

ШЕРОХОВАТОСТЬ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРООСАЖДЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шкурупий В. Г.

(Харьковский государственный экономический университет)

В статье рассмотрено влияние неровностей обработанных поверхностных слоев на изменение их оптических характеристик.

Электроосажденные покрытия на поверхностях деталей из алюминиевых и титановых сплавов нашли применение в системах терморегулирования летательных аппаратов [1].

Известны работы [2] по изучению шероховатости электроосажденных поверхностей, однако в них содержится недостаточно информации о взаимосвязи параметров шероховатости поверхностей с ее оптическими свойствами. Оценка параметров шероховатости поверхности затруднена, ввиду неприемлемости стандартных методик для их оценки, которые не позволяют оценить развитый рельеф наслоений, пор и других, характерных для электроосаждения форм и размеров неровностей. Для оценки взаимосвязи параметров шероховатости поверхности с ее оптическими свойствами рекомендуется [2,3] критерий шероховатости поверхности F , который может быть представлен в следующем виде[4]:

$$F = [1 + 1,25\pi^2 \cdot n^2 \cdot R_a^2]^{-1} \times \left(1 - \frac{R_a}{2H_{i_{min}}}\right),$$

где R_a - среднее арифметическое отклонений профиля шероховатости поверхности, мкм; n - число шагов неровностей по отношению к отсечке шага, 1/ мкм; $H_{i_{min}}$ - отклонение ординаты по наибольшей впадине профиля шероховатости поверхности, мкм.

Актуальной задачей является также выбор параметров режимов обработки с целью управления процессом формирования поверхностей с заданными оптическими свойствами. Для ряда деталей, работающих в условиях воздействия светового потока отношение $\frac{A_S}{\varepsilon}$ для поверхностей должно быть меньше единицы и стремиться к нулю.

Нами для исследований выбраны материалы, нашедшие наибольшее применение в производстве летательных аппаратов: Амг3, Амг6, Д16, ВТ6, ВТ14 и ВТ20. Перед нанесением покрытий подготовку поверхности проводили механическим и химическим способом. На поверхности образ-

цов размером 5x50x50 мм (из листового проката) получали покрытия хромом, никелем, оксидированием и анодированием. Толщина никелевых и хромовых покрытий до 3 мкм, анодированных до 30 мкм.

Анодирование проводили в серноокислотном растворе при комнатной температуре и плотности тока $1 \div 1,5$ А/дм² для получения пленок толщиной $3 \div 12$ мкм. При таких толщинах формируются бесцветные пленки.

Процесс глубокого анодирования вели по методу подающей мощности при температуре 8–12⁰С и начальной анодной плотности тока 10 А/дм². Напряжение при этом изменялось от 20 до 22 В.

Пленки на поверхности образцов формировались со скоростью 2 мкм/мин. Образцы с пленкой толщиной 30 мкм имели гладкую поверхность черного цвета.

Так как область получения белых, плотных анодных оксидов находится в довольно узких пределах изменения технологических параметров, анодирование осуществляли в двухкомпонентном растворе на основе серной кислоты и трехкомпонентном растворе на основе сульфосалициловой кислоты. Температура раствора варьировалась в интервале 20÷50⁰С, напряжение – 30÷55 В (при вольта статическом режиме), плотность тока – 2÷4 А/дм² (при гальвано статическом режиме).

Контроль толщины осуществляли на вертикальном оптиметре. Шероховатость поверхностей оценивали на приборе мод. 252 и электронном микроскопе. Коэффициенты поглощения A_s и излучения ε оценивали на фотометре ФМ 59 и терморадиометре ТИС.

В результате проведенных исследований установлена зависимость оптических свойств поверхностей от их предварительной обработки.

Покрытие поверхностей образцов никелем и хромом при равных значениях параметров шероховатости поверхности имело следующие значения поглощательной и излучательной способности:

- для черного хрома A_s (0,97÷0,98) и ε (0,93);
- для черного никеля A_s (0,95÷0,96) и ε (0,08–0,2);

Изучение поверхностей по снимкам электронного микроскопа показало различие субмикрощероховатости поверхности покрытий.

