

Фотокаталитическая способность покрытия, синтезированного в электролитной плазме на поверхности ультралегкого сплава магния

Б. Л. Крит^{a,b,*}, Н. В. Морозова^{b,d}, С. Я. Бецофен^a, Ву Руйчжи^c,
В. М. Медвецкова^{a,e}, Я. В. Долгушин^a, Т. Ю. Могильная^{a,e}

^aМосковский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),
г. Москва, 125993, Россия

^bМосковский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
г. Москва, 127055, Россия

^cГоловная лаборатория сверхлегких материалов и технологии поверхности Министерства образования,
Харбинский инженерный университет, г. Харбин, 150001, Китай

^dРоссийская медицинская академия непрерывного профессионального образования,
г. Москва, 123993, Россия

^eМосковский государственный лингвистический университет,
г. Москва, 119034, Россия

*e-mail: bkrit@mail.ru

Поступила в редакцию 17.02.2024

После доработки 08.05.2024

Принята к публикации 15.05.2024

Рассмотрена возможность использования сплавов на основе магния, модифицированного плазменно-электролитной обработкой, для фотокатализа. Дано краткое описание природы возникновения фотоактивируемых центров в оксидах, приведены примеры аналогичных исследований в данной области. Представлены результаты собственных экспериментов по определению фотокаталитической способности ультралегкого сплава состава Mg–8Li–1Al–0,6Ce–0,3Y после плазменно-электролитной обработки. Предложена концептуальная модель индуцированного фотокатализа в оксидах–диэлектриках.

Ключевые слова: плазменно-электролитная обработка, покрытия, фотокатализ

УДК 621.794 + 621.785.53

<https://doi.org/10.52577/eom.2024.60.3.13>

ВВЕДЕНИЕ

Легкие и ультралегкие сплавы на основе магния по причине привлекательности их удельных механических и физических свойств находят все более широкое применение в самых разных сферах человеческой деятельности [1–5]. В последнее десятилетие отмечается особенно резкий подъем интереса к этой категории материалов [6, 7]. При этом большинство экспертов в качестве основных негативных факторов, сдерживающих имплементацию продукции магниевой индустрии, называют недостаточную износостойкость и повышенную склонность к коррозионному разрушению, в связи с чем основной акцент проводимых исследований фокусируется на повышении прочностных [8–10], триботехнических [11, 12] и антикоррозионных [13, 14] характеристик сплавов Mg.

Существенное комплексное улучшение параметров многих, в особенности магниевых, материалов возможно с использованием прогрессивных технологий плазменно-электролитной обработки (ПЭО) [15–17].

В основе ПЭО лежит принцип инициирования разрядных процессов вблизи погруженного в электролит обрабатываемого объекта, что создает условия для сочетанного термического, плазмохимического и гидродинамического воздействия на его поверхность образующейся электролитной плазмы. В результате формируются модифицированные оксидные керамикоподобные слои, состав, структура и свойства которых существенно отличаются от пленок и покрытий, получаемых другими методами. Уникальной особенностью синтеза ПЭО-покрытий является самоорганизующаяся регулярная наноразмерная структуризация высокотемпературных оксидокерамических фаз, которая обусловлена действием механизмов, подробно описанных в работах [15, 18–20]. Подобное структурно-фазовое строение позволяет рассчитывать на более широкий функционал поверхности сплавов Mg, подвергнутых ПЭО, в частности – на наличие у них фотокаталитических способностей.

Согласно определению, принятому ИЮПАК (International Union of Pure and Applied Chemistry), под термином «фотокатализ» (ФК)

подразумевают возбуждение или изменение скорости физико-химических процессов в присутствии фотокатализаторов – веществ, способных под действием света к промежуточным взаимодействиям с реагентами и регенерации своего состояния после завершения реакционного цикла [21]. Принцип ФК заключается в способности поверхности ряда материалов приходиться в возбужденное (активированное) состояние при экспонировании электромагнитным излучением оптического диапазона и выделять избыточную энергию возбуждения в окружающую среду. Подобное качество нередко присуще интеллектуальным (адаптивным, «умным» или «smart») композиционным материалам и покрытиям со структурно интегрированными функциональными компонентами [22, 23]. Склонность к ФК проявляют также метаматериалы – системы, представляющие собой как периодическую, так и гетерогенную смесь частиц веществ различной природы; при этом характеристики метаматериалов обусловлены в первую очередь резонансными свойствами составляющих элементов, а не структурой [24, 25]. Присутствие фотоактивируемых материалов в зоне различных физико-химических взаимодействий интенсифицирует (катализирует) протекание явлений сорбции, накопления энергии, способствует стимулированию и сенсбилизации природных и техногенных химических реакций [26, 27].

