

О ФОРМИРОВАНИИ ИЗНОСОСТОЙКИХ МИКРОДУГОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Зоренко Д.А.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, оксидная керамика, вентильные металлы, детали сложной формы.

Аннотация. В статье представлены основные результаты исследования процесса формирования микродуговых износостойких оксидных покрытий на поверхности вентильных металлов. Рассмотрены особенности их получения на деталях сложной формы. Приведены составы электролитов для получения покрытий на алюминиевых и титановых сплавах.

ON THE FORMATION OF WEAR-RESISTANT MICRO-ARC CERAMIC COATINGS ON THE SURFACES OF COMPLEX PARTS

Zorenko D.A.

Keywords: micro-arc oxidation, oxide ceramics, valve metals, complex shape parts.

Abstract. The article presents the main results of research on the formation of micro-arc wear-resistant oxide coatings on the surface of valve metals. The features of their production on parts of complex shape are considered. The compositions of electrolytes for obtaining coatings on aluminum and titanium alloys are given.

В узлах трения современных машин и механизмов нашли широкое применение, детали из цветных металлов, в частности и из алюминия и его сплавов. Это обусловлено хорошими прочностными свойствами алюминия, его высокой тепло- и электропроводностью и др. Синтез пленок с заданными свойствами на металлах анодированием или плазменным осаждением имеет большое практическое значение. Однако указанные и другие традиционные методы формирования пленок на вентильных металлах не удовлетворяют всему многообразию требований современной техники. В связи с этим возникает необходимость развития новых или малоизвестных методик управляемого синтеза неорганических пленок на металлах. Традиционные упрочняющие покрытия на поверхности алюминия и титана невозможно нанести из-за низкой адгезионной активности этого металла, поэтому качественно новым способом повысить его поверхностную твердость и износостойкость является микродуговое оксидирование (МДО). При проведении этого процесса толщина пленки оксида алюминия, неизбежно образующейся под воздействием кислорода воздуха значительно увеличивается, а ее структура и физико-механические свойства изменяются таким образом, что поверхность способна противостоять абразивному износу.

Процессы, происходящие при микродуговом оксидировании на аноде, которым является обрабатываемая деталь, описаны в работах [1, 2], исследованы физико-механические и триботехнические свойства упрочненного слоя [2]. Анализируя результаты предварительных испытаний, был сделан вывод о том, что поверхности деталей, на которых необходимо

сформировать МДО - покрытие можно условно разделить на: закрытые, полузакрытые, открытые. Открытые поверхности характеризуются максимальной плотностью линий электрического поля и равномерным потенциалом, свободным доступом электролита, хорошим охлаждением. Технология получения высококачественных покрытий на открытых поверхностях отработана. Полузакрытые поверхности обычно экранированы от противоиэлектрода, поэтому плотность силовых линий электрического поля и потенциал на полузакрытой поверхности меньше. Однако сохраняется свободный доступ электролита и охлаждения. В этом случае вероятность получения покрытия с заданными свойствами и равномерной толщиной не велика. Закрытые поверхности, кроме того, что они сильно экранированы от противоиэлектрода, к ним затруднен доступ электролита, отвод продуктов реакции, возможен перегрев. В этом случае микродуговое окисление протекает крайне неустойчиво, необходим подбор специальных режимов для формирования упрочненного слоя с высокими физико-механическими и триботехническими характеристиками.

Нами была исследована задача получения оксидного слоя заданной толщины, физико-механических и триботехнических свойств на полузакрытых поверхностях из алюминиевых, и титановых сплавов, т.е. на деталях, имеющих сквозные отверстия. В результате было установлено, что при фиксированном составе электролита, распределение толщины покрытия по длине внутреннего отверстия существенно зависит от отношения L/d . С увеличением относительной длины образца вероятность получения равномерного покрытия уменьшается, а при $L/d > 3$ на поверхности детали образуются непокрытые участки. Этот результат очевидно обусловлен увеличением неравномерности распределения электрического поля с ростом L/d .

В то же время состав электролита существенно влияет на формирование МДО-слоя устойчивой толщины. При увеличении процентного содержания щелочи в электролите центральный прогиб профиля покрытия уменьшается практически до нуля. При дальнейшем увеличении щелочи наступает резкое нарушение сплошности покрытия на участках близких к входным отверстиям. Это объясняется отслаиванием участков покрытия под действием возникающих локальных дуговых разрядов, причем одновременно начинается процесс травления щелочью образовавшихся участков непокрытого алюминия. Такую концентрацию электролита можно считать критической для заданного соотношения L/d . Также аналогичные исследования проводились при получении оксидного покрытия на поверхности титана (Ti). В работе было исследовано четыре принципиально разных электролита: на основе жидкого стекла и щелочи; на основе буры; на основе ортофосфорной кислоты; на основе ортофосфорной и серной кислот. Процесс образования покрытия на последнем электролите характеризуется хорошей повторяемостью и высокой скоростью: процесс идет 5 ... 10 мин. Данное покрытие отличается сравнительно высокой твердостью, быстротой, простотой и дешевизной получения. В отличие от покрытий, получаемых на

сплавах алюминия, покрытия на сплавах титана характеризуются худшей однородностью, меньшей толщиной и прочностью, так как в их составе кроме оксида титана присутствует двуокись титана. Но несомненным преимуществом является значительно меньшее время нанесения. Прделанная работа подтверждает технико-экономическую целесообразность использования данного покрытия в узлах машин, требующих повышения твердости и износостойкости сопряженных, трущихся поверхностей деталей из титана.

В результате исследования получена технология, показывающая возможность получать равномерные керамические МДО - покрытия на поверхности достаточно протяженных сквозных отверстий в алюминиевых и титановых деталях, путем изменения составов электролитов и режимов нанесения. Этот результат послужит основой дальнейших исследований, направленных на получение качественного МДО - покрытия на закрытых поверхностях деталей изготавливаемых из сплавов вентильных металлов.

Список литературы

1. Великосельская Н.Д. Повышение долговечности деталей узлов трения подводного нефтепромыслового оборудования посредством поверхностного упрочнения методом микродугового оксидирования: Дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1989. – 190 с.
2. Новиков В.В. Создание и комплексное исследование алмазосодержащих керамических трибоматериалов для узлов трения различного назначения: Дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1998. – 190 с.
3. Баковец В.В., Поляков О.В., Долговесова И.П. Плазменно-электролитическая анодная обработка металлов. – Новосибирск: Наука, 1991. – 152 с.

References

1. Velikoselskaya N.D. Improving the durability of parts of friction units of underwater oilfield equipment by surface hardening by micro-arc oxidation: Diss. ... cand. of tech. sc. – M., 1989. – 190 p.
2. Novikov V.V. Creation and complex research of diamond-containing ceramic biomaterials for friction units of various purposes: Diss. ... cand. of tech. sc. – M., 1998. – 190 p.
3. Bakovets V.V., Polyakov O.V., Dolgovesova I.P. Plasma-electrolytic anodic treatment of metals. – Novosibirsk: Science, 1991. – 152 p.

<p>Зоренко Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия, dzorenko@yandex.ru</p>	<p>Dmitry A. Zorenko – candidate of technical sciences, associate professor, Tver state technical University, Tver, Russia, dzorenko@yandex.ru</p>
--	---

Received 22.09.2020