

2. Исследование состава и структуры многокомпонентных СВС-прессованных катодов вакуумно-дуговых испарителей системы Ti-C-Al / А. А. Ермошкин / ВСТН Самарского ГТУ. Сер. Технические науки. – 2012, № 2.

УДК 621.793

## **НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ЛОПАТКИ КОМПРЕССОРА**

*Гребенева К. А., Панок Е. О., Шатило Е. А.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Орлова Е. П.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Компрессор состоит из ротора и дисков. На диски установлены лопасти, иначе – лопатки. Основное назначение лопаток – изменение начальных параметров газа и преобразование кинетической энергии вращающегося ротора в потенциальную энергию сжатого газа [1].

Лопатки компрессора в процессе эксплуатации подвержены высокому коррозионному и абразивному износу. Лопатки турбины при работе должны выдерживать высокие температурные нагрузки, возникающие при сгорании топлива. Чем выше температура в камере сгорания, тем выше КПД двигателя [2].

Появление коррозионных повреждений на лопатках приводит к увеличению их шероховатости и по мере ее развития к изменению геометрии лопаток. Следствием этого является снижение КПД компрессора газотурбинного двигателя (далее ГТД), снижение мощности и повышение начальной температуры газа по сравнению с начальной. В результате увеличивается расход ресурса материала лопатки и увеличивается скорость коррозии.

Есть много видов нанесения покрытий на лопатки компрессора: упрочняющие, износостойкие, жаропрочные.

Нанесение жаропрочных, эрозионно стойких и износостойких покрытий может осуществляться методом напыления ионной плазмы, иначе этот метод напыления называется КИБ, катодно-ионная бомбардировка. Доказано, что использование этого метода увеличивает коррозионную стойкость, стали во всех климатических условиях при рабочих температурах до 450 °С, сохраняя при этом механические свойства основного материала [3].

Перед нанесением покрытий лезвия сначала полируются и очищаются в ультразвуковой ванне, а затем очищаются ионами аргона с помощью газовой плазмы – высокоионизированной газовой среды, образующейся при приложении высокой частоты и высокого отрицательного потенциала смещения с последующим нанесением многослойного ионно-плазменного покрытия [4].

Процесс вакуумно-дугового испарения начинается с зажигания вакуумной дуги (характеризующейся высоким током и низким напряжением), которая формирует одну или несколько точечных эмиссионных зон (так называемое «катодное пятно») на поверхности катода, в которых вся мощность разряда сосредоточена [5].

Основная трудность процесса испарения с помощью вакуумной дуги заключается в том, что, если катодная точка остается в точке испарения слишком долго, выделяется большое количество дисперсной или капельной фазы. Эти макровключения ухудшают характеристики покрытий, поскольку они имеют плохую адгезию к подложке и могут превышать толщину покрытия.

Для решения этой проблемы катодное пятно тем или иным образом непрерывно перемещается на большой и массивный катод, имеющий достаточно большие линейные размеры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вся авиация. От сверх легких самолетов до бизнес-джетов [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vonovke.ru/s/loparka\\_lopast\\_-\\_loparki\\_kompressorov](http://www.vonovke.ru/s/loparka_lopast_-_loparki_kompressorov).

2. ООО «Технологические Системы Защитных Покровтий» // Защита от износа и термобарьерные покрытия лопаток компрессоров и турбин [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://old.tspc.ru/protection/element.php?ID=1750>.

3. Аннотация научной статьи по технологиям материалов, автор научной работы – Белоус В. Я., Жирнов А. Д., Луценко А. Н., Мубояджян С. А. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-korrozionnoy-stoykosti-stalnyh-lopatok-kompressora-gtd-putem-primeneniya-ion-no-plazmennogo-pokrytiya>.

4. Гейкин В. А., Белова Л. Н., Наговицын Е. М., Поклад В. А., Шаронова Н. И., Рябчиков А. И., Степанов И. Б. Федеральное государственное унитарное предприятие "Московское машиностроительное производственное предприятие "САЛЮТ" ФГУП "ММПШ"САЛЮТ". Способ нанесения износостойких покрытий на лопатки компрессора ГТД. Патент: RU 2 430 992 С2 №2009139921/02, Заявка: 2009.10.29, Опубликовано: 2011.05.10.

5. Материал из Википедии – свободной энциклопедии. Вакуумно-дуговое нанесение покрытий [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое\\_нанесение\\_покрытий](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое_нанесение_покрытий). Дата доступа 04.01.2021.

УДК 66.041.41

## **АНАЛИЗ ВАКУУМНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ СПЕКАНИЯ МЕТАЛЛОВ И КЕРАМИКИ**

*Делендик М. В.*

*Научный руководитель: канд. тех. наук,  
доцент Комаровская В. М.*

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В наше время есть несколько способов для получения изделий из порошковых металлов: титана, алюминия и др. Од-