

ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Г. А. Околович, А. Г. Околович, Т. В. Мустафина

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В целях улучшения эксплуатационной надежности и повышения срока службы материалы поршневых колец, особенно для двигателей внутреннего сгорания малой и большой мощности, во многих случаях обрабатываются, чтобы повысить износостойкость и улучшить сохранение упругости. Но с увеличением износостойкости ухудшаются некоторые его характеристики износа и, прежде всего, прирабатываемость. Таким образом, если от кольца с высокой износостойкостью требуется хорошая прирабатываемость, то в отношении свойств материала приходят к противоречивым требованиям. Поэтому приработка, т. е. обоюдное приспособление рабочих поверхностей кольца и цилиндра, может стать опасной для названных деталей. Исключительно высокие удельные нагрузки, которые возникают при точном соприкосновении (преимущественно в начале приработки) между рабочими поверхностями, а также повышенная утечка газов на уплотнительных поверхностях, которая продолжается до образования соприкосновения по замкнутой линии, часто не дают возможности с самого начала вести эксплуатацию с полной нагрузкой.

Известные в настоящее время способы поверхностной обработки поршневых колец для улучшения процесса приработки весьма многочисленны: разрыхление рабочих по-

верхностей для удерживания смазочного масла, травления, оксидные покрытия, фосфатирование, сульфидирование, лужение, кадмирование, омеднение и др.

Высокую износостойкость имеют хромовые и керамические покрытия, покрытия из молибдена, окислов алюминия и азота, нитридов титана, азотирование и карбонитрация.

В тоже время основным способом упрочнения является хромирование толщиной 0,15–0,50 мм. Хромовое покрытие обладает рядом достоинств: высокая твердость (HV 950–1100), низкая склонность к заеданию, малый коэффициент трения хрома по чугуна и стали, высокая коррозионная стойкость.

Однако, наряду с достоинствами, такому покрытию присущи недостатки: трудно прирабатывается, имеет низкую теплостойкость, из-за чего при работе происходит его растрескивание, плохо удерживает на своей поверхности масло. Кроме того, электролитическое хромирование не стабильно из-за истощения раствора и экономически не безопасна.

Задачей нашего исследования является улучшение прирабатываемости, повышения износостойкости и эксплуатационной стойкости поршневых колец нанесением различных покрытий по сравнению с хромированием (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний стальных маслосъемных поршневых колец на износостойкость из стали 20X13

№ п/п	Способ упрочнения	Микротвёрдость, HV ₁₀₀	Глубина слоя, мкм	Потеря массы, мг
1	Ионное азотирование	915–1158	5 – 7	18 за 3 часа
2	Оксикарбонитрация в расплаве солей	1158–1513	10 – 12	33 за 12 часов
3	Газовая карбонитрация	1158-1513	12 – 15	23 за 15 часов
4	Электролитическое хромирование	940– 1088	30 – 40	35 за 13 часов
5	Карбонитрация+T _i N ₄ +сульфидирование	915-1188	8-10	12 за 15 часов

Известно, что применение карбонитрации для обработки деталей обеспечивает повышение усталостной прочности на 50–80 %, резкое повышение сопротивления из-

носу по сравнению с цементацией, нитроцементацией и азотированием.

Поставленная задача решается тем, что в способе упрочнения поверхностей стальных

поршневых колец, включающим карбонитрацию и нанесение покрытия нитрида титана. Карбонитрацию ведут при разложении карбамида в течение 1 часа в интервале температур 540–580 °С в расплаве солей или в газовой среде. После чего производят сульфидирование в электролитной плазме.

Обработка стали при карбонитрации дает на поверхности слой, имеющий гексагональную структуру, присущую нитриду железа Fe₃N и карбиду железа Fe₃C – карбонитридная фаза Fe₃(NC). Глубина слоя – фазы Fe₃(NC) зависит от температуры процесса и длительности насыщения.

