

*Канд. техн. наук, доцент Сергиенко С. Н.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)
канд. техн. наук, доцент Корсунов К. А.
аспирант Ашихмина Е. А.
(ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина)*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ СПОСОБОМ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Наведені результати експериментальних досліджень процесу відновлення деталей авіадвигунів за допомогою плазмового напилення.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В процессе длительной эксплуатации авиационной техники значительно увеличивается выход из строя деталей авиадвигателей вследствие коррозии, износа, поверхностного растрескивания, связанных с выгоранием легирующих элементов от воздействия высокой температуры и т.д. Так, во время работы вертолета его газотурбинные двигатели постоянно подвергаются воздействию сред, вызывающих эрозию, таких как песок, грязь и вулканический пепел, которые находятся в воздухе во взвешенном состоянии. Их действие усиливается во время взлета и посадки, а особенно при работе двигателя в тропическом или морском климатах. В связи с этим, при поступлении двигателя в ремонт после его разборки часто обнаруживают дефекты общего характера: риски, забоины, вмятины, местную коррозию, эрозионный износ контактных поверхностей деталей компрессора, повреждение защитных и уплотнительных покрытий на деталях [1]. Одни из таких деталей отбраковываются, другие восстанавливаются с помощью гальванических покрытий, пайки или сварки. Восстановление деталей гальваническими покрытиями, особенно при осаждении толстых слоев, требует много времени, а восстановление сваркой или пайкой связано с нагревом восстанавливаемой детали до температур, при которых происходят структурные изменения материала, часто приводящие к ухудшению прочностных характеристик основного материала детали. В то же время применение плазменного напыления для восстановления деталей авиационной техники позволяет уменьшить их отбраковку, повысить производитель-

ность труда, а также надежность их работы при эксплуатации авиатехники в различных условиях.

Анализ исследований и публикаций. Анализ отечественных и зарубежных исследований и разработок [2-6 и др.] показывает, что большое внимание уделяется решению важной научно-технической проблемы уменьшения эксплуатационных дефектов на различных деталях, причиной которых является эрозия, путем проведения мероприятий, направленных на снижение коррозионных поражений и эрозионного износа и включающих как процессы восстановления деталей, так и разработку новых материалов и защитных покрытий.

Постановка задачи. Исследовать технологические особенности процесса восстановления деталей авиадвигателей с помощью метода плазменного напыления.

Изложение материала и его результаты. На государственном предприятии Министерства обороны Украины «Луганский авиационный ремонтный завод» (ГП МОУ «ЛАРЗ») производится ремонт вертолетных двигателей типа ТВ2-117, ТВ3-117. Одной из важных деталей, подвергающейся сильному эрозионному износу, являются кольца рабочих колес компрессора (материал – титановый сплав – ОТЧ-1), изнашивающиеся по поверхности внутреннего диаметра за счет попадания мелких частиц между лопatkами компрессора и внутренней поверхностью колец во время работы двигателя (рис. 1). Как показывает проведенная в условиях ГП МОУ «ЛАРЗ» статистика по Делам ремонта авиадвигателей, кольца подлежат восстановлению при истечении межремонтного ресурса двигателя, а также при его эксплуатации в тропическом или морском климате, где идет повышенный износ деталей. Согласно имеющейся технологии на восстановление колец по поверхности внутреннего диаметра кольца рабочих колес должны устраниться сколы более 1,5 мм, вырывы площадью более 6 mm^2 , открытая пористость площадью более 6 mm^2 [7], несоответствие геометрических размеров колец техническим условиям на них (рис. 2).

Для восстановления колец рабочих колес компрессора применяется метод плазменного напыления. Технология нанесения покрытий заключается в следующем.

С целью повышения адгезии напыляемого покрытия кольца предварительно растачивают по внутреннему диаметру (рис.3). Так как на качество покрытия влияют различные загрязнения поверхности детали после механической обработки, наличие трещин в покрытии, локальных отслоений и других несплошностей, то при подготовке детали к напылению необходимо особенно тщательно следить за чистотой поверхности детали.

Для плазменного восстановления поверхности рабочих колец применяют проволоку диаметром 1 мм из жаропрочного сплава ЭИ-435. Перед напылением проволоку травят в растворе соляной кислоты, затем промывают холодной проточной водой и сушат сухим сжатым воздухом. При намотке на катушку для обезжикивания проволоку протирают салфеткой, смоченной нейфрасом.

Для лучшей адгезии покрытия с основным материалом обрабатываемую поверхность рабочего кольца перед напылением прогревают плазменной струей без загрузки до температуры 100-150 °С. В условиях ГП МОУ «ЛАРЗ» плазменное напыление производилось на установке типа УПУ-3Д, при этом вместо плазмотрона ПП-25 использовался плазмотрон ПЛ-8, разработанный совместно в ВНУ и ДонГТУ [8].