Большой интерес в качестве ФК материалов представляют оксиды металлов. Это обусловлено химической инертностью и устойчивостью оксидных фаз во многих средах, наличием у них черт метаматериалов, а также возможностью их формирования на поверхности металлических материалов и изделий. Ярким примером могут служить фотоактивируемые частицы оксидов металлов, обладающих полупроводниковыми свойствами (TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 и др.). Им свойственны относительно малые значения ширины запрещенной зоны ($E_g < 3$ эВ) и смещение границы собственного поглощения в длинноволновую область спектра ($l_0 = 370 - 700$ нм). Это способствует возникновению истинного ФК, который проявляется в результате фотогенерации слабо связанных электронно-дырочных пар (или специфических квазичастиц, называемых свободными экситонами Ванье–Мотта) [26, 28, 29].

В отличие от полупроводниковых материалов, MgO является оксидом–изолятором (со слабо выраженными полупроводниковыми свойствами). Для него характерны значения $E_g = 7,2$ эВ и границы собственного поглощения $l_0 = 178$ нм [26]. Тем не менее данные, полученные рядом

авторов, указывают на возможное наличие некоторых ФК свойств у диэлектрических оксидов вентильных металлов, например, у MgO и θ -модификации Al_2O_3 [5, 26, 30–33]. При этом исследователи оговаривают, что оксиды в этом случае должны быть синтезированы в определенных условиях (например, магнетронным распылением или золь-гель методом) и иметь наноразмерную структуру, тогда активация их поверхности видимым и/или мягким ультрафиолетовым (УФ) излучением будет интенсифицировать протекание различных химических и сорбционных процессов.

Потенциальное применение ФК способности ПЭО-покрытия, сформированного на поверхности ультралегкого сплава Mg , будет востребовано прежде всего в биомедицине, поскольку именно в этой сфере отмечены наиболее высокие темпы внедрения магниевых материалов. Возможность самоочистки от патогенной микрофлоры и проявление фунгицидной активности поверхности сплавов магния также актуально для многих деталей, используемых в авиакосмической индустрии, автомобиле- и приборостроении.

Учитывая вышеизложенное, следует отметить явно недостаточную изученность предмета фотоактивации как MgO вообще, так и полученного методом ПЭО в частности. Поэтому цель данной работы – исследование ФК способности поверхности ультралегкого сплава Mg , подвергнутой модифицированию в электролитной плазме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом изучения служил ультралегкий сплав $\text{Mg-8Li-1Al-0.6Ce-0.3Y}$ (Key Laboratory of Superlight Materials & Surface Technology, Harbin Engineering University, China). ПЭО проводили в электролите состава: 15 г/л алюмината натрия NaAlO_2 и 1,2 г/л гидроксида калия KOH . Режим обработки: анодно-катодный при напряжении 375–465 В, плотности тока 10 А/дм² и токовом соотношении $I_A/I_K = 0,9$. Продолжительность обработки составляла 20 мин.

Исследования тонкой структуры покрытий в отраженных и вторичных электронах проводили на СЭМ *Hitachi* SU8220, съемку дифрактограмм осуществляли на рентгеновском дифрактометре *Shimadzu* XRD-6000 (Япония). Съемку выполняли в монохроматизированном CuK_α -излучении, напряжение на трубке 30 кВ, скорость сканирования 2 град/мин, геометрия съемки по Брэггу–Брентано ($\Theta - 2\Theta$).