Полученные на поверхности нитридные фазы даже при отсутствии смазки не проявляют склонности к схватыванию, в отличие от азотирования, из-за пониженной хрупкости ε-фазы азотированного слоя. Кроме того, азотированный слой значительно уступает карбонитрированному слою по прирабатываемости и износостойкости.

В качестве стальных поршневых колец используют стальные маслоъемные поршневые кольца из стали 20X13. Сначала ведут карбонитрацию стальных маслоъемных поршневых колец при разложении карбамида в расплаве солей или в газовой среде в интервале температур 540–580 °С в течение 1 часа. Глубина карбонитридного слоя составляет 12–15 мкм при твердости 1158–1513 HV.

Для устранения коробления маслоъемного поршневого кольца вследствие температурного воздействия при карбонитрации, а также диффузионного насыщения поверхности углеродом и азотом затем осуществляют алмазную притирку в гильзе со снятием карбонитридного слоя 3–6 мкм.

Для упрочнения поверхности и повышения износостойкости последующее нанесение покрытия нитрида титана осуществляют путем ионной имплантации нитридов титана T_iN₄ на поверхность стальных поршневых колец. Достоинство ионной имплантации обусловлено весьма низкими температурами процесса, и (540–560 °С) высокой твердостью нитрида титана, отсутствием коробления изделий, что весьма важно для ажурных маслоъемных поршневых колец и необходимостью в доводочных операциях механической обработкой.

Для улучшения прирабатываемости поршневых колец и повышения адгезии покрытия к основе, выполняют сульфидирование в электролитной плазме, при котором

каждое поршневое кольцо подключается к отрицательному полюсу источника постоянного тока и погружается в ванну с водным раствором проточного электролита (10–15 % Na₂S₂O₃ + 14–16 % (NH₄)₂SO₄), подключенному к положительному источнику тока. При подаче напряжения порядка 100–160 В формируется плазменная оболочка, обеспечивающая образование активных ионов серы и ускоренную их диффузию в глубь обрабатываемого металла. Время обработки составляет 20–40 с. Короткое время обработки при сульфидировании объясняется действиями разряда электролитной плазмы, образованием сверхравновесной концентрации, ионов высоких энергий, активно взаимодействующих с поверхностью.

ВЫВОДЫ

Сравнительные испытания на машине трения стальных маслоъемных поршневых колец показали, что износостойкость разработанного трехстадийного упрочнения (карбонитрация, покрытие нитрида титана и сульфидирование) в 2–3 раза превышает показатель стандартного электролитического хромирования.

Таким образом, предложенное изобретение позволяет упрочнить поверхности стальных поршневых колец, что позволяет улучшить их прирабатываемость, повысить износостойкость и эксплуатационную стойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плетнев Д. В., Бруснецова В. Н. Основы технологий износостойких и антифрикционных покрытий / Д. В. Плетнев, В. Н. Бруснецова. – М.: Машиностроение, 1968. – С. 87–89.
2. Прокошкин Д. А. Химико-термическая обработка металлов - карбонитрация / Д. А. Прокошкин. – М.: Металлургия, 1984, 240с.,
3. Пат. 2109075 Российская Федерация, МПК⁷ C21D9/22C23, C8/26. Способ упрочнения поверхностей стальных изделий / Околович Г. А., Аксенова Л. Т., Шарикова Т. Г., Околович И. В.; заявитель и патентообладатель Алт. гос. тех. ун-т им. И. И. Ползунова. – № 96105231/02; заявл. 19.03.96; опубл. 20.04.98, Бюл. № 11 (II ч.). – С. 244.
4. Пат. 2386726 РФ, МПК⁷ C23C26/00, C23C28/00. Способ упрочнения поверхностей стальных поршневых колец / Околович Г. А., Гурьев А. М., Околович А. Г., Поксеваткин Д. М.; заявитель и патентообладатель Алтайский Государственный технический университет им. И. И. Ползунова - № 2008139124/02, заявл. 01.10.08; опубл. 20.04.10, Бюл. № 11.