

УДК 621.431

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ДНИЩА ПОРШНЯ

**Петряков Д.С., студент 3 курса инженерного факультета
Петряков М.С., магистрант 1 курса инженерного факультета
Научный руководитель – Хохлов А.А., доктор технических наук,
доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: поршень, оксидированный слой, корунд, шероховатость, неоднородность.

В статье рассмотрена методика и результаты определения структуры и изменения состава микрошлифов днища поршня до микродугового оксидирования и после микродугового оксидирования днища. Основными элементами исследованного материала являются кремний и алюминий. В качестве примесей встречаются магний, железо, медь. Содержание кислорода в оксидированном слое днища поршня увеличилось до 13,82 единиц, а в матрице - с 1,04 у типового поршня, до 2,6 у оксидированного, что свидетельствует о образовании корунда (Al_2O_3) в оксидированном слое.

Введение. Анализ структуры и элементного состава фрагмента оксидированного образца осуществлялся методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) с рентгеновским микроанализом по ГОСТ 8.452-82.

Для проведения исследований использовался измерительный комплекс, в составе: растрового автоэмиссионного микроскопа Zeiss SUPRA 55VP (рис. 1) (сертификат соответствия Zeiss SUPRA WDS 55VP SerialNo. 3096 по DINENISO 9001 номер 278002 QM), спектрометров Inca энергодисперсионного Energy 350, волнового Wave 500 и регистрационно-дифракционного анализатора отраженных электронов HKL EBSD Premium System.



Рис. 1 – Автоэмиссионный растровый микроскоп SUPRA 55VP

Объект исследований представлял собой излом образца размером примерно 5x5x10 мм. Для получения картины топографического контраста окисленный образец тщательно промывали растворителем и обезжировали при ультразвуковой очистке во избежание загрязнения углеводородами. Исследуемый образец был помещён в вакуумную камеру микроскопа изломом вверх.

Материалы и методы исследования. Для определения изменения состава днища поршня проводились исследования образцов микрошлифов днища поршня до микродугового окислирования (рис. 2, 3) и после микродугового окислирования днища. Исследования проводились на микрошлифах поршня взятых по высоте. Для исследования микрошлифы отбирались в шахматном порядке с чередованием по окружности поршня через один сегмент. Размер микрошлифа составлял 10x20 мм.

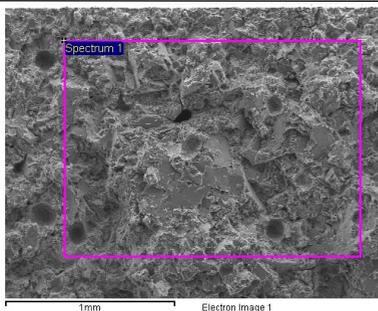


Рисунок 2 - Микрография поверхности излома типowego поршня

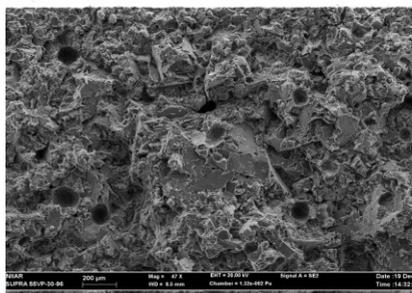


Рисунок 3 - Микрография центральной части поверхности излома матрицы типowego поршня

В результате проведенных исследований установлено, что поверхность оксидированного покрытия имеет четкий рельеф, шероховатость и неоднородна по своему составу. На ней имеются поры различной конфигурации (рис. 3). В результате исследования микрошлифов установлено, что в оксидированном покрытии сквозные каналы пор отсутствуют, что обеспечит высокие защитные свойства оксидированного слоя (рис. 4), и позволит обеспечить высокие теплоизоляционные свойства для защиты днища поршня.

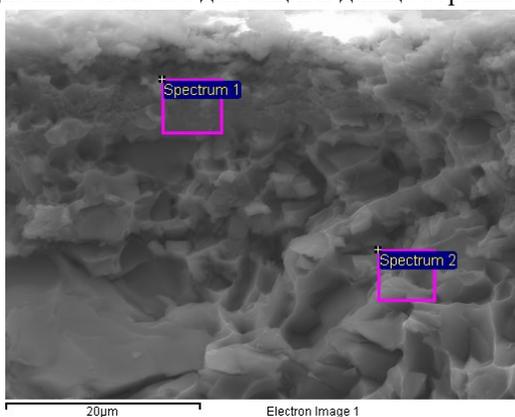


Рис. 4 - Микрография поверхности излома образца с выделенными участками оксидированного слоя и тела днища поршня

Исследование выделенных областей образцов микрошлифов указывает на неоднородность полученного оксидированного слоя. Отсутствие пор и отслоений на границе оксидированного слоя с поверхностью поршня говорит о хорошей адгезии с поверхностью металла, что подтверждается хорошо просматриваемым взаимным проникновением оксидного слоя в матрицу. Толщина оксидированного слоя составляет 8 мкм (рис. 4).