Поверхности характеризуются развитым рельефом с большим набором микронеровностей различных порядков малости от 1000 до 100000 А⁰ и значительной протяженностью глубины впадин (неровности со ступенчатыми наслоениями). Поверхности покрытия черным никелем выделяются низкими значениями излучательной способности (при этом значения отношения $\frac{A_s}{\varepsilon} = 11,8 \div 4,8$), что можно объяснить высокой электропроводностью никеля, солей никеля и цинка, а очень развитая поверхность обеспечивает повышенную поглощательную способность.

Оксидирование образцов из алюминиевых сплавов осуществляли в следующей последовательности: обработка перед травлением (органический растворитель или органический растворитель + HNO_3 или $\text{NaOH}+\text{HNO}_3$), затем травление от 5 до 40 мин. и последующее оксидирование от 15 до 30 мин.

Результаты эксперимента представлены на рис.1.

Установлено, что химическое фрезерование перед травлением поверхностей уменьшает значение отношения $\frac{A_s}{\varepsilon}$:

- для сплава Амг3 с 3 до 2,5;
- для сплава Амг6 с 2,5 до 2,0.

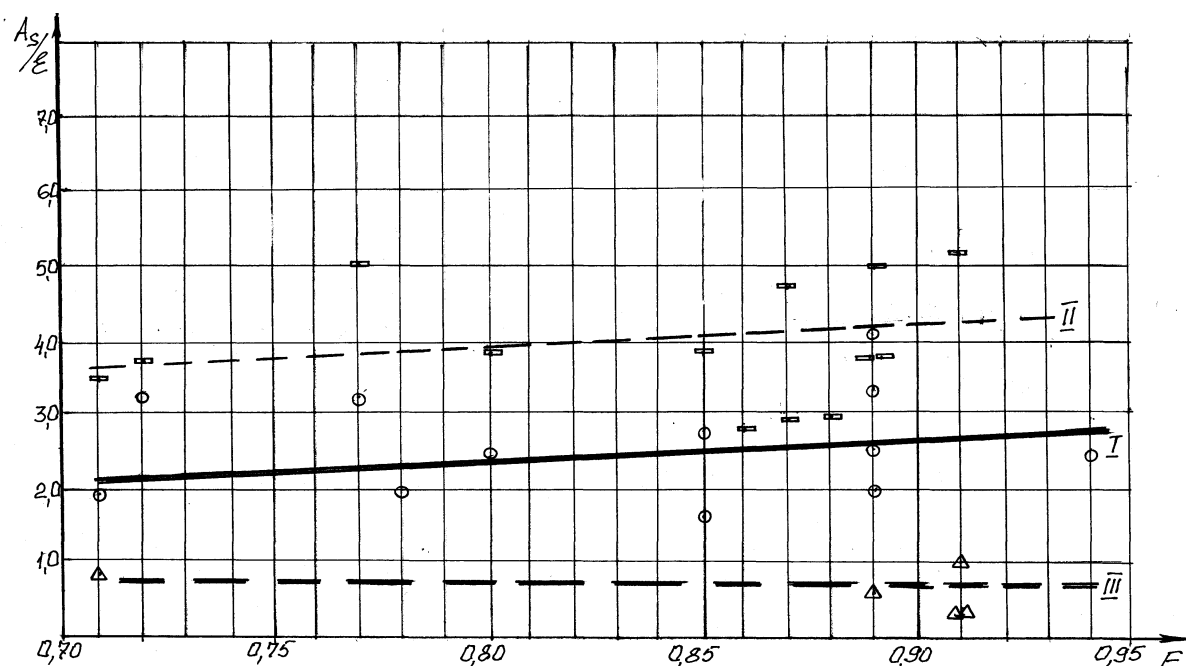


Рис. 1. Зависимость отношения $\frac{A_s}{\varepsilon}$ от значений критерия шероховатости поверхности F : I - исходное состояние перед нанесением покрытий; II – после оксидирования; III – после анодирования

В большинстве случаев увеличение времени травления и оксидации способствует увеличению поглощательной и излучательной способности поверхности. Для образцов после химического фрезерования подобного увеличения не наблюдается, а это, по видимому, и приводит к снижению значений отношения $\frac{A_s}{\varepsilon}$.

