

## **УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

**К.В. ЧУПРУГИН, В.Н. ПАСОВЕЦ**

A nanoparticle is a microscopic particle with at least one dimension less than 100 nm. Nanoparticle research is currently an area of intense scientific research, due to a wide variety of potential applications. Nanoparticles are of great scientific interest as they are effectively a bridge between bulk materials and atomic or molecular structures

Ключевые слова: безразборное восстановления, ремонтно-восстановительные составы, двигатель внутреннего сгорания, углеродные нанотрубки, нанопорошок меди

Объектом исследования являлся двигатель внутреннего сгорания, предметом исследования – способы безразборного восстановления двигателя внутреннего сгорания.

Цель работы – исследование возможности безразборного восстановления двигателя внутреннего сгорания путем применения наноматериалов в качестве ремонтно-восстановительных составов.

Экспериментально показано, что применение ремонтно-восстановительных составов на основе нанопорошков меди и углеродных нанотрубок позволяет увеличить ресурс работы и повысить технические характеристики двигателя автомобиля.

Разработана компьютерная модель области контактного взаимодействия, образованная поверхностями трения поршневого кольца, цилиндра и углеродной нанотрубкой, для исследования напряженно-деформированного состояния при воздействии нагрузок в процессе работы двигателя. Определены оптимальный размер и тип конечных элементов, позволяющих получить достаточно информативную картину распределения напряжений. В результате проведенных исследований получены данные о характере распределения напряжений, возникающих в области контактного взаимодействия, образованной поверхностями трения поршневого кольца, цилиндра и углеродной нанотрубкой.

Выдвинута гипотеза, что в процессе работы двигателя, заправленного моторным маслом, содержащим ремонтно-восстановительный состав на основе нанопорошка меди и углеродных нанотрубок, можно предположить протекание процессов модифицирования рабочих поверхностей цилиндров, вследствие чего деформирование и изнашивание материала стенок цилиндров и поршневых колец локализовано в пределах поверхностного слоя, что предотвращает разрушение основного металла.

Оптимизирован компонентный состав разработанного ремонтно-восстановительного состава. Показано, что наиболее эффективным является ремонтно-восстановительный состав, содержащий 25 % углеродных нанотрубок и 75 % нанопорошка меди. На основании литературных источников установлена безопасность применения нанопорошка меди и УНТ в качестве ремонтно-восстановительных составов в двигателях внутреннего сгорания. Представлена экономическая эффективность разработки.

Применение таких материалов в промышленности приведет к постепенной замене тяжелых деталей и узлов из традиционно применяемых металлов на гораздо более легкие металлоуглеродные композиты, что в свою очередь позволит получить значительный экономический эффект за счет экономии топлива, электроэнергии и других ресурсов.

Результаты работы внедрены в учебный процесс и имеют практическую реализацию.

## **МЕМБРАННЫЕ СЕНСОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ МИКРО- И ОПТОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Д.И. ЧУШКОВА, А.В. КОРОТКЕВИЧ, Д.Л. ШИМАНОВИЧ**

High-order nanostructured anodic porous alumina matrices are characterized by the regular arrangement of nanopores from 5 to 400 nm in diameter, high pore density in the range of  $10^8$ - $10^{11}$  cm<sup>-2</sup>, and length of pore channels from tens of nanometers to hundreds micrometers. Pore structure parameters of alumina (i.e. diameter, length, and pore spacing) can be controlled by the anodization regimes such as an electrolyte composition, electrolyte concentration and temperature, and the anodization voltage. The volumetric-surface variant of the capacitive MDM (metal-dielectric-metal) structure of the vertical direction based on high-ordered matrices of free anodic porous alumina membranes for applications in humidity sensing elements was designed. The improved humidity sensitivity, reduced response and recovery time over a wide humidity range were obtained due to preparing of alumina membranes with open-ended and widened pores without the barrier layer

Ключевые слова: микро- и наноэлектроника, наноматериалы, сенсорный элемент, датчик влажности, анодный оксид алюминия, мембрана.

В результате работы различными методами были проведены процессы удаления барьерного слоя НАПОА толщиной 30...70 мкм, сформированного двухстадийным анодированием в 0,5М Н<sub>2</sub>С<sub>2</sub>О<sub>4</sub> при потенциостатическом режиме (U~55 В).

Применялся метод химического травления мембран либо в 5% Н<sub>3</sub>РО<sub>4</sub> при Т ~35...40°С в течение 15...40 мин, либо в 10% Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при Т ~25...30 °С в течение 10...35 мин; метод плавного понижения на-