

**STARPTAUTISKAIS SEMINĀRS
METINĀŠANA UN RADNIECISKAS TEHNOLOĢIJAS**

**INTERNATIONAL SEMINAR
WELDING AND RELATED TECHNOLOGIES**

TĒZES - THESES

MET - 96

**SEMINARA ORGANIZĒTĀJI
ORGANIZERS OF SEMINAR**

**Rīgas Tehniskā universitāte
VAS Rīgas Vagonu rūpnīca
Firma "METNA"
Firma "ELKO"**

**Riga Technical University
SSC Riga Carriage Building Works
Firm "METNA"
Firm "ELKO"**

1996. gada 16. - 17. aprīlis

April 16 - 17, 1996

RĪGA - 1996

ПРИМЕНЕНИЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Константин Савков
Р А У

ПРИМЕНЕНИЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

APPLICATION OF ION-PLASMA SPRAYING TO INCREASE
RELIABLE PARTS EXPLOITATION PROPERTIES

Presented are data about real application of ion-plasma spraying functional coatings for the blades of aeroengines and pilot valves of the fuel and hydraulic systems service life increase.

Работоспособность большинства узлов различных механизмов существенно зависит от свойств поверхности отдельных деталей, входящих в конструкцию.

В процессе эксплуатации поверхность деталей может быть подвергнута воздействию окружающей среды и внутреннему агрегатному, контактному воздействию со стороны других элементов механизма.

Основные виды воздействия :

- Со стороны среды
 - коррозионное
 - ударно-эрозийное
 - кавитационное
 - комбинированное
- от других элементов механизма
 - фреттинг
 - ударное разрушение
 - смазие
 - абразивное изнашивание
 - схватывание
 - трибологично-термическое

42

В результате этих взаимодействий на поверхности могут возникнуть явы, сколы, выгины, микротрещины, понижающие установившуюся прочность, абразивный износ рабочих поверхностей изменяет геометрию деталей, параметры сопряжений, что отрицательно сказывается на работе всего агрегата. Например, износ золотниковых пар в элементах топливной аппаратуры приводит к неоправданному утечкам через зазоры, а это изменяет режимы регулирования топливоподачи, ухудшает смешанообразование и хранение топлива, образование нагара. В результате снижается мощность и К. П. Д. долговечность двигателей, увеличивается расход топлива. Износ пера лопаток ГТД понижает мощность двигателя на 5-10%, а расход топлива при этом увеличивается на 15-20%. Так же большое отрицательное значение имеет износ в следящих, измерительных системах, где снижается точность и качество выполнения операции.

Для решения этих проблем существует много способов. Помимо конструктивных широко применяются различные виды обработки поверхности для придания ей специальных свойств: твердость, коррозионная стойкость и др. К традиционным - термообработка и ХТО добавились различные виды напыления, ионное легирование, электроискровая и лазерная обработка, другие более экзотические методы. У каждого из перечисленных способов есть преимущества и недостатки, которые и определяют применимость при употреблении конкретных изделий.

Одним из наиболее перспективных способов является ионно-плазменное напыление различных функциональных покрытий, особенно при массовом производстве.

Ионно-плазменное напыление, метод КИБ (метод конденсации металлической плазмы при ионной бомбардировке) реализуется на установках типа ИИВ, "Булет", "Юнион", "Туск" и др. Основные преимущества этого метода :

- возможность получения покрытий заданного состава, свойств, причем эти свойства могут меняться по толщине покрытия;
 - высокая адгезия покрытия к подложке;
 - высокая пористость;
 - высокая точность в размерах напыляемых слоев (до 1-2мкм);
 - экологическая чистота.
- Недостатки:

43

- не высокая производительность (5-20 мм/час);
- необходимость нагрева изделия до температуры 400-600°C при напылении для обеспечения хорошей адгезии покрытия;
- невозможность напыления на внутренние поверхности узких труб и на участки других изделий с сильными затенением поверхностями;

- невозможность напыления ферромагнетиков на установках с электромагнитной фиксацией катодных пятен;

- сложность получения покрытий на диэлектриках.

На кафедре технологии ремонта и производства транспортных средств РАУ разработаны и внедрены на ремонтном заводе технологические процессы восстановления лопаток ротора и статора компрессора ТДТ ТВ2-117А, 70% которых при ремонте заменились на новые. На лопатках ротора компрессора использовано покрытие типа титан+нитрид титана, аэроабразивная стойкость которого при стеновых испытаниях в 1,5-2 раза выше стойкости лопаток без покрытия. На лопатках статора реализовано покрытие конгломерат+нитрид титана. Получено увеличение аэроабразивной стойкости в 3-10 раз по сравнению с лопатками без покрытия при различных условиях испытаний и состава покрытия. Толщина напыленных слоев 15-30 мкм, что удовлетворяет требованиям на восстановление геометрии лопаток. После обработки дополнительного межремонтного ресурса восстановленные лопатки имели геометрические размеры, позволяющие дальнейшую эксплуатацию без замены или повторного восстановления. При этом, покрытия конгломерат+нитрид титана практически не имели износа. Таким образом, помимо восстановления геометрии лопаток были повышены на эксплуатационные характеристики, что позволяет увеличить межремонтный ресурс компрессора и двигателя в целом.

Очень хорошие результаты показали функциональные покрытия переменной твердости толщиной 6-12 мкм на золотниках топливных агрегатов. При испытаниях на специальном стенде, с введением в зазор золотниковой пары абразива, восстановленные золотники показали стойкость в 2,5 раза выше, чем исходные. На технологическом двигателе золотники отработали 1500 часов и почти не имели следов износа.

Недавно разработаны и исследуются новые покрытия, которые

уже сейчас позволяют повысить жаростойкость лопаток из титановых сплавов при температуре 780°C в 2-3 раза, при одновременинном увеличении твердости поверхности до 1000-1200 кг/мм² (10000-12000 МПа).

Помимо авиационной техники, для которой разработаны все перечисленные покрытия, возможно применение этих технологий и на других изделиях самого разного назначения. Уже опробованы и показали хорошие результаты покрытия на протяхках, ковшах для отливки алюминия, пуансонах для прессования порошков, осях различного назначения и режущем инструменте, для которого и были первоначально созданы установки, реализующие метод КИВ.

Все приведенные примеры использования ионно-плазменных технологий только небольшой частью тех задач, которые способны решать эти современные методы для повышения эффективности применения различных изделий и механизмов, экономии ресурсов и получения новых свойств поверхности материалов для создания новых прогрессивных технологий.