

## SECTION 9. TRANSPORT

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-414-6-13>

### DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF THE COMBINED TECHNOLOGY OF RESTORATION OF PARTS OF SHIP'S TECHNICAL EQUIPMENT ON THE ADHESIVE STRENGTH OF COATINGS

### ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СУДНОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ПОКРИТТІВ

**Ahieiev M. S.**

*Doctor of Technical Sciences, Associate  
Professor,  
Professor at the Department of  
«Operations of ships power plants»  
Kherson State Maritime Academy  
Kherson, Ukraine*

**Агеєв М. С.**

*доктор технічних наук, доцент,  
професор кафедри «Експлуатації  
суднових енергетичних установок»  
Херсонська державна морська  
академія  
м. Херсон, Україна*

**Ustintcev S. M.**

*Postgraduate Student at the Department  
«Operation of ships power plants»  
Kherson State Maritime Academy  
Kherson, Ukraine*

**Устінцев С. М.**

*аспірант кафедри «Експлуатації  
суднових енергетичних установок»  
Херсонська державна морська  
академія  
м. Херсон, Україна*

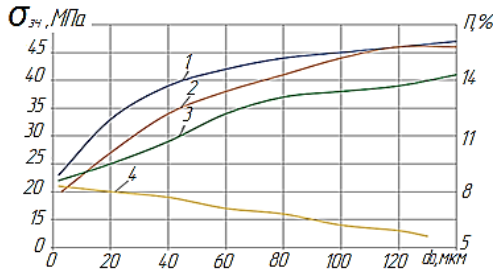
Визначено, що одним з важливих технологічних параметрів при відновленні поверхонь деталей суднових технічних засобів покриттями отриманими електродуговим напиленням є дистанція напилення. Оптимальний діапазон дистанції напилення 80 – 150 мм (табл. 1) [1, с. 245].

Таблиця 1

#### Адгезійна міцність в залежності від дистанції напилення

Властивості	Відстань від сопла до поверхні деталі, мм						
	30	50	75	100	120	200	300
Міцність зчеплення, МПа	80	100	90	110	120	70	60
Зміст оксидів в покритті, %	10	12	13	15	16	25	30

Практичний досвід нанесення покриттів електродуговим напленням свідчить про те, що їх адгезійна міцність залежить від мікроструктури та розміру частинок, що розпилюються. Дослідження показали вплив розміру частинок, що розпилюються, на адгезію покриттів (рис.1) [2, с. 203].



**Рис. 1. Залежність пористості і міцності зчеплення покриттів від середнього розміру частинок, що розпилюються дротів зі сталі 40X13 (1), 12X18H10T, X18H10T (2,3) і X20H80 (4)**

Для покриттів отриманих електродуговим покриттям міцність зчеплення прямо пропорційна їх пористості (табл. 2). У покриттів із сталевих дротів 40X13 і X18H10T спостерігається зниження адгезії зі збільшенням пористості, а ніхром X20H80 не підкоряються цьому правилу (рис. 1). Пористість покриттів в діапазоні 5 – 14 % впливає позитивно на міцність зчеплення, а її збільшення понад 14 % призводить до зниження адгезії (табл. 2) [3, с.273].

Таблиця 2

**Вплив пористості на міцність зчеплення напвлених покриттів**

Матеріал покриття	Міцність зчеплення при різній пористості (%)					
	≤ 4	5–9	7–10	10–14	12–16	13–17
40X13	38	49	61	53	40	36
X18H10T	37	43	55	47	43	35
X20H80	41	55	67	63	50	39

На базі використаних методів механіки і фізики міцності матеріалів проведені дослідження властивостей і експлуатаційних характеристик поверхонь після їх електроіскрового легування. Основне завдання досліджень полягала в кількісному аналізі структурних і морфологічних особливостей поверхонь після електроіскрової обробки. При

дослідженні використовувалися наступні матеріали: сталь 45 – основа; Х20Н80 – матеріал легуючого електроходу.

Параметри процесу електроіскрового легування: струми: 0,3А; 0,8А; 1,8А; фаза розряду: 180 °, 250 °, 320 °. Із залученням широкого кола фізичних методів дослідження: оптичної металографії, рентгеноструктурного аналізу, профілометрування, растрової електронної мікроскопії виконано аналіз структури, геометричних особливостей поверхонь після електроіскрового легування в залежності від режиму обробки.

Методика кількісної стереофрактографії розроблена для оