

ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Г.А. Околович, О.С. Ларещева (г. Барнаул, Россия)

В настоящее время практически применяются в большом объеме следующие способы поверхностной обработки.

1. *Фосфатирование как малых, так и больших колец.* Особенно часто фосфатируются кольца, предназначенные служить запасными. Фосфатные покрытия являются мягкими покрытиями слабого действия; они щадят рабочую поверхность цилиндра, и дают быстрое начальное уплотнение. Фосфатные покрытия, прежде всего, значительно снижают склонность к заеданию во время приработки.

Фосфатирование применяется независимо от того, как осуществлялось формообразование (придание упругости), для всех колец из серого чугуна и стали. На поверхностях колец, которым форма придавалась в соляной ванне (термофиксированных), фосфат осаждается неудовлетворительно, если поверхности после фиксации еще раз не обтачивались.

2. *Ферроксирирование, применяющееся преимущественно для малых и средних колец.* Оксидное покрытие вообще является твердым и хрупким и действует сильнее, чем фосфатное покрытие, слегка шлифующим образом, так что выступающие места в цилиндре сглаживаются. Продукты истирания действуют притирающим образом и ускоряют образование нормальной рабочей поверхности. Несколько более мягкая внешняя зона оксидного слоя содействует быстрому созданию хорошего уплотнения, более твердая внутренняя зона замедляет дальнейшее изнашивание. Склонность к заеданию уменьшается не так значительно, как у фосфатированного кольца.

Этот способ применим для колец из серого чугуна и стальных колец. Из-за сравнительно высокой температуры, которая применяется при ферроксирировании, этот способ не применим для насеченных колец, так как собственная упругость кольца, возникшая вследствие деформации в холодном состоянии при насечке (наклепе), при этом исчезает; неприменим он также и для колец с межфазовым улучшением.

Ферроксирированные кольца применяются там, где требуется ускоренная приработка, но, при этом, имеется возможность производить приработку с известной осторожностью.

3. *Лужение поршневых колец.* Из всех покрытий наиболее эффективно предотвращает заедание металлическое оловянное покрытие, очень мягкое. Если возникают местные перегрузки, то само плавящееся олово играет роль смазки.

Лужение уместно прежде всего там, где время приработки должно быть, по возможности, сокращено и где приработке невозможно уделить особо тщательное внимание; однако применение лужения предполагает, что цилиндр круглый и сохраняет эту форму, а рабочая поверхность – гладкая. Поэтому лужение чаще применяется для малых колец, особенно для колец автомобильных двигателей и для запасных колец.

Материал колец при лужении кругом очень эффективно защищается от коррозии. Поэтому кольца, предназначенные для экспорта за океан и в страны с тропическим климатом, часто подвергаются лужению.

4. *Хромирование поршневых колец.* Снижение износа поршневого кольца, особенно первого, находящегося в наиболее тяжелом положении, достигается путем нанесения на рабочую поверхность прочного износостойчивого слоя хрома. Хромовое покрытие обладает рядом достоинств:

- высокая твердость: материал покрытия значительно тверже материала колец, гильзы и абразивных частиц, падающих в двигатель с воздухом. Хромовое покрытие существенно уменьшает износ вследствие истирания;

- высокая температура плавления хрома – 1920°C, что на 650°C выше температуры плавления серого чугуна и на 180°C выше температуры плавления стали. Это определяет:

- низкую склонность хромового покрытия к спеканию и заеданию;

- малый коэффициент трения хрома по чугуну и стали, что снижает потери на трение при отсутствии слоя смазки;

– высокую коррозионную стойкость хромового покрытия.

Однако наряду с достоинствами такому покрытию присущи недостатки: оно трудно прирабатывается, имеет низкую теплостойкость, из-за чего при работе происходит его растрескивание; плохо удерживает на своей поверхности масло.

Обычная технология выполнения хромового покрытия на кольце позволяет наносить слой толщиной 0,15–0,25 мм для двигателей с диаметром цилиндра 150–350 мм, максимальная толщина покрытия может быть 0,5 мм.

Хромовый слой имеет высокие внутренние напряжения, которые возрастают с увеличением толщины покрытия. При определенных обстоятельствах микротрещины превращаются в макротрещины. Толщина такого слоя не достаточна для обеспечения ресурса износа. Предприняты попытки в разработке технологии, которая обеспечивает нанесение слоя без сколов покрытия большой толщины. Таким примером является разработка фирмой Гетце так называемого хромового покрытия типа Sandwich, которое имеет толщину слоя около 1 мм. Этим достигается необходимый резерв износа, который обеспечивает потребный ресурс кольца. При данном способе макротрещины избегаются в результате послойного хромирования различными вариантами хромовых слоев. Каждый отдельный слой имеет только известные неопасные трещины.

Обычно в двигателях применяют только первые компрессионные кольца с хромовым покрытием. Иногда в дизельных высокооборотных двигателях устанавливают несколько хромированных колец, в том числе и скребков маслосъемных колец. Применение первого хромированного кольца уменьшает износ рабочей поверхности цилиндра на 50% и износ кольца на 30% по сравнению с нехромированными кольцами.

5. Молибденирование поршневых колец. В настоящее время некоторыми фирмами с успехом применяется молибденирование рабочей поверхности компрессионных колец.

Основными преимуществами этого покрытия являются его высокая стойкость против прижогов (температура плавления молибдена 2620°C) и благоприятная с точки

зрения трения и удержания масла структура слоя. Кроме того, окись молибдена обладает высоким смазывающим действием. Применяется сплошное покрытие молибденом рабочей поверхности и наполнение специальной канавки, проточенной на рабочей поверхности. Наносят молибден плазменным напылением.

6. Металлокерамические покрытия. Возросшие требования к износоустойчивости колец натолкнули исследователей на отыскание новых материалов покрытий и способов их нанесения.

Метод плазменного напыления открывает при решении этих проблем безграничные возможности. Сущность плазменного напыления заключается в следующем: смесь газов, обычно азот – водород или аргон – водород, пропускают через электрическую дугу. В электроде начинается разложение газа, в результате которого образуется плазма. Здесь происходит освобождение энергии в виде теплоты при очень высокой температуре (10000 – 15000°C). В момент разложения газ сильно расширяется, скорость истечения плазмы становится чрезвычайно высокой. Материал, который надлежит нанести, подается в поток плазмы, расплавляется и с большой силой выбрасывается на обрабатываемую поверхность. Сочетание высокой температуры и скорости истечения обеспечивает прочность сцепления наносимого материала с основным.

Применяемый для нанесения материал должен обладать следующими качествами:

- высокая сопротивляемость износу;
- коррозиоустойчивость;
- сохранение в своей структуре масла;
- высокая механическая прочность;
- близость температурного коэффициента расширения к аналогичному коэффициенту основного материала;
- обработка обычными способами;
- небольшая стоимость.

Высокую износостойкость имеют керамические покрытия, разработанные на основе окислов алюминия и окислов азота. Металлокерамические покрытия являются комбинациями различных легирующих металлов, у которых главной составляющей принят молибден. Такие покрытия могут удовлетворить

требования по износу, но зачастую скалываются, не обеспечивая прочности покрытия.

Метод плазменного напыления колец является наиболее перспективным, позволяющим получить необходимый ресурс работы деталей ЦПГ, но и наиболее дорогостоящим. Однако это может оправдываться существенным увеличением срока службы двигателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молдованов В.П. Поршневые кольца ДВС. – М.: Россельхозиздат, 1985.
2. Энглиш К. Поршневые кольца. Т. 1-2. – М.: Машгиз, 1962.