

дуга – это своеобразный проводник тока, то под воздействием электромагнитного поля ее можно перемещать. Это обеспечивает равномерную эрозию катода и продлевает период его использования [1].

Стоит отметить, что упомянутые выше продукты испарения катода, образующие поток плазмы, имеют разную скорость распространения. Этот факт используется в процессе получения качественных покрытий путем применения катодов из более тугоплавких материалов. В этом случае увеличивается доля ионизированной фазы частиц потока, так как уменьшается количество капельной фазы.

Изучение особенностей этих процессов имеет большое значение при использовании металлических катодов с различными теплофизическими характеристиками для осаждения многокомпонентных покрытий.

### **Список использованных источников**

1. Вершина, А. С. Ионно-плазменные защитно-декоративные покрытия. Гомель: ИММС НАНБ, 2001. – 172 с.
2. Волков, Д. И. Назначение и способы нанесения износостойких покрытий режущего инструмент: конспект лекций. Учебное пособие РГАТУ им. П. А. Соловьева. – Рыбинск, 2015. – 34 с.

УДК 621.793.1

### **Применение защитных покрытий для упрочнения поршневых колец**

**Горелый С. Д., студент**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.*

Аннотация:

В работе рассмотрены некоторые способы осаждения покрытий на поршневые кольца двигателей внутреннего сгорания. Рассмотрены сущность методов, их достоинства и недостатки, и перспективы их использования в промышленности.

Надежность двигателей внутреннего сгорания в значительной степени зависит от физических характеристик деталей узла цилиндр – поршень и в первую очередь от долговечности поршневых колец, которая определяется многими факторами: условия эксплуатации, уровень напряжения и деформации колец, состав и технология нанесения износостойких покрытий [1].

Выбирая материал покрытия поршневого кольца важно принимать во внимание вид износа касаясь конкретного участка поверхности поршневого кольца и соответственно учитывать ряд таких характеристик, как шероховатость поверхности и ее толщину; адгезию к материалу основы и также адгезию смазывающего материала; физико-механические свойства (твердость и микротвердость поверхности, модули упругости и т. д.); трибологические характеристики (температуру в зоне трения, параметры износа, длительность приработки); стойкость к воздействию химических соединений [2].

Из анализа литературы описывающей защитные покрытия поршневых колец следует, что все они создаются или наносятся гальваническим, ионно-плазменными и газотермическими методами.

Среди этих методов наибольшее распространение получил метод гальванического хромирования. Его суть состоит в нанесении на поверхность металлического изделия тонкой пленки с использованием электролита. В процессе обработки изделия молекулы наносимого металла переносятся токопроводящим раствором и проникают в верхний слой детали. В итоге происходит диффузия молекул металла в поверхностное пространство изделия.

Гальванические покрытия имеют такие достоинства как равномерность толщины покрытия, высокая адгезия, возможность регулировки толщины покрытия, простота технологии. Несмотря на это данный метод способен уменьшить скорость износа детали примерно на 25–30 %, что недостаточно, особенно это важно при высоких давлениях в цилиндре. Исходя из этого можно сделать вывод, что гальванические покрытия, не полностью решают проблемы, связанные с повышением срока службы детали.

У данного метода имеются недостатки, связанные, прежде всего с воздействием на экологию токсичных материалов, таких как, раствор электролита. В этом случае есть потребность в строительстве очистительных сооружений. Еще можно отметить такие недостатки, как

ухудшение механических свойств изделия в следствие наводороживания поверхности, высокая пористость покрытия, длительность процесса и др. [1].

*Использование методов ионно-плазменного напыления (вакуумного) является наиболее распространенным для получения защитных износостойких покрытий.* Метод предусматривает воздействие в вакуумной среде на осаждаемый материал различных источников энергии с целью преобразования твердой фазы в фазу парообразования. Пример: электродуговой разряд, в котором мишенью служит катод. Их достоинствами является высокая равномерность покрытия, относительно низкая пористость, высокий уровень адгезии к детали, экологичность процесса, возможность *получать многослойные и многокомпонентные покрытия.*

Следует отметить, что данным методом возможно получение покрытий сложного элементного состава при наличии при этом однородной многокомпонентной плазмы. Необходимые для этого условия достигаются одновременным распылением нескольких катодов (мишеней), применение мозаичных катодов (состоящие из несколько однокомпонентных частей). *Для нанесения вакуумных покрытий на детали машин наиболее эффективным является метод электродугового осаждения (метод КИБ).* Среди недостатков стоит отметить, высокую температуру нагрева детали, необходимость тщательной очистки деталей перед нанесением покрытия и дорогостоящее оборудование.

Также довольно широко в промышленности применяется газотермическое напыление. Это процесс получения покрытий нагревом и ускорением дисперсных частиц напыляемого материала высокотемпературной струей и осаждением их на поверхность. Большим преимуществом этого метода является возможность регулировать в процессе напыления состав и структуру покрытия, что позволяет получать необходимые свойства детали. Также следует отметить такие достоинства как высокая производительность, относительная низкая температура нагрева детали, небольшой размер и масса оборудования, простота эксплуатации [3].

Газотермическое осаждение может быть получено разными способами и зависит от состава газовой струи и способа нагрева частиц. Для напыления поршневых колец в основном применяется газоплаз-

менное, плазменное, электродуговое, лазерное напыление. Например, известны процессы нанесения покрытий на поршневые кольца из газовой фазы при использовании электродугового плазмотрона (метод финишного плазменного упрочнения), а также плазменное напыление с последующей ультразвуковой обработкой. Перспективными являются композиционные и многослойные износостойкие, жаростойкие покрытия, полученные газоплазменным методом. Эти покрытия характеризуются высокой прирабатываемостью за счет упрочнения твердыми дисперсными включениями (хром, карбиды хрома, карбонитридные, оксидные включения) [4].

Каждый из рассмотренных способов имеет свои технологические особенности, достоинства и недостатки

Таким образом, можно сделать вывод, что конкретный метод получения покрытия выбирается с учетом следующих факторов: наличие конкретного оборудования; сложность состава наносимого покрытия; энергозатратность технологического процесса; ресурс работоспособности изделия; конечная стоимость, требования к экологичности процесса.

### **Список использованных источников**

1. Технология нанесения защитных покрытий на поршневые кольца дизельных двигателей/ Зубрилина Е. М., Чеха Т. А., Добычин М. В., Кравченко И. Н.// Advanced Engineering Research. 2016. № 3(86).

2. [Электронный ресурс] Плазменные технологии в автосервисе. URL.:<https://ritm-magazine.com/ru/public/plazmennye-tehnologii-vavtoservise>.

3. Газотермическое напыление //: уч. пособие под общей ред. Л. Х. Балдаева // М.: Маркет ДС, 2007 – 344 с.

4. Исследование триботехнических свойств покрытий для поршневых колец, работающих в паре с чугуновой втулкой / А. П. Тополянский, М. Б. Мяконьков, С. А. Сабуров // Сб-к 11-й Международной научно-практической конференции. СПбГПУ, 2009, часть 2 – с. 308–311.