

Исследование свойств порошкового сплава CoTiC для увеличения износостойкости рабочих лопаток турбин ГТД

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Проведено испытание ряда композиционных порошковых сплавов на основе кобальта на износостойкость в условиях работы рабочих лопаток ГТД.

Ключевые слова: рабочие лопатки, порошковые сплавы, износостойчивость.

Актуальность. Условия работы рабочих лопаток турбин ГТД обуславливают высокий уровень статических нагрузок, а также большой диапазон рабочих температур. Существующая в настоящее время тенденция к увеличению межремонтных и общетехнических ресурсов, а также дальнейшее увеличение тяговых характеристик ГТД приводит к расширению границ допустимых нагрузок и рабочих температур эксплуатации лопаток. Для снижения виброн нагрузок лопатки бандажируются в верхней части по зигзагоподобным поверхностям. Вследствие вибропеременений происходит интенсивный износ контактных поверхностей полок в результате развития фреттинг-коррозии, что приводит к преждевременному выходу деталей из строя. Поэтому проблема повышение износостойкости рабочих лопаток турбин ГТД в настоящее время является весьма актуальной.

Задача исследования. Задачей исследования является найти такую конфигурацию и пористость сплава, который имел бы максимальный показатель износостойкости.

Примером может послужить один из способов повышения трибологических характеристик сплава при воплощении в жизнь принципа Шарпи-Бочвара, который заключается в необходимости получения гетерогенной структуры, которая представляет собой более мягкую основу с твердыми включениями в нее. Использование именно порошковых сплавов данного типа (табл.1), объясняется невозможностью получить их литьем.

Таблица 1.

Состав композиционных сплавов

№	Co, %	TiC, %	Твердость, HRC	Пористость, %	Тип сплава
1	70	30	45	25	порошковый
2	50	50	57	28	порошковый
3	50	50	63	3,1	порошковый

Методика эксперимента. Для триботехнических испытаний использовалась установка МФК -1. Для обеспечения температурного режима она дополнительно оборудовалась кольцевой электрической печью, термопарой и миллиамперметром (Рис. 1).

Эксперимент проводился в одноименных парах при следующих условиях виброциклической нагрузки:

Удельная контактная нагрузка – $P=30$ МПа;

Амплитуда относительного перемещения образцов – $A=120$ мкм;
Частота колебаний – $\nu =30$ Гц;
База испытаний – $5 \cdot 10^6$ цикл.
Температура окружающей среды – 650 °С;

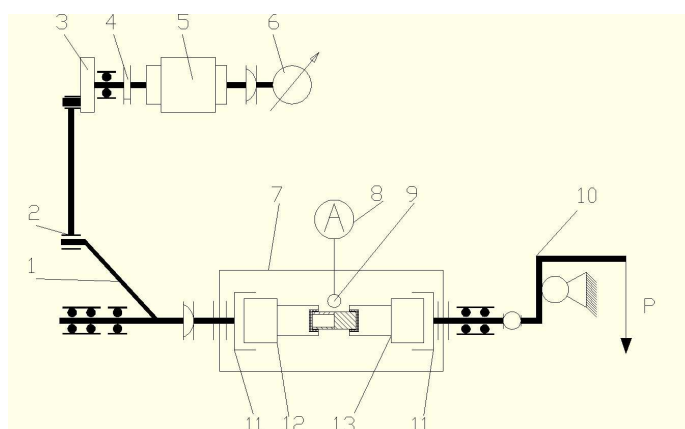


Рис. 1. Принципиальная схема установки МФК-1:

1 – горизонтальный шатун; 2 – вертикальный шатун; 3 – регулирующий эксцентрик; 4 – муфта; 5 – электродвигатель; 6 – счетчик количества циклов;
7 – электрическая печь; 8 – миллиамперметр; 9 – термопара; 10 – весовое нагрузчительное устройство; 11 – цанга; 12 – подвижный образец;
13 – неподвижный образец.

Экспериментальные исследования показали низкую износостойкость порошковых сплавов №1 и №2 (Рис. 2). В выбранных образцах уже в начале испытания в поверхностном слое начала образовываться полоса трещин, с дальнейшим накоплением и превращением в магистральные.

