

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕХНИКИ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Иванов И.А.*

В статье рассматривается технология и вакуумное оборудование нанесения многокомпонентных покрытий для решения вопроса о максимальной защите деталей газовых турбин от коррозии и высокотемпературного окисления.

Повышение эффективности различных энергетических установок и газотурбинных двигателей напрямую связано с увеличением рабочих температур топливно-газового потока. Однако рост рабочих температур сопровождается активизацией различных видов газовой коррозии и уменьшением прочности элементов конструкций двигателей и энергоустановок [1]. Решение вопроса о максимальной защите деталей газовых турбин от коррозии и высокотемпературного окисления связано как с выбором оптимального режима работы двигателя, так и с выбором материалов для изготовления его элементов. Наиболее эффективным, с экономической точки зрения, представляется использование специальных материалов с покрытиями. Это позволяет совместить прочность детали со специальными защитными свойствами их поверхностных слоёв. Примером является нанесение жаростойких покрытий на основе тугоплавких соединений кремния с неметаллами и металлами IV-VI групп методом вакуумного электродугового испарения. Метод основан на электродуговом испарении в катодных пятнах вакуумной дуги сплавов металл-кремний, фокусировке, ускорении ионов и осаждении продуктов плазмохимических реакций на поверхность изделий [2].

Наиболее широкое применение нашли сплавы Ni-Cr-Al-Y, Ni-Co-Cr-Al-Y, Co-Ni-Cr-Al-Y. Получаемые из них конденсационные покрытия имеют различное сопротивление сульфидной коррозии, которое зависит от их фазового и химического состава, структуры и от температуры испытаний [3].

Типовой технологической процесс нанесения таких покрытий состоит из следующих основных операций [2]: внекамерная химическая очистка поверхности от возможных загрязнений; ионная очистка поверхности и нагрев изделий; нанесение функциональных покрытий; контроль качества поверхности изделий.

Для осуществления вышеизложенного целесообразно использовать компоновочные решения, принятые в установке ННВ-6,6-И1. Установка предназначена для нанесения широкой гаммы многослойных, в том числе и композиционных покрытий на основе различных соединений тугоплавких металлов (нитриды, карбиды, карбонитриды, оксиды, бориды) [4]. Принцип действия установки основан на использовании метода физического осаждения материала из пара на подложку в вакууме.

Основным узлом вакуумной установки для нанесения жаростойких покрытий являются электродуговые испарители, расположенные таким образом, чтобы создавать в рабочей зоне вакуумной камеры эффект «плазменного котла». В данных плазменных источниках испарение материала с поверхности катода-мишени происходит благодаря высокой концентрации энергии электрической дуги в «катодном пятне». Достижимые в «катодном пятне» высокие температуры обеспечивают испарение самых тугоплавких материалов, включая вольфрам и графит. Количество электродуговых испарителей – три. Количество нагревательных устройств – 2. Для улучшения структуры осаждаемых покрытий предусмотрено использование ионного источника. В конструкции установки предложена система магнитной фокусировки плазменного потока испарителя,

плавного регулирования напряжения высоковольтного источника питания базового потенциала смещения, подаваемого на основу.

Для осуществления безмаслянной откачки в разрабатываемой вакуумной установке предложена заменить диффузионный насос турбомолекулярным. Использование этого откачного средства позволит получить следующие преимущества: быстрое достижение глубокого вакуума, достижение низкого уровня шума – ниже 47 дБ(А), более длительный срок службы – до 10'000 рабочих часов, большие периоды технического обслуживания, малые габариты и небольшой вес, длительные интервалы работы без технического обслуживания, контролируемый состав газовой (технологической) среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Забродина, Н.В. Высокотемпературная коррозия сплавов для конденсированных покрытий / Н.В. Забродина // Коррозионностойкие покрытия. – СПб.: Наука, 1992. – С. 107-110.
2. Мрочек, Ж.А. Вакуумно-плазменные покрытия / Ж.А. Мрочек. – Минск: Технопринт, 2004. – 369 с.
3. Забродина, Н.В. Высокотемпературная коррозия сплавов для конденсированных покрытий / Н.В. Забродина // Коррозионностойкие покрытия. – СПб.: Наука, 1992. – С. 107-110.
4. Паспорт установки ННВ-6,6-И1, 1989.

УДК 621.793

Павлюченя Д.А.

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научные руководители: Федорцев В.А., Луговик А.Ю.*

Современная оптика наиболее широко применяет несколько видов оптических покрытий: просветляющие, упрочняющие,