

УДК 621.9.048

Гапонова О. П., докт. техн.наук, професор  
Сумський державний університет

Тарельник Н. В., канд. еконм. наук., доцент  
Сумський національний аграрний університет

Охріменко В.О., аспірант  
Сумський державний університет, v.okhrimenko@pmtkm.sumdu.edu.ua

## ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ І ЧАСУ ЛЕГУВАННЯ НА ЯКІСТЬ АЛІТОВАНИХ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ

В даний час у конструктори і технологи для захисту поверхонь деталей від різних видів зношування та негативного впливу навколишнього середовища піддають вироби різним видам зміцнення. Це різні способи: напилення, наплавлення, електрохімічне хромування в електроліті, хіміко-термічна обробка [1-4] та ін. Особливе місце серед зміцнюючих технологій займають технології, що використовують для обробки матеріалу концентровані потоки енергії (КПЕ). До них слід віднести одну з найбільш перспективних сучасних технологій, застосування якої дозволяє управляти параметрами якості поверхонь деталей - електроіскрове легування (ЕІЛ). Завдяки технології ЕІЛ у поверхневих шарах деталей формуються структури, що володіють унікальними фізико-механічними та трибологічними властивостями [5]. Аналіз літератури та патентних джерел, а також низка досліджень, проведених авторами робіт [6-7], показали, що метод ЕІЛ є перспективним. В літературі представлені дослідження впливу параметрів роботи обладнання установок ЕІЛ в широкому діапазоні енергій розряду ( $W_p$ ), а продуктивність приймалась згідно рекомендацій таблиці 1.

Таблиця 1 – Залежність продуктивності ЕІЛ від енергії розряду

Енергія розряду ( $W_p$ ), Дж	0,52	1,3	2,6	4,6	6,8
Продуктивність, $см^2/хв$	1,0-1,3	1,3-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0

В роботі при дослідженні впливу продуктивності процесу ЕІЛ сталевих зразків зі сталі 20 і сталі 40 при формуванні поверхневого шару після обробки алюмінієвим електродом-інструментом (алітування) використовували два варіанти зменшення продуктивності по відношенні до вказаних в табл. 1. В табл. 2 представлені дані цих варіантів:

- перший, коли продуктивність була зменшена ~ в два рази;
- другий, коли продуктивність була зменшена ~ в чотири рази.

Таблиця 2 – Залежність продуктивності ЕІЛ від енергії розряду

Енергія розряду ( $W_p$ ), Дж		0,52	1,3	2,6	4,6	6,8
Продуктивність, $см^2/хв$	1-й варіант	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-1,0	1,0-1,2	1,2-1,5
	2-й варіант	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7

Кожний з варіантів виконували в два етапи:

*1-й етап* - обробку проводять алюмінієвим електродом при енергії розряду  $W_p = 0,52 - 6,8$  Дж і продуктивності згідно табл. 2.

*2-й етап* – на поверхню, що зазнала алітування на 1-му етапі перед подальшим електроіскровим легуванням (ЕІЛ) алюмінієвим електродом наносили консистентну речовину, яка містить алюмінієву пудру, або графітовий порошок і алюмінієву пудру, після чого, не чикаючи висихання консистентної речовини, проводили процес алітування, при цій технології шорсткість поверхні зменшується в 4 рази.

Після ЕІЛ структури покриттів складаються із трьох зон: на поверхні формується "білий" шар, далі дифузійна зона і основний метал (рис. 1).



Рис. 1 – Ділянки структури поверхневого шару сталі 20 після ЕІЛ алюмінієвим електродом – інструментом при  $W_p = 4,6$  Дж

Виявлені резерви для підвищення параметрів якості поверхневих шарів сталевих деталей при алітуванні за рахунок більш досконалого дослідження продуктивності процесу ЕІЛ алюмінієвим електродом-інструментом, який є одним з важливих режимів технології алітування.

В першому варіанті при зростанні енергії розряду з 0,52 до 6,8 Дж на першому етапі алітування сталі 20 і сталі 40: товщина «білого» шару збільшується, відповідно до 75 і до 110 мкм; дифузійної зони до 120 і до 140 мкм; мікротвердість «білого шару» зростає з до 7400 і до 7450 МПа; шорсткість поверхні зростає, відповідно до 9,0 і до 8,1 мкм, а суцільність зростає до 100 %.

В другому варіанті при зростанні енергії розряду з 0,52 до 6,8 Дж на першому етапі обробки сталі 20 і сталі 40: товщина «білого» шару збільшується для сталі 20 до 60 мкм при  $W_p=4,6$  Дж, а потім не змінюється і для сталі 40 до 100 мкм; дифузійної зони, відповідно до 130; мікротвердість «білого шару» зростає до 7300 і до 7300 МПа; шорсткість поверхні  $R_a$  зростає до 9,0 і до 8,1 мкм, відповідно, а суцільність, як для сталі 20, так і для сталі 40 при  $W_p=0,52$  Дж складає 95% і далі підвищується до 100 %.

Таким чином, зменшення продуктивності процесу ЕІЛ сприяє погіршенню параметрів якості покриттів.

#### Список посилань

1. M.S. Storozhenko, A.P. Umanskii, A.E. Terentiev, I.M. Zakiev, Effect of Molybdenum Additions on the Structurization of Fe–Mo Alloys and Contact Interaction in the TiB<sub>2</sub>–(Fe–Mo) Systems. *Powder metallurgy and Metal Ceramics*, 56, №1-2: 60-69 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11106-017-9847-y>
2. B.O. Trembach, M.G. Sukov, V.A. Vynar, I.O. Trembach, V.V. Subbotina, O.Yu. Rebrov, O.M. Rebrova, and V.I. Zakiev, Effect of Incomplete Replacement of Cr for Cu in the Deposited Alloy of Fe–Cr–B–Ti Alloying System with a Medium Boron Content (0.5% wt.) on its Corrosion Resistance. *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*, 44, No. 4: 493 (2022). <https://doi.org/10.15407/mfint.44.04.0493>
3. O. Bazaluk, O. Dubei, L. Ropyak, M. Shovkopliias, T. Pryhorovska, and V. Lozynskiy, Strategy of Compatible Use of Jet and Plunger Pump with Chrome Parts in Oil Well. *Energies*, 15, No. 1: 83, (2022);
4. F.A. P. Fernandes, S.C. Heck, R.G. Pereira, A. Lombardi-Neto, Wear of plasma nitrided and nitrocarburized AISI 316L austenitic stainless steel. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 40(2): 175 (2010).
5. B. Tarel'nyk, O. P. Gaponova, Ye. V. Konoplyanchenko, N. S. Yevtushenko, and V. O. Herasyenko (2018) The Analysis of a Structural State of Surface Layer after Electroerosive Alloying. II. Features of Formation of Electroerosive Coatings on Special Steels and Alloys by Hard Wear-Resistant and Soft Antifriction Materials, *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.*, 40, No. 6: 795—815.
6. Gaponova, O. et al. (2019). Estimating Qualitative Parameters of Aluminized Coating Obtained by Electric Spark Alloying Method. In: Pogrebnjak, A., Novosad, V. (eds) *Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Singapore.
7. Quality Analysis of Aluminized Surface Layers Produced by Electrospark Deposition / G. V. Kirik, O. P. Gaponova, V. B. Tarel'nyk et al. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. 2018. Vol. 56, Issue 11–12. P. 688–696.