При анодировании образцов из алюминиевых сплавов в состоянии поставки после предварительного химического полирования наблюдается большой разброс по значениям коэффициентов A_s и ε , что можно объяснить неравномерностью снятия лакируемого слоя.

Предварительная обработка песком или металлической дробью увеличивает поглощательную способность A_S .

Предварительное химическое фрезерование увеличивает значение A_S до $0,8 \div 0,9$ у сплава АмГ6 и $0,4 \div 0,5$ для сплава Д16.

Окрашивание в черный цвет дает наибольшее значение коэффициентов A_S : для АмГ6 до $0,88 \div 0,92$ и $0,65 \div 0,8$ для Д16.

Значение коэффициента излучения ε почти не зависит от предварительных способов подготовки поверхностей перед анодированием и находится в пределах $0,8 \div 0,9$.

Наименьшие значения отношения $\frac{A_S}{\varepsilon}$ для анодированных поверхностей достигаются при наполнении в воде и хромпике образцов в состоянии поставки:

- для сплава АмГ6: $\frac{A_S}{\varepsilon} = 0,27$ (в воде); $0,24$ (в хромпике);
- для сплава Д16: $\frac{A_S}{\varepsilon} = 0,2$ (в воде); $0,22$ (в хромпике).

Химическое полирование перед анодированием повышает значение отношения $\frac{A_S}{\varepsilon}$ до $0,5 \div 0,8$.

Для образцов после глубокого анодирования обработка их поверхности перед анодированием практически не оказывает влияния на коэффициент поглощения поверхности, что, по видимому, можно объяснить сравнительно большой толщиной анодного покрытия (оксида) до 30 мкм.

Однако, предварительная обработка исходной поверхности оказывает существенное влияние на другие свойства оксидных покрытий (плотность и равномерность пленки, ее адгезионные свойства), поэтому для получения качественных покрытий можно рекомендовать подготовку поверхностей деталей с применением переменного тока промышленной частоты в растворах, содержащих серную кислоту ($H_2SO_4 - 400$ г/л). Плотность технологического тока 70 мА/дм².

При анодировании образцов из сплавов ВТ14 и ВТ20 варьирование концентрации соляной кислоты в электролите от 30 до 60 г/л, при температуре от 30 до 50⁰С оказывает незначительное влияние на оптические свойства (A_S находится в пределах $0,47 \div 0,61$, а ε - в пределах $0,76 - 0,86$). Такое значение характеристик поглощательной и излучательной способности, по-видимому, связано с тем, что изменение технологических параметров в указанных пределах, оказывая влияние на адгезию покрытий, не приводит к изменению структуры и состава анодных оксидов.

Пленки, сформированные на этих сплавах матовые, белого цвета с незначительным изменением оттенка от желтоватого до розового.

Так как на сплаве ВТ 6 при анодировании в двухкомпонентном растворе формируются окрашенные пленки, вследствие довольно большого количества ванадия в составе сплава, варьирование параметров процесса анодирования приводит к некоторому изменению состава и окраски пленок, что приводит к изменению излучательных свойств анодированной поверхности.

Для исследуемых титановых сплавов изменение состава (ВТ6...ВТ20) незначительно влияет на изменение излучательной и поглощательной способности после анодирования (для случая формирования белых анодных оксидов).

Список литературы

1. Инженерный справочник по космической технике. Издание 2-е переработанное и дополненное. Под ред. А.В. Солодова. М.: Воениздат, 1977.- 430 с.
2. Гнусин И.П., Коварский Н.Я. Шероховатость электроосажденных поверхностей. Наука. Новосибирск. 1970.
3. Агабабов С.Г. Влияние шероховатости на радиационные свойства твердого тела со случайной шероховатостью. Теплофизика высоких температур. М.: Наука т.13.вып.2. 1975.- с. 314-318.
4. Шкурупий В.Г. Особенности анализа шероховатости отражающих поверхностей, обработанных резанием. Резание и инструмент.1982. вып.27 - с. 74-80.

Анотація

Шорсткість і оптичні властивості електроосаджених поверхонь

У статті розглянутий вплив нерівностей оброблених поверхневих шарів на зміну їхніх оптичних характеристик

Abstract

Roughness and optical properties of the electrobesieged surfaces

In article is considered influence of the jaggiest processed surface layers on change their optical features