Для оценок ФК способности была выбрана реакция дегградации раствора МО (метиловый оранжевый $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{O}_3\text{SNa}$) с концентрацией

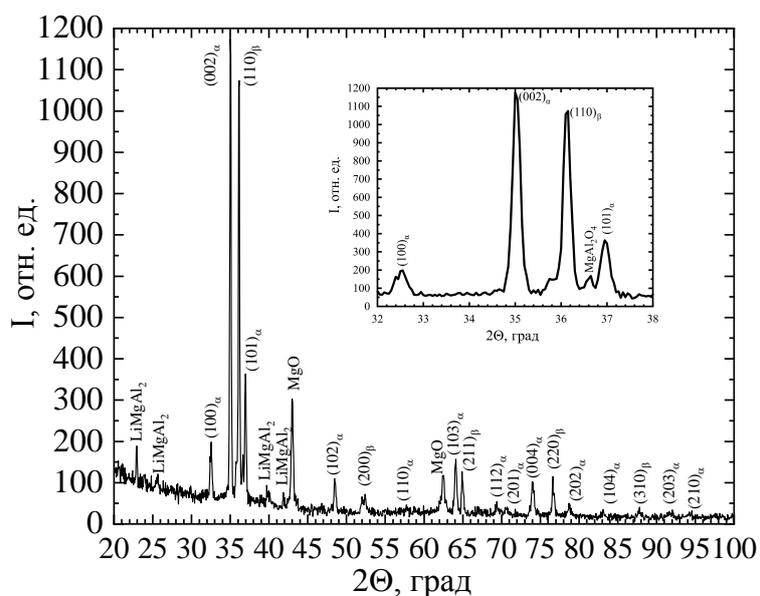


Рис. 1. Дифрактограмма сплава Mg с ПЭО-покрытием.

