

Оценка теплопроводности МДО-покрытий на алюминиевых сплавах

Д.А. Милованов, инженер
 А.В. Чавдаров, канд.техн.наук
 С.Н. Артамонов, инженер
 (ФГБНУ ГОСНИТИ, т.8-495-709-33-56, info@firma-tom.ru)
 А.Б. Гайдученко, ст.научн.сотрудник
 (НИЦ «Курчатовский институт»)

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы теплопроводности оксидных МДО-покрытий при использовании их в качестве коррозионно-стойких на алюминиевых радиаторах

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, теплопроводность, теплоемкость.

Алюминиевые сплавы широко используются в качестве радиаторов для отвода тепла как в полупроводниковой промышленности, так и в общем машиностроении. Для предотвращения коррозии используются различные гальванические покрытия, в частности гальваническое оксидирование, с последующим лакокрасочным покрытием. Использование технологии микродугового оксидирования более перспективно для защиты от коррозии, что показано в [1,2,3]. Сквозная пористость МДО-покрытий не превышает 4%, что позволяет исключить из технологического процесса лакокрасочные работы. В работе [4] приведены данные об изменении коэффициента теплопроводности оксидных покрытий на силумине АК9ПЧ при использовании модифицированного состава электролита.

Целью настоящей работы является исследование теплопроводности МДО-покрытия на сплаве АК8 в щелочном электролите при реализации анодно-катодного режима.

Для проведения исследований изготавливались образцы в виде дисков диаметром 50 мм и толщиной 5 мм. МДО-покрытие наносилось в силикатно-щелочном электролите с содержанием гидроксида калия 1г/л и силиката натрия 8г/л. Режим оксидирования анодно-катодный, плотность тока 8А/Дм², время оксидирования 15 минут, толщина покрытия 8-10мкм.

Коэффициент теплопроводности рассчитывается по формуле:

$$\lambda(T) = \alpha(T) \cdot C_p(T) \cdot \rho(T) \quad \lambda(T) = \alpha(T) \cdot C_p(T) \cdot \rho(T) \dots\dots\dots$$

(1)

где: $\alpha(T)$ - коэффициент температуропроводности;

$C_p(T)$ - удельная теплоемкость;

$\rho(T)$ - плотность образцов.

Измерение коэффициента температуропроводности производилось с помощью прибора лазерной вспышки NETZSCH LFA-457 MicroFlash. В приборе реализован метод Паркера. Прибор LFA-457 имеет сертификат Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии об утверждении типа средств измерений DE.C.32.001.A № 36576 от 29.10.2009

г., зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 41647-09 и допущен к применению на территории Российской Федерации.

Метод лазерной вспышки заключается в быстром нагреве одной из поверхностей малого диска или пластины из исследуемого материала с помощью одиночного импульса лазера и регистрации температурного возмущения на противоположной поверхности диска как функции времени. Регистрация температуры задней поверхности диска производится дистанционно, с помощью полупроводникового инфракрасного датчика (In-Sb, охлаждаемый жидким азотом).

Коэффициент температуропроводности α вычисляется из значений температурной кривой $T(t)$:

$$\alpha = K \frac{H^2}{\pi^2 t \frac{1}{2}} \alpha = K \frac{H^2}{\pi^2 t \frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2)$$

где: H — толщина образца;

$$\frac{1}{t} - \frac{1}{t_0}$$

— время, за которое температура на задней поверхности образца достигает половины максимального значения;

K — коэффициент, зависящий от принятой модели измерений (учет формы образца, потерь тепла и длительности лазерного импульса); в идеальном случае (отсутствие потерь тепла, бесконечно короткий лазерный импульс) $K \approx 1,37$. Полученные усредненные результаты представлены на рис. 1.