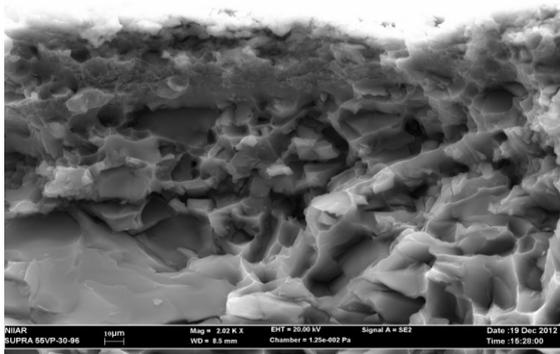


Рис. 5 - Микрофотография поверхности излома оксидированного слоя

Как видно из микрофотографий, оксидированный слой (рис. 5) имеет большую пористость, чем матричный слой поршня (рис. 6).

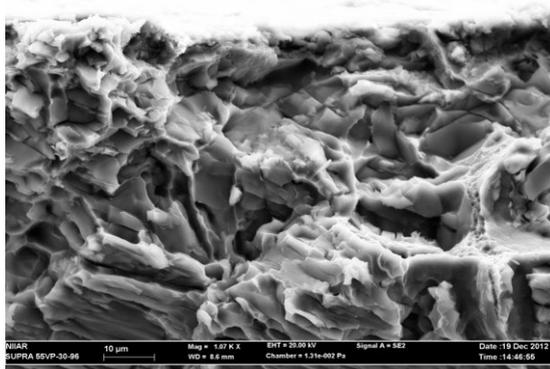


Рис. 6 - Микрофотография поверхности излома матрицы оксидированного поршня

Заключение. Результаты элементного состава в атомных концентрациях, нормализованных к 100 % с учётом всех зарегистрированных элементов, показали следующее. Основными элементами исследованного материала являются кремний и алюминий [1-6].

В качестве примесей встречаются магний, железо, медь. Покрытие присутствует на всей протяженности излома. Его толщина находится в пределах 7...9 мкм. Материал покрытия обогащен по кислороду, по сравнению с материалом матрицы.

Содержание кислорода в оксидированном слое днища поршня увеличилось до 13,82 единиц, а в матрице - с 1,04 у типового поршня, до 2,6 у оксидированного, что свидетельствует о образовании корунда (Al_2O_3) в оксидированном слое.

Библиографический список:

1. Хохлов, А. Л. Влияние параметров технологического режима микродугового оксидирования на формирование толщины и пористости оксидного покрытия / А. Л. Хохлов, Д. М. Марьин, А. А. Хохлов // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 11(293). – С. 40-43. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-11-40-43.

2. Микродуговое оксидирование / Ю. В. Бутуев, Н. О. Каняев, А. Л. Хохлов, С. Н. Петряков // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения : Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах, Димитровград, 15–16 мая 2018 года. Том II. – Димитровград: Технологический институт - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина", 2018. – С. 89-92.

3. Формирование оксидированного слоя на поршне ДВС методом микродугового оксидирования / Д. М. Марьин, А. Л. Хохлов, А. А. Глушенко, Ф. А. Молев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, Ульяновск, 20–21 июня 2018

года. Том 2018-Часть 1. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2018. – С. 231-236.

4. Процесс формирования оксидированного слоя на рабочих поверхностях головки поршня / Д. М. Марьин, А. Л. Хохлов, А. А. Глущенко [и др.] // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 26–27 октября 2017 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 64-67.

5. Повышение микротвердости рабочей поверхности головки поршня методом микродугового оксидирования / А. Л. Хохлов, А. А. Глущенко, Д. М. Марьин, Ф. А. Молев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VIII международной научно-практической конференции, Ульяновск, 07–08 февраля 2017 года. Том 2017-Часть I. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, 2017. – С. 270-272

6. Глущенко, А. А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней / А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов; Ульяновский государственный университет. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126 с.

METHODS AND RESULTS OF DETERMINING THE HEATING TEMPERATURE OF THE PISTON BOTTOM

Petryakov D.S., Petryakov M.S.
Scientific supervisor – Khokhlov A.A.
Ulyanovsk State Agricultural University

Keywords: *piston, oxidized layer, corundum, roughness, heterogeneity.*

The article discusses the methodology and results of determining the structure and composition of micro-grinds of the piston bottom before micro-arc oxidation and after micro-arc oxidation of the bottom. The main elements of the studied material are silicon and aluminum. Magnesium, iron, and

copper are found as impurities. The oxygen content in the oxidized layer of the piston bottom increased to 13.82 units, and in the matrix - from 1.04 for a typical piston to 2.6 for an oxidized one, which indicates the formation of corundum (Al₂O₃) in the oxidized layer.