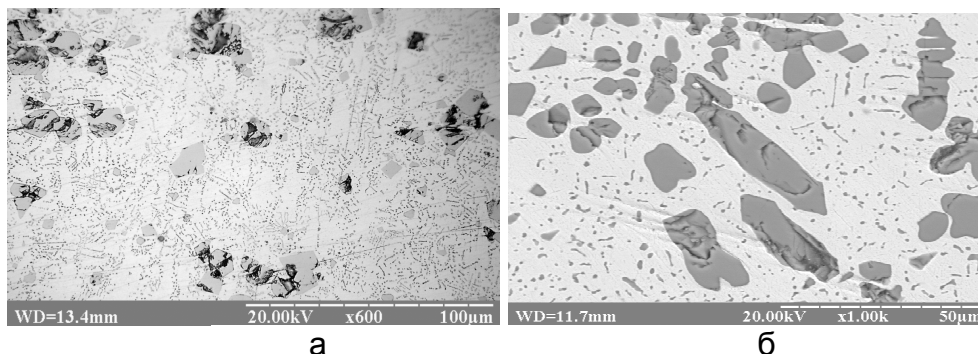
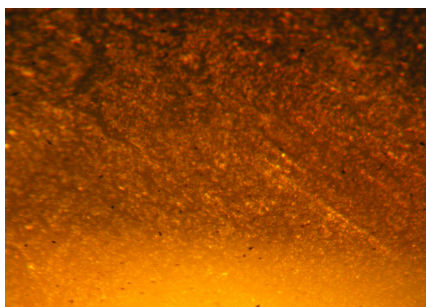
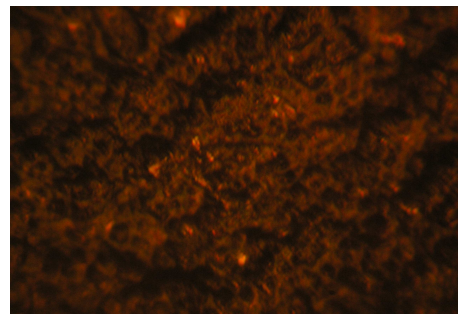


Рис. 2. а – сплав №1; б - сплав №2

Сплав №3 по результатам исследований имеет наибольшую износостойкость. Это можно объяснить повышенным содержанием карбидов в сплаве, низкой пористостью, которая предотвращает расширение усталостных трещин. Частицы TiC размещаются на участках непосредственного контакта и предотвращают разрушение защитных оксидных пленок. Кроме всего выше сказанного пленки имеют пористую поверхность (Рис. 3). В этих условиях на начальном этапе трения начинается накопление продуктов изнашивания, которые играют роль твердой смазки.



а, x30



б, x500

Рис. 2. Топография поверхности сплава №3 после испытаний: а – износ имеет равномерный характер ($2 \cdot 10^6$ циклов) б – пористая поверхность оксидной пленки ($5 \cdot 10^6$ циклов)

Выводы

1. Высокопористые сплавы не выдерживают режим испытаний.
2. Сплавы с низким содержанием карбидов образуют тонкую оксидную пленку, что дает им меньшую защиту и имеют тенденцию к образованию стружки.
3. Порошковый сплав с высоким содержанием карбидов образует пористую оксидную пленку, которая аккумулирует продукты изнашивания, превращая их в твердую смазку, увеличивая, при этом, износостойкость и продлевая срок работы.

Список литературы

1. Духота О.І. Композиційні сплави для зміцнення контактних поверхонь бандажних полиць газотурбінних двигунів. / О.І. Духота, М.В. Кіндрачук, О.В. Тісов, Т.С. Черепова // Проблеми трибології: між нар. наук. журн. – 2010. – № 4. – С. 101–104.
2. Современные спечённые твёрдые сплавы // Сб. научн. тр. под. общ. ред. М.В. Новикова. – К.: ИВЦ «АЛКОН». – 2002. – 343 с.

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. В.В. Логинов,
Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков.

Поступила в редакцию 14.02.14

Дослідження властивостей порошкового сплаву CoTiC з метою підвищення зносостійкості робочих лопаток турбін ГТД

Проведено випробування ряду композиційних порошкових сплавів на основі кобальту на зносостійкість в умовах роботи робочих лопаток ГТД.

Ключові слова: робочі лопатки, порошкові сплави, зносостійкість.

Co-TiC powder alloy research with the aim of turbine blades wear resistance increase

Executed the full wear resistance analysis of a number of composite powder alloys on the Cobalt base in the operating conditions of turbine blades of Gas Turbine Engines.

Keywords: turbine blades, powder alloys, wear resistance.