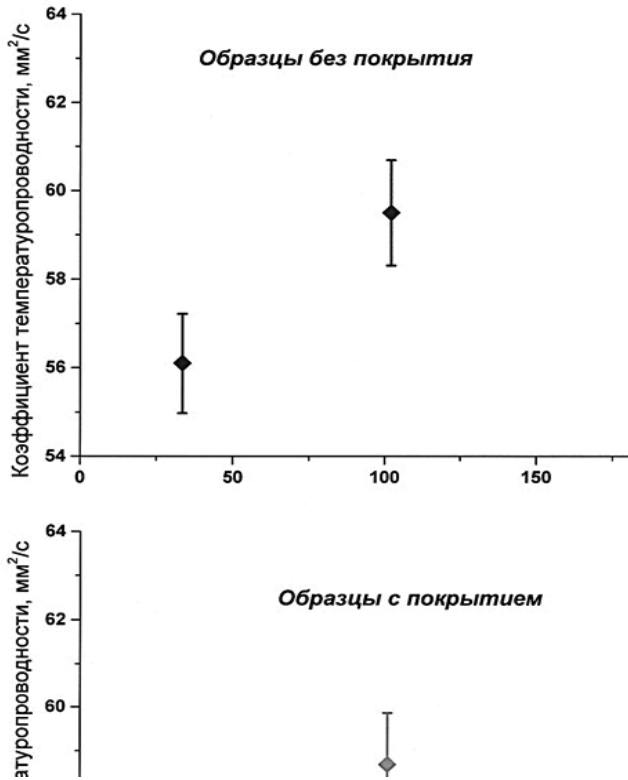


Рис. 1. Результаты измерения коэффициента температуропроводности сплава АК8.

Удельная теплоемкость при постоянном давлении C_p измеряли одновременно с измерением коэффициента температуропроводности с помощью прибора лазерной вспышки NETZSCH LFA-457 MicroFlash. Для калибровки по величине поглощенной энергии в качестве стандартных образцов использовали графит и железо.

Величина удельной теплоемкости образца вычисляется по формуле:

$$C_{p(S)} = \frac{m_R C_{p(R)} \Delta T_R}{m_S \Delta T_S} C_{p(S)} = \frac{m_R C_{p(R)} \Delta T_R}{m_S \Delta T_S} \dots\dots\dots (3)$$

где: m — масса образца (эталоны);

ΔT — максимальная величины подогрева образца (эталоны).

Индекс S относится к образцу, а индекс R — к эталону.

Усредненные результаты измерений представлены на рис. 2.

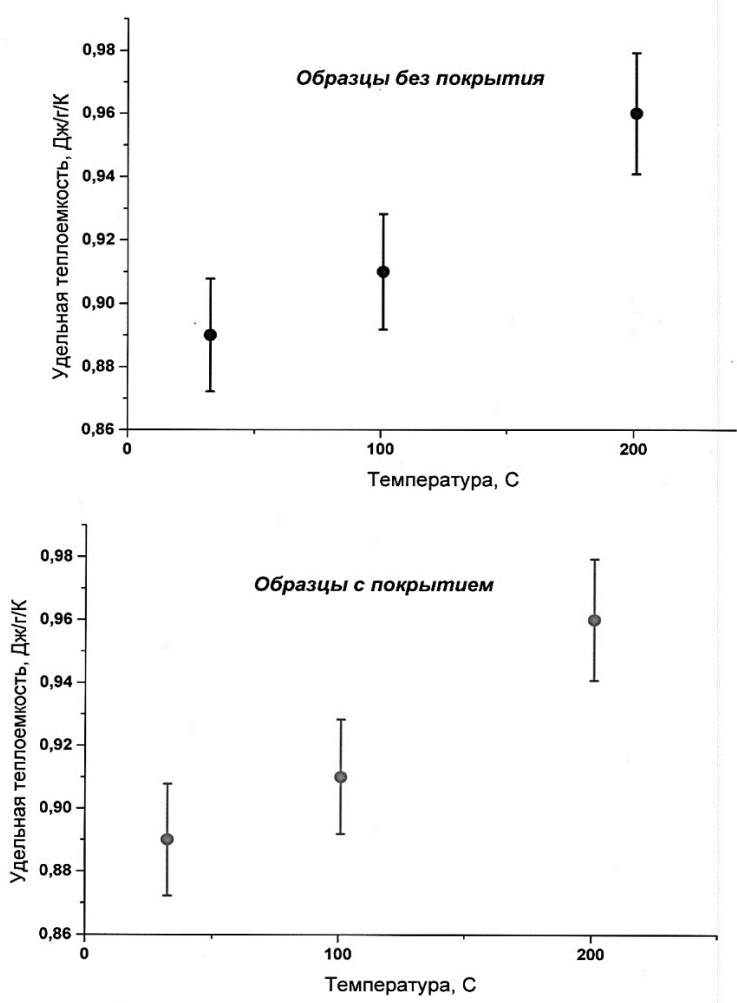


Рис. 2. Результаты измерений удельной теплоемкости сплава АК8

Для определения массы и плотности образцов используются аналитические весы Metter Toledo XP-204SE с приставкой для гидростатического взвешивания.

Плотность твердых образцов определяется путем последовательного взвешивания на воздухе и в жидкости. В качестве рабочей жидкости использовался толуол (метилбензол) $C_6H_5-CH_3$ (измеренная плотность при комнатной температуре $0,867 \text{ г/см}^3$). Измерения проводились при комнатной температуре.

Значения плотности образцов не зависят от их покрытия и составляют в среднем $\rho = 2,780 \pm 0,005 \text{ г/см}^3$.

Результаты вычисления коэффициента теплопроводности представлены на рис. 3 и в таблице 1. Значения для образцов обоих типов совпадают в пределах погрешности измерений во всем температурном диапазоне.

Таблица 1.

Коэффициент теплопроводности, Вт/м/К

Тип образца	30°C	200°C
Образцы без покрытия	$139,35 \pm 4,44$	$165,72 \pm 4,91$
Образцы с покрытием	$142,10 \pm 6,25$	$164,47 \pm 4,59$

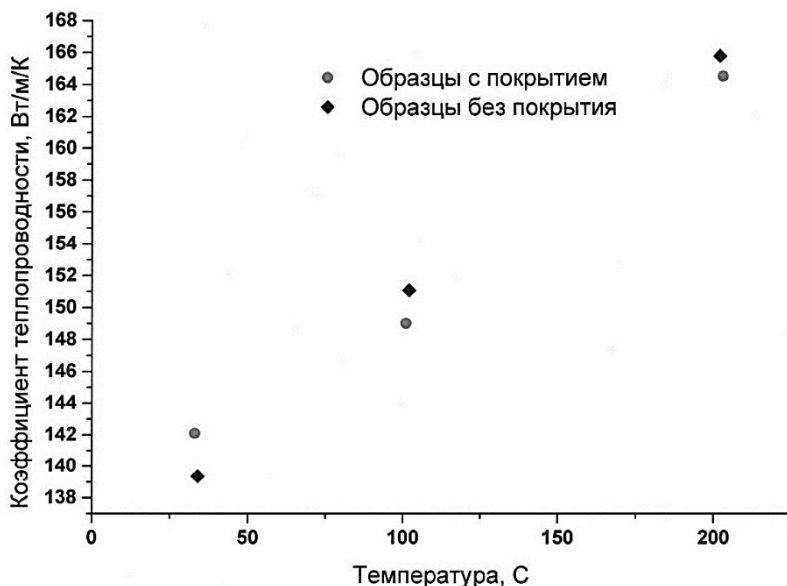


Рис. 3. Коэффициент теплопроводности сплава АК8

Выводы. МДО-покрытия могут успешно использоваться в промышленности в качестве теплопроводящих и антикоррозионных покрытий на радиаторах взамен традиционно используемой технологии гальванического оксидирования с последующим лакокрасочным покрытием.

Литература

1. Коломейченко А.В. Исследование топографии поверхности покрытий, сформированного МДО/ Вестник ОрелГАУ 2, (11) –С. 101-103.
2. Чавдаров А.В. Условия существования и стадии роста покрытия при микродуговом оксидировании / Чавдаров А.В., Скоропупов Д.И., Першин П.Н.// Труды ГОСНИТИ-2014-Т. 117. - С.268-272.
3. Ракоч А.Г., Дуб А.В., Гладкова А.А. Анодирование легких сплавов при различных электрических режимах. Плазменно-электролитическая нанотехнология. М.: Изд-во ООО «Старая Басманная», 2012. – 495 с.
4. Криштал М.М. О теплопроводности оксидных покрытий, полученных методом микродугового оксидирования, на силумине АК9ПЧ // М.М. Криштал, П.В. Ивашин, Д.А. Павлов, А.В. Полуниин // Вестник науки ТГУ.№4 (22), 2012, С.169-172

The Evaluation of thermal conductivity coatings on aluminum alloys

ing. Milovanov D.A.
Ph.D. Chavdarov A.V.
ing. Artamonov S.N.
FGBNU GOSNIT
s.r.f. Gaiduchenko A.B.
SIC „Kurchatov Institute“
8-495-709-33-56, info@firma-tom.ru

Annotation. *this document deals with the thermal conductivity of the oxide MAO coatings when it used as corrosion on aluminum radiators.*

Keywords: *microarc oxidation, market analysis, market forecast.*

References

1. Kolomeychenko A.V. Topography research of surface coatings formed by MDO / Bulletin OreIGAУ 2, (11) -p. 101-103
2. Chavdarov A.V. Conditions for the existence and growth stage of coating at microarc oxidation / Chavdarov A.V. Skoropupov D.I., P.N. Pershin // Proceedings GOSNITI 2014-Vol. 117. P.268-272.
3. Rakoch A.G., Oak A.V., Gladkov A.A. the Anodizing of light alloys with different electrical modes. Plasma electrolytic nanotechnology. M.: Publishing House of “Staraya Basmannaya”, 2012. - 495 p.
4. Krishtal M.M. About the thermal conductivity of the oxide coatings produced by micro-arc oxidation on silumin AK9PCH // M.M. Krishtal, P.V. Ivashin, D.A. Pavlov A.V. Polunin // Bulletin of Science TGU.Nº4 (22), 2012. - P.169-172.