Проведенные экспериментальные исследования позволили определить оптимальный режим нанесения жаропрочного покрытия:

- расстояние от сопла плазмотрона до обрабатываемой поверхности: 105 мм;
- скорость подачи проволоки: 1,0-1,1 м/мин;
- угол атаки струи: $(90\pm3)^\circ$;
- скорость вращения детали: 8 об/мин;
- сила тока: 350 А;
- напряжение: 50 В;
- давление аргона по манометру: 4,6 кгс/см²;
- расход аргона: 0,035 м³/мин;
- время нанесения покрытия: 12,5 мин.

Полученная толщина слоя покрытия при данных параметрах напыления составила 0,8 – 0,9 мм и была определена путем замера толщины детали штангенциркулем до и после нанесения покрытия. Визуальный осмотр показал, что покрытие без трещин, пор и большой шероховатости (рис. 3). На рис. 4 показана восстановленная поверхность кольца после растачивания на токарном станке. Как видно, при токарной обработке сколы и трещины на поверхности покрытия не образовывались. Таким образом, поверхность покрытия отвечает технологическим требованиям на данную деталь [7].

Выводы и направление дальнейших исследований. Проведенные экспериментальные исследования процесса восстановления рабочих колец компрессора вертолетных двигателей позволили определить технологические режимы и опробовать разработанный плазмотрон в промышленных условиях. В дальнейшем необходимо провести исследования свойств покрытия: металлографический анализ микроструктуры и определение величины адгезии.

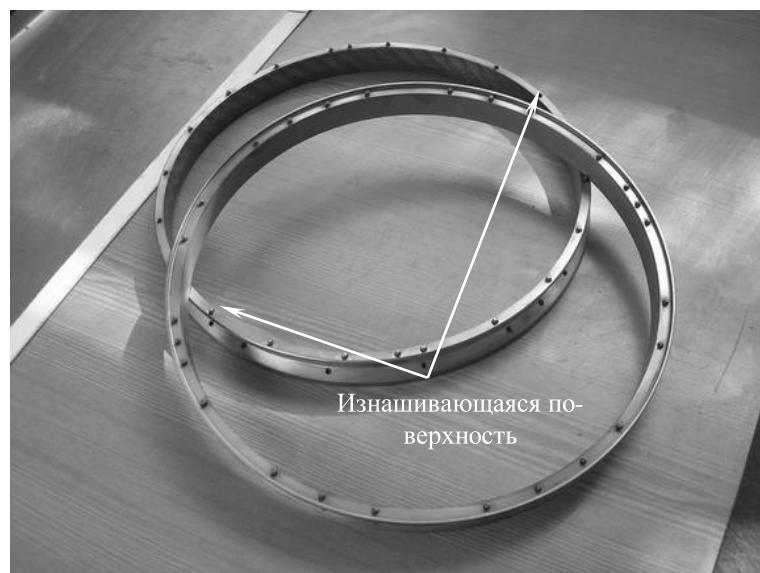


Рисунок 1 – Кольца рабочих колес компрессора вертолетного двигателя
(внешний вид)

