improving the reliability of tribo-couplings. – SPb.: Academy of Transport of the Russian Federation, 2001. – 304 p.
7. Matveev Yu.I. Increasing the resource of cylinder liners and piston rings of medium-speed marine diesel engines using the plasma spraying method: Monograph. – N. Novgorod: Publishing house of VГАVТ, 2002. – 128 p.
8. Astashkevich B.M. Wear resistance and strength of parts of the cylinder-piston group of transport engines // Bulletin of Mechanical Engineering. 1997. No.10. P. 8-11.
9. Shron L.B., Stroeniev V.A., Yagyaev E.E. Increasing the resource of piston compression rings by laser ablation // Scientific potential of youth and technical progress: Materials of the III international scientific and practical conference. – St. Petersburg: SPbB SRC MS, 2020. – No. 3 – P. 30-32.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Шрон Леонид Александрович – магистрант, Севастопольский государственный университет, г.Севастополь	Shron Leonid Borisovich – master student, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia
Сейтаблаев Ибраим Решатович – магистрант, Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова, г. Симферополь, Россия	Seitablaev Ibraim Reshatovich – master student, Crimean Engineering and Pedagogical University the name of Fevzi Yakubov, Simferopol, Russia
Ягьяев Эльмар Энверович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения, Севастопольский государственный университет, г.Севастополь, Россия, elmar1875@gmail.com	Yagyaev Elmar Enverovich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Technology mechanical engineering, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia, elmar1875@gmail.com

Получена 26.03.2021