

ЛОКАЛЬНОЕ КАРБООКСИДИРОВАНИЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Денисов Л. В., Пискарёв А. С., Бойцов А. Г.

Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского, г. Москва, Россия

К двигателям пятого поколения предъявляются самые высокие эксплуатационные требования. Одним из таких требований является повышение тяги, ресурса узлов двигателя при повышении их удельной тяги. Ответственные детали двигателя испытывают критические нагрузки как силового, так и температурного характера, что в совокупности со сложными условиями работы становится фактором разрушающего воздействия на узлы и агрегаты.

Одной из групп таких узлов являются гидроцилиндры, обеспечивающие управление створками сопла, статорными поворотными лопатками и др. В большинстве случаев ресурс работы цилиндров на много ниже ресурса двигателя в силу следующих факторов. При работе на двигателе шток гидроцилиндра испытывает осевые, радиальные усилия, вибрационные нагрузки вызывающие фреттинг-износ. Возможны деформации фторопластовых и резиновых уплотнений, что служит причиной нежелательного контакта штока с рабочей поверхностью цилиндра. Данные факторы приводят к износу и разрушению поверхности зеркала цилиндра при эксплуатации (наиболее интенсивно в крайних рабочих положениях штока – основных рабочих состояниях узла), что вызывает нарушение герметичности, а иногда приводит заклиниванию штока.

Шток и тело гидроцилиндра обычно изготавливают из титановых сплавов (сплав ВТ20), обладающих низкими антифрикционными свойствами, что объясняется несколькими причинами. Сплавы обладают тонкой, естественной окисной плёнкой. При трении в процессе эксплуатации плёнка легко разрушается, что приводит к схватыванию контактирующих поверхностей. Низкие антифрикционные свойства титановых сплавов объясняются также их сравнительно низким модулем упругости, низкой прочностью граничного слоя смазки, низкой теплопроводностью и др.

По базовой технологии финишными операциями обработки зеркала цилиндров являются доводка и виброгалтовка стальными шариками в среде дисульфида молибдена. Шероховатость поверхности, при этом, не должна превышать значения $Ra = 0,2$ мкм. Такая обработка не обеспечивает необходимого ресурса цилиндров. Попытки использования различных методов нанесения на зеркало цилиндра износостойких покрытий не дали положительного эффекта. Гальванические и газотермические покрытия не обеспечили необходимой прочности сцепления с подложкой, а ионно-плазменные покрытия и химико-термическая обработка вследствие высоких температур процессов вызвали коробление цилиндров [1]. Кроме того, согласно техническим требованиям, упрочнению подлежит только зеркало цилиндра. Многие технологии нанесения покрытий требуют последующей дополнительной механической обработки для получения необходимых геометрических параметров поверхностного слоя.

Для повышения износостойкости применялось локальное карбооксидирование (ЛКО) с последующим выглаживанием. ЛКО обладает рядом преимуществ среди рассмотренных технологий поверхностного упрочнения. Локальность нанесения покрытия, возможность «сканирующего» перемещения инструмента по обрабатываемой поверхности максимально упрощают подготовительные операции. В основе ЛКО лежит процесс формирования тонкого слоя. Слой содержит карбиды и

оксиды титана, образующиеся в результате воздействия импульсных электрических разрядов малой энергии на обрабатываемую поверхность (электроискровое легирование (ЭИЛ) углеродосодержащими электродами (УЭ)) [2, 3].

В качестве материалов УЭ использовался пористый графит, пирографит и углеродное волокно. Применение ЛЭ из углеродных волокон повышает стабильность процесса ЛКО и позволяет исключить паразитные разряды, возникающие через сколовшиеся частички графитового электрода.

Для обеспечения требуемой шероховатости, повышения усталостной прочности и дополнительного упрочнения, внутренние полости цилиндра после ЛКО подвергались алмазному выглаживанию.

Выглаживание выполнялось на токарном станке с использованием специально спроектированного устройства, обеспечивающего требуемую силу выглаживания даже при наличии больших биений при вращении заготовки и избежать «проваливания» наконечника в зонах отверстий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей. Учебное пособие. Бойцов А. Г., Ковалев А. П., Новиков А. С. и др. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.- 584 с.
2. Упрочнение поверхностей деталей комбинированными способами / А. Г. Бойцов, В. Н. Машков, В. А. Смоленцев, Л. А. Хворостухин. — М.: Машиностроение, 1991. — 144с.
3. Грачев М. В., Денисов Л. В., Бойцов А. Г. Фазовый и элементный состав поверхностного слоя после электроискрового легирования. // Труды ГОСНИТИ / Всерос. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка.-Москва, 2010.-Т. 106.-С. 47-49.-Рез. англ. - Библиогр.: с.49. Шифр 738165.