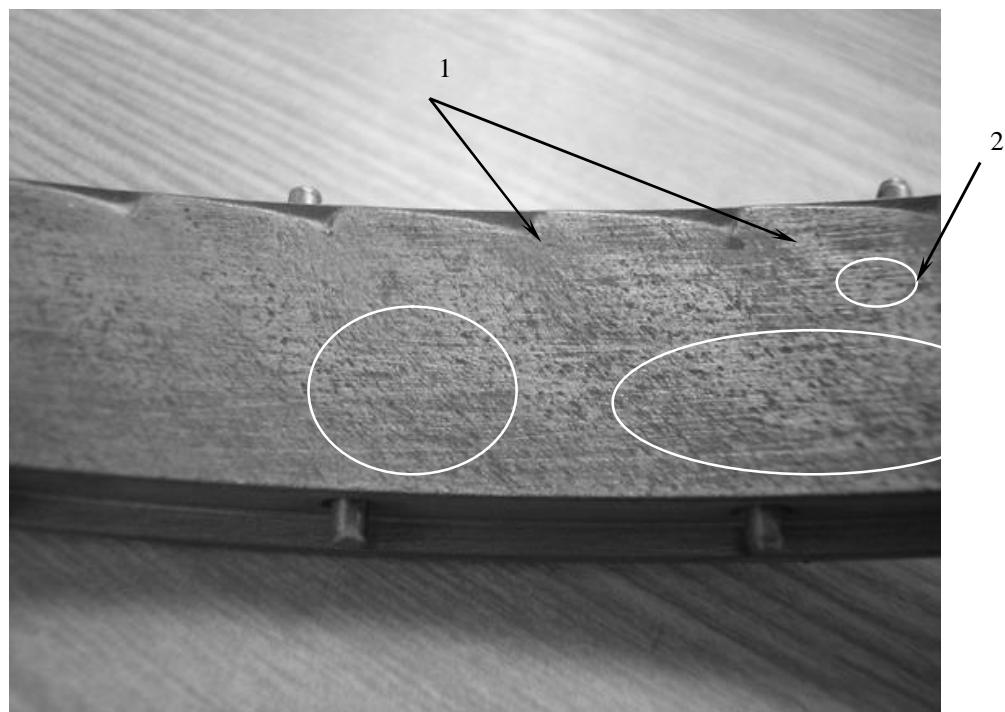


Рисунок 2 – Кольцо рабочего колеса компрессора вертолетного двигателя. Дефекты: 1 – сколы; 2 – пористость



Рисунок 3 – Кольца рабочих колес вертолетного двигателя
1 – поверхность расточенного под напыление кольца;
2 – поверхность напыленного кольца

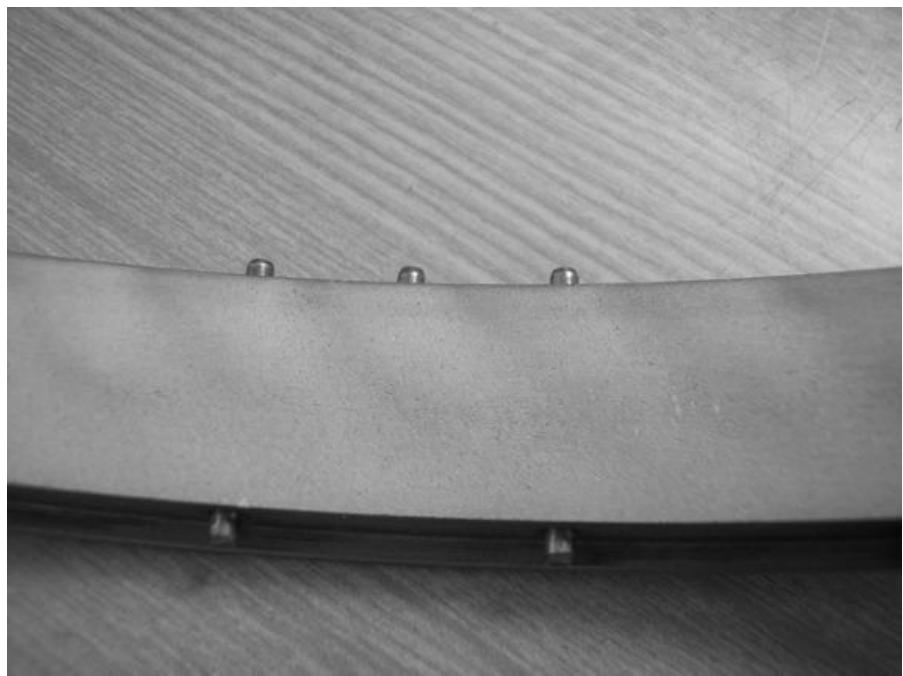


Рисунок 4 – Восстановленная поверхность кольца после растачивания
на токарном станке

Приведены результаты экспериментальных исследований процесса восстановления деталей авиадвигателей способом плазменного напыления.

Results of experimental studies of the process of recovering air-motors details by way of plasm evaporations are broughted.

Библиографический список

1. «Отчет о готовности в/ч 78473 к 1-ому капитальному ремонту двигателей ТВ3-117В», в/ч 78473. - Ворошиловград, 1987. – 67 с.
2. Душкин А.М., Прощин А.Б., Иванов Е.Г. Защитные покрытия для стальных лопаток компрессора ГТД // Авиационная промышленность. – 1988. – №7. – С. 13-15.
3. Колтунов А.Е., Кузьмичев Б.П. Разрушение лопаток компрессора ГТД с никель-кадмievым покрытием //Авиационная промышленность. – 1987. – №5. – С. 80.
4. Износостойкое покрытие из нитридов циркония для легких сплавов / В.А. Богомолов, Г.Б. Ларина, Б.А. Полянин, Ф.М. Хлыстов // Авиационная промышленность. – 1988. – №3. – С. 51-53.
5. Акимов В.М. Основы надежности газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение, 1981. – 207 с.
6. Рекламный проспект ОАО «Уральский завод гражданской авиации». – Екатеринбург, 2004г. – 12 с.
7. Руководство по капитальному ремонту двигателя ТВ3-117. – Запорожье: ОАО «Мотор Сич», 1998. – 34 с.
8. Дзюба В.Л., Корсунов К.А., Сергиенко С.Н. Высокоресурсные плазмотроны для напыления // Труды 6-й Международной конф. «Пленки и покрытия – 2001». – СПб: Изд-во СПбГТУ. – 2001. – С.242-246.