

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИМОГ ДО МАТЕРІАЛІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДІВ СТРУКТУРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПОВЕРХНІ

*Волков О.О.¹, к.т.н., доцент,
Субботіна В.В.¹, д.т.н., професор,
Субботін О.В.¹,
Васильченко О.В.², к.т.н., доцент*

¹*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків, Україна*

²*Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна*

Сучасні експлуатаційні вимоги до матеріалів та виробів з них потребують створення та застосування альтернативних технологічних процесів, які спрямовані на формування особливих властивостей в їх поверхнях. Властивості виробів з різних матеріалів і стан їх поверхонь тісно пов'язані між собою, особливо, коли експлуатація відбувається за участі тертя. Слід наголосити, що досягнення високих рівнів функціональних властивостей матеріалів може забезпечувати підвищення експлуатаційних характеристик деталей машин, інструмента та елементів конструкцій [1]. Процеси модифікування поверхневого шару, зазвичай відбуваються в нерівноважних умовах і є складовою структурної інженерії поверхні, що в більшості випадків забезпечує зменшення розміру зерен-кристалітів до нано-рівня [2]. Значний науково-практичний інтерес набуває напрямок зварювання тертям з перемішуванням, який є більш складним, проте найбільш цікавим в аспекті формування властивостей в поверхні об'єктів зварювання. Такий метод не передбачає застосування різних додаткових середовищ, які в процесі горіння дуги чи газового струменю можуть виділяти в атмосферу продукти згоряння, що притаманне багатьом стандартним методам зварювання та наплавлення. Тож він є достатньо екологічним і перспективним, оскільки дозволяє керувати, в певному діапазоні, властивостями матеріалів у з'єднаннях, які отримують.

Ще один метод модифікування поверхонь - термофрикційне зміцнення (ТФЗ), який спрямований на створення поверхневих шарів з особливими властивостями. ТФЗ не передбачає додаткового легування матеріалу, який зміцнюють, що характеризує цей метод, як екологічний, ефективний та перспективний, в тому числі і з економічної точки зору. Доцільно зазначити, що фрикційно-деформаційна складова даного методу може бути застосована як для первинного, так і для додаткового зміцнення матеріалів, залежно від вимог до виробів. Це передбачає застосування різних режимів оброблення для кожного з цих випадків. Отримані експериментальні результати показали, що метод ТФЗ відрізняє від інших здатність суттєво підвищувати твердість матеріалів, які вже були зміцнені термічним шляхом до максимально можливого, в термічному сенсі, рівня. Це підтверджено результатами, згідно з якими ТФЗ зразків із сталі 65Г збільшило мікротвердості їх поверхневих шарів до рівня 22 ГПа. Окрім того, отриманий дуже значний рівень поверхневого зміцнення, в такий спосіб, широкої лінійки сталей різних класів [1]. При цьому видна стабільність високого рівня додаткового зміцнення.

Достатньо перспективним сьогодні є метод мікродугового оксидування (МДО) [3], який демонструє високі екологічні показники та може бути доволі

економічним, залежно від умов електролізу. Використання цього методу забезпечує найбільшу ефективність отримання високотвердих захисних покриттів на вентильних металах і сплавах (Al, Ti, Mg, Ta, Nb, Zr). МДО - електрохімічний метод, що бере свій початок від традиційного анодування, проте дозволяє формувати принципово відмінні за властивостями керамікоподібні покриття з широким комплексом властивостей, таких як твердість, зносостійкість, корозійна стійкість, електроізоляційність і декоративність та інші. МДО - складний процес, при якому властивості покриттів залежать від багатьох факторів, таких як склад електроліту, умови поляризації напруга, густина струму, тривалісті обробки та інших. На рис. 1 показано переріз мікроструктури МДО-покриття на алюмінієвому сплаві АД1 з характерною особливістю МДО-покриттів - їх шаровою будовою та процес мікродугового оксидування. Формування покриттів здійснювалось на установці, в якій забезпечувався процес мікродугових розрядів.

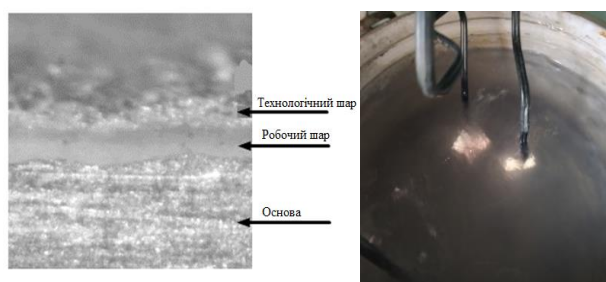


Рис. 1. Переріз мікроструктури МДО-покриття на алюмінієвому сплаві АД1 та процес мікродугового оксидування

Тож дослідження покриттів на низьколегованих сплавах показало, що метод МДО в лужно-силікатному електроліті дозволяє отримати товщину покриття до 300 мкм, швидкість нарощування покриття ~ 2 мкм/хв, твердість покриття від 10000 – 20000 МПа, покриття мають високу адгезію з основою, шарову кристалічну будову. Покриття складаються з фаз: γ - Al_2O_3 , α - Al_2O_3 , муліту ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), співвідношення між фазами залежить від умов електролізу. Встановлено, що фазоутворення починається з фази γ - Al_2O_3 , яка в процесі подальшого нарощування покриття перетворюється на фазу α - Al_2O_3 або вступає во взаємодію з оксидом кремнію та утворює фазу - муліт .

ЛІТЕРАТУРА

1. Волков О. О. Підвищення експлуатаційної стійкості деталей та інструменту методом термофрикційного зміцнення: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.01 – Матеріалознавство ; наук. кер. М. А. Погрібний ; Харків. нац. техн. ун-т с.-г. ім. П. Василенка. – Харків, 2020. 20 с
2. Effect of tantalum on the texture of copper vacuum condensates [Text]/Glushchenko, M.A., Belozyorov, V.V., Sobol, O.V., Subbotina, V.V., Zelenskaya, G.I., Zubkov, A.I. // Journal of Nano- and Electronic Physics. – 2017. – Vol. 9. – Iss. 2. – P. 02015,
3. Subbotina V., Al-Qawabeha U.F., Belozorov V., Sobol' O.V., Subbotin A., Tabaz, T.A., Al-Qawabah S.M. Determination of influence of electrolyte composition and impurities on the content of α - Al_2O_3 phase in mdo-coatings on aluminum. *Eastern-european journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 6. № (12–102). P. 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.185674>

Заявка на участь у конференції

Дані про учасників:

Волков Олег Олексійович
Кандидат технічних наук, доцент
Доцент кафедри «Матеріалознавство»
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002
E-mail: volkovoleg1978@gmail.com
Контактний тел.: +38 093 950 85 39
Форма участі: заочна

Субботіна Валерія Валеріївна
д. т. н., професор,
кафедра «Матеріалознавство»,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: subbotina.valeri@gmail.com
Контактний тел.: + 38 067 933 20 68
Форма участі: заочна

Субботін Олександр Володимирович
Старший викладач,
кафедра «Матеріалознавство»,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002
E-mail: subbotin.alex95@gmail.com
Контактний тел.: +38 067 530 04 35
Форма участі: заочна

Васильченко Олексій Володимирович
Кандидат технічних наук, доцент.
Доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності факультету цивільного захисту.
Національний університет цивільного захисту України,
Поштова адреса: : 61023, м. Харків-23, вул. Чернишевська, 94
Телефон: +380675700944
E-mail: npd@nuczu.edu.ua, avas2006@ukr.net
Форма участі: очна