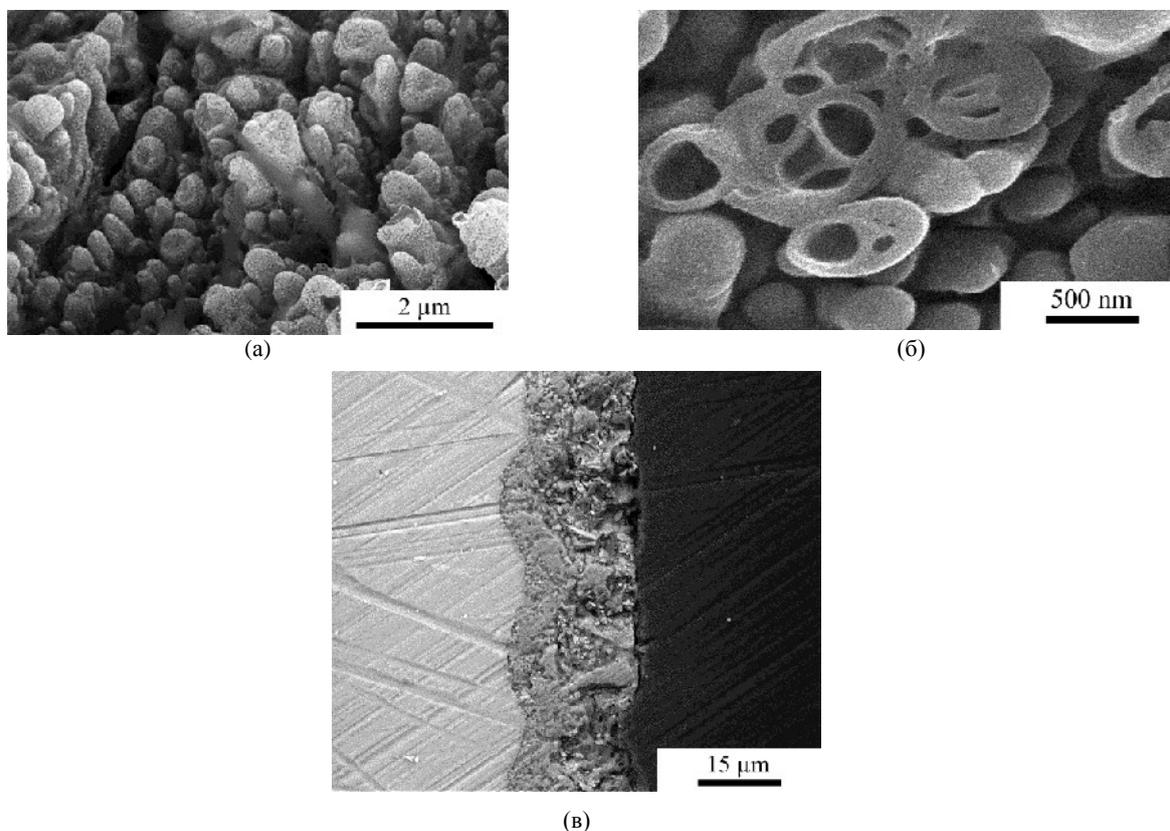


Рис. 2. СЭМ-изображения внешней поверхности (а), продольного (б) и поперечного (в) шлифа сплава Mg с ПЭО-покрытием.

Таблица. Относительная оптическая плотность раствора метилового оранжевого в зависимости от времени экспонирования в УФ-излучении

Продолжительность УФ облучения, мин	Раствор МО	Раствор МО в присутствии сплава в исходном виде	Раствор МО в присутствии сплава с ПЭО
0	100,0000	99,9789	99,9432
2	99,8956	99,8641	99,8387
5	99,7912	99,7910	99,7348
15	99,6796	99,5815	99,4993
30	99,5496	99,3696	99,3123
55	99,0927	98,9637	98,8034
90	98,9894	98,5999	97,9632

0,1 г на 100 мл дистиллированной воды. В начальной стадии эксперимента анализируемый свежеприготовленный раствор как без исследуемых образцов сплава Mg (непокрытых и ПЭО-модифицированных), так и в их присутствии находился в изоляции от внешнего излучения в течение 60 мин. Это необходимо для достижения равновесия процессов адсорбции и десорбции. На второй стадии эксперимента собственно раствор и раствор с погруженными в него образцами исходного и модифицированного сплава экспонировали в УФ-излучении, источником которого служила галогеновая лампа мощностью 30 Вт. Через определенные промежутки времени (5, 15, 30, 55, 90 мин) оценивали оптическую плотность раствора с помощью спектрофотометра СФ-46. Измеренные значения оптической плотности раствора соотносили с таковой для раствора МО в исходном состоянии, принятой за 100%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные XRD-анализа поверхности образцов, модифицированных ПЭО, представлены на [рис. 1](#). На рентгенограмме доминируют рефлексы подложки, которые соответствуют двухфазной ($\alpha+\beta$) структуре, состоящей из ГПУ α -твердого раствора на основе магния ($a = 3,19 \text{ \AA}$, $c = 5,13 \text{ \AA}$, $c/a = 1,608$) и ОЦК β -твердого раствора на основе лития ($a = 3,514 \text{ \AA}$). Наряду с ними вполне отчетливо идентифицируются рефлексы оксида MgO с решеткой типа NaCl ($a = 4,205 \text{ \AA}$). В покрытии также присутствует ГЦК фаза MgAl_2O_4 ($a = 8,083 \text{ \AA}$, вставка на основной рентгенограмме).

Электронно-микроскопические снимки поверхности и шлифа модифицированного сплава ([рис. 2](#)) убедительно демонстрируют в некоторой степени упорядоченную структуру покрытия, состоящую из фрагментов субмикронной размерности. Выполненные измерения морфологических показателей позволили дать средние оценки толщины покрытия $23 \pm 1 \text{ мкм}$ и сквозной пористости $2,7 \pm 0,2\%$.

Полученные данные измерений оптической плотности раствора метилового оранжевого и графическая интерпретация динамики ее изменения представлены в [таблице](#) и на [рис. 3](#) соответственно. Аппроксимация методом наименьших квадратов позволила выявить среднестатистические тренды кинетических зависимостей в линейном приближении.

Видно, что присутствие в растворе ультра-легкого сплава магния с естественным поверхностным оксидом более чем в 1,3 раза, а сплава, подвергнутого ПЭО, – почти в 2 раза ускоряет

процесс разложения метилоранжа по сравнению с самопроизвольной реакцией при воздействии ультрафиолета. Причиной этого мы считаем ФК активность, проявляемую находящимся на поверхности сплава оксидным слоем как нативным, так и, в более значительной степени, искусственно сформированным при модифицировании. Похожая аналогия прослеживается и в работе [\[34\]](#), где сообщается о более низких значениях измеренной ширины запрещенной зоны $E_g = 4,13\text{--}4,8 \text{ эВ}$ для анодированного ZrO_2 с более выраженным наноструктурированием в сравнении с $E_g = 5,65\text{--}5,74 \text{ эВ}$ для пленок, полученных методами магнетронного распыления и атомно-слоевого осаждения.

Для объяснения причины возникновения ФК эффекта применительно к MgO предлагаем следующую концептуальную модель.

Как уже было упомянуто, присущий полупроводниковым оксидам *истинный* ФК обусловлен фотогенерацией слабо связанных электронно-дырочных пар или экситонов Ванье–Мотта ([рис. 4а](#)). Из-за сравнительно большой ширины запрещенной зоны E_g подобный механизм не реализуем в случае MgO. Однако экспериментальные данные ([рис. 3](#)) свидетельствуют о наличии у него ФК способностей, и причиной этого может быть реализация механизма *индуцированного* ФК, обусловленного фотогенерацией активных каталитических центров, в качестве которых, согласно [\[26, 35\]](#), могут выступать высокореакционные ионы в низких валентных состояниях, возбужденные атомы и молекулы, а также плазмоны. В случае такой стабильной фазы, какой является диэлектрик MgO [\[36\]](#), на наш взгляд, более вероятно образование электронно-дырочных пар, но в виде так называемых связанных экситонов Френкеля, что весьма характерно для материалов–изоляторов [\[28, 29, 37\]](#). При таком подходе процесс фотоактивации может быть пояснен схемой, представленной на [рис. 4б](#).

Возбуждение молекул оксида с образованием связанных электронно-дырочных пар в сформированном на поверхности магниевом сплаве оксидокерамическом слое возможно, поскольку электрическое поле фотонов способно проникать в оптически плотную среду на расстояния порядка длины волны света [\[38\]](#). Состав и структура ПЭО-покрытия соответствуют необходимым условиям, при которых возможен индуцированный ФК: содержат оксид Mg (см. [рис. 1](#)), состоят из регулярно чередующихся фрагментов со средним размером $\sim 10^2 \text{ нм}$ (см. [рис. 2](#)). Поэтому вполне можно допустить возбуждающее действие светового потока УФ ($\lambda < 380 \text{ нм}$) и даже видимого диапазона спектра

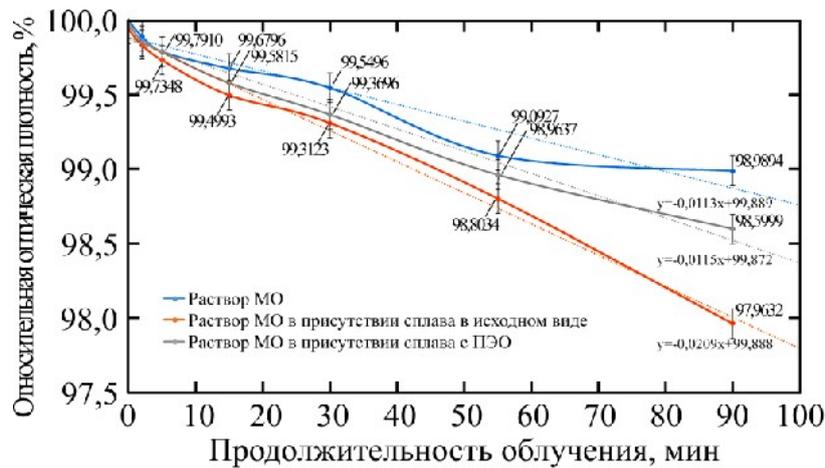


Рис. 3. Кинетические зависимости деградации раствора метилоранжа. Полупроводниковый оксид Оксид-диэлектрик

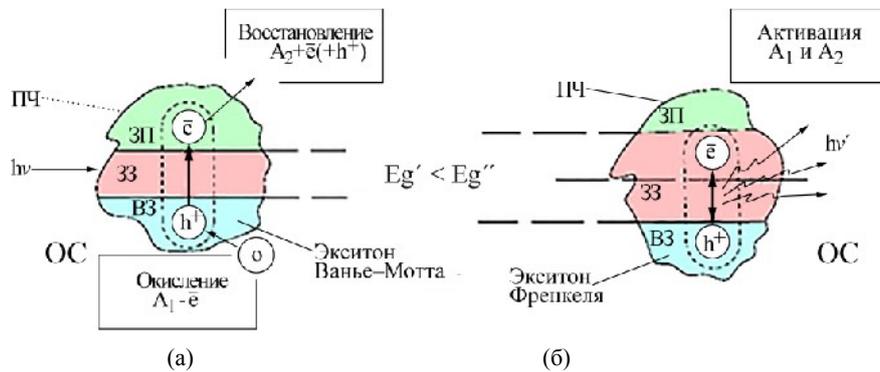


Рис. 4. Схема возникновения истинного (а) и индуцированного (б) фотокатализа с участием оксидных наночастиц под действием светового излучения с энергией $h\nu$. ПЧ – поверхность частицы; ОС – окружающая среда; A_1 , A_2 – атомы (молекулы) веществ окружающей среды; e^- – электрон; h^+ – дырка; ЗП – зона проводимости; ЗЗ – запрещенная зона; ВЗ – валентная зона.

($\lambda = 780\text{--}380$ нм). Подтверждением такой возможности, помимо приведенных на рис. 3 результатов, могут служить экспериментальные данные работ [26, 33], авторами которых обнаружено смещение границы спектральной зависимости квантового выхода наноразмерного MgO в длинноволновую (видимую) область светового излучения.

В соответствии со схемой (рис. 4б) функционирование предполагаемого механизма индуцированного ФК в некоторой степени аналогично процессу накачки активного вещества лазера: накопление энергии приводит к образованию экситонов Френкеля, а ее выделение – следствие осцилляции этих электронно-дырочных квазичастиц наподобие плазмонов. Возникающее вторичное излучение ($h\nu'$) стимулирует протекание физико-химических процессов в окружающем пространстве, что позволяет наблюдать ФК эффект.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально доказано наличие ФК свойств у ПЭО-покрытия, сформированного на поверхности ультралегкого сплава Mg.

2. Предложено концептуальное описание вероятного механизма возникновения ФК свойств у оксида-изолятора MgO.

3. Получение ПЭО-покрытий, обладающих ФК способностью, сулит значительное расширение сфер применения сплавов Mg.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-49-00098) с использованием оборудования кафедры 1203 МАИ и Центра коллективного пользования МГТУ «СТАНКИН».

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них отсутствует конфликт интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Apelfeld, A., Krit, B., Ludin, V., Morozova, N., et al., The characterization of PEO coatings on AZ41 magnesium alloy, *Surf. Coat. Technol.*, 2017, vol. 322, p. 127. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.05.048>
- Волкова, Е.Ф., Дуюнова, В.А., О современных тенденциях развития магниевых сплавов, *Технол. легких сплавов*, 2016, № 3, с. 94.

3. Liu, B., Yang, J., Zhang, X., Yang, Q., et al., Development and application of magnesium alloy parts for automotive OEMs: A review, *J. Magnes. Alloys*, 2023, vol. 11, no. 1, p. 15. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2022.12.015>
4. Hung, S.-M., Chen, S.-Y., Lin, Ch.-S., Effect of bath temperature on the growth kinetics and characteristics of permanganate conversion coating on LZ91 magnesium alloy, *J. Mater. Res. Technol.*, 2024, vol. 28, p. 4567. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2024.01.071>
5. Wu, R., Yan, Y., Wang, G., Murr, L.E., et al., Recent progress in magnesium–lithium alloys, 2015, *Int. Mater. Rev.*, vol. 60, no. 2, p. 65. <https://doi.org/10.1179/1743280414Y.0000000044>
6. Yang, Y., Xiong, X., Chen, J., Peng, X., et al., Research advances of magnesium and magnesium alloys worldwide in 2022, *J. Magnes. Alloys*, 2023, vol. 11, no. 8, p. 2611. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2023.07.011>
7. Pan, F., Magnesium and its alloys for better future – JMA 10th anniversary, *J. Magnes. Alloys*, 2023, vol. 11, no. 10, p. 3395. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2023.11.001>
8. Betsofen, S.Y., Osintsev, O.E., Grushin, I.A., Petrov, A.A., et al., Influence of alloying elements on the deformation mechanism and the texture of magnesium alloys, *Russ. Metall.*, 2019, no. 4, p. 346. <https://doi.org/10.1134/S0036029519040049>.
9. Muga, C.O. and Zhang, Z.W., Strengthening mechanisms of magnesium-lithium based alloys and composites, *Adv. Mater. Sci. Eng.*, 2016, art. ID 1078187. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/1078187>
10. Yang, Y., Chen, X., Nie, J., Wei, K., et al., Achieving ultra-strong Magnesium–lithium alloys by low-strain rotary swaging, *Mater. Res. Lett.* 2021, vol. 9, no. 6, p. 255. <https://doi.org/10.1080/21663831.2021.1891150>
11. Sagar, P. and Handa, A., Role of tool rotational speed on the tribological characteristics of magnesium based AZ61A/TiC composite developed via friction stir processing route, *J. Achiev. Mater. Manufact. Eng.*, 2020, vol. 101, no. 2, p. 60. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.4921>
12. Satish, J. and Satish, K., Wear behaviour of magnesium metal matrix composites fabricated by powder metallurgy process, *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, 2018, vol. 6, no. 3, p. 1649. <http://doi.org/10.22214/ijraset.2018.3256>.
13. Abbasi, S., Aliofkhaezraei, M., Mojiri, H., Amini, M., et al., Corrosion behavior of pure Mg and AZ31 magnesium alloy, *Prot. Metals Phys. Chem. Surf.*, 2017, vol. 53, no. 3, p. 573. <https://doi.org/10.1134/S2070205117030029>.
14. Pang, M., Zhong, T., Jin, S., Ma, X., et al., Tailoring the degradation rate of magnesium–lithium alloy with alloying elements of gadolinium and nickel, *J. Alloys Comp.*, 2024, vol. 976, art. ID 173115. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.173115>
15. Эпельфельд, А.В., Белкин, П.Н., Борисов, А.М., Васин, В.А. и др., *Современные технологии модификации поверхности материалов и нанесения защитных покрытий*: в 3-х т. М.; СПб.: Реноме, 2017. Т. I: *Микродуговое оксидирование*. 648 с.; Т. II: *Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов*. 520 с.; Т. III: *Комбинированные технологии обработки материалов и нанесения защитных покрытий*. 400 с.
16. Barati, Darband, Gh., Aliofkhaezraei, M., Hamghalam, P. and Valizade, N., Plasma electrolytic oxidation of magnesium and its alloys: Mechanism, properties and applications, *J. Magnes. Alloys*, 2017, vol. 5, no. 1, p. 74. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2017.02.004>
17. Simchen, F., Siebe, M., Kopp, A. and Lampke, Th., Introduction to plasma electrolytic oxidation – An overview of the process and applications, *Coatings*, 2023, vol. 13, p. 628. <https://doi.org/10.3390/coatings10070628>
18. Богоявленский, А.Ф., О механизмах образования оксидной пленки на алюминии. *Анодная защита металлов: Доклады 1-й межвузовской конференции*. М.: Машиностроение, 1964, с. 22–34.
19. Keller, F., Hunter, M. and Robinson, D., Structural features of oxide coatings on aluminium, *J. Electrochem. Soc.*, 1953, vol. 100, no. 9, p. 411.
20. Крит, Б.Л., Медвецкова, В.М., Самосборка наноструктур при формировании плазменно-электролитных покрытий, *Адаптивные материалы и покрытия для высокотехнологичных отраслей промышленности: коллективная монография*. М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2022, с. 99.
21. Standard conditions for gases. *IUPAC Compendium of Chemical Terminology* (the «Gold Book»), McNaught, A.D. and Wilkinson, A. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997. <https://doi.org/10.1351/goldbook.S05910>
22. Лещукова, И.В., *Адаптивные материалы, Инновационная наука*, 2018, № 12, с. 34.
23. *Адаптивные материалы. Большая российская энциклопедия*. <https://bigenc.ru/c/adaptivnye-materialy-080ac1?ysclid=1w6b6kvyf4952172979>
24. Давидович, М.В., Гиперболические метаматериалы: получение, свойства, применения, перспективы, *УФН*, 2019, т. 189, № 12, с. 1249. <https://doi.org/10.3367/UFNr.2019.08.038643>
25. Pendry, J.B., Schurig, D. and Smith, D.R., Controlling electromagnetic fields, *Science*, 2006, vol. 312, no. 5781, p. 1780. <https://doi.org/10.1126/science.1125907>
26. Пармон, В.Н., Захаренко, В.С., Фотокатализ и фотосорбция в земной атмосфере, *Химия в интересах устойчивого развития*, 2001, т. 9, № 3, с. 461.
27. Лютоев, В.П., Фотоиндуцированная перезарядка примесных ионов в ультрадисперсном оксиде

- магния, *Изв. Коми науч. центра УРО РАН*, 2012, т. 1, № 9, с. 56.
28. Гуртов, В.А., Осауленко, Р.Н., *Физика твердого тела для инженеров*. М.: Техносфера, 2012. 560 с.
 29. Возианова, А.В., Ходзицкий, М.К., *Нанофотоника. Часть 1*. С.-Птб.: НИУ ИТМО, 2014. 94 с.
 30. Светлакова, А.В., Sanchez Mendez, M., Тучина, Е.С., Ходан, А.Н., и др., Исследование фотокаталитической антимикробной активности нанокompозитов на основе $TiO_2-Al_2O_3$ при воздействии светодиодного излучения (405 nm) на стафилококки, *Опт. спектр.*, 2021, т. 129, № 6, с. 736. <https://doi.org/10.21883/OS.2021.06.50984.9k-21>
 31. Curran, J., Chipasa, K. and Leigh, A., *Photocatalyst*. Patent US20150068906A1, B01J21/063, Publ. 2016-11-15.
 32. Fattah-alhosseini, A., Molaei, M., Nouri, M. and Babaei, K., Antibacterial activity of bioceramic coatings on Mg and its alloys created by plasma electrolytic oxidation (PEO): A review, *J. Magnes. Alloys*, 2022, vol. 10, p. 81. <https://doi.org/10.1016/j.jma.2021.05.020>.
 33. Захаренко, В.С., Дайбова, Е.Б., Фотохимическая активность осажденного аэрозоля, полученного из кристалла минерала периклаза (MgO) в условиях окружающего воздуха, *Опт. атмосф. океана*, 2011, т. 24, № 6, с. 516.
 34. Кожевина, А.В., Вохминцев, А.С., Камалов, Р.В., Вайнштейн, И.А., Оценка ширины запрещенной зоны нанотубулярных структур анодированного ZrO_2 , *Тезисы докл. IV Межд. молодежной научн. конф. «Физика. Технологии. Инновации»*, 2017, с. 172. <http://hdl.handle.net/10995/99541>.
 35. Hou, W. and Cronin, S.B., A review of surface plasmon resonance-enhanced photocatalysis, *Adv. Funct. Mater.*, 2013, vol. 23, no. 13, p. 1612. <https://doi.org/10.1002/adfm.201202148>
 36. Clyne, T.W. and Troughton, S.C., A review of recent work on discharge characteristics during plasma electrolytic oxidation of various metals, *Int. Mater. Rev.*, 2019, vol. 64, no. 3, p. 127. <https://doi.org/10.1080/09506608.2018.1466492>
 37. Ястребов, Л.И., Кацнельсон, А.А., *Основы одноэлектронной теории твердого тела*. М.: Наука, 1981. 320 с.
 38. Сотников, Д.В., Жердев, А.В., Дзантиев, Б.Б., Детекция межмолекулярных взаимодействий, основанная на регистрации поверхностного плазмонного резонанса, *Успехи биологич. хим.*, 2015, т. 55, с. 391.

Summary

A possibility of using alloys based on magnesium modified by plasma-electrolyte treatment for photocatalysis purposes is considered. A brief description of the nature of photoactivatable centers occurrence in oxides is given, examples of similar studies in the area are provided. Results of own experiments on the determination of the photocatalytic ability of an ultralight alloy with composition Mg-8Li-1Al-0.6Ce-0.3Y after plasma-electrolyte treatment are presented. A conceptual model of induced photocatalysis in dielectric oxides is proposed.

Keywords: plasma-electrolyte treatment, coatings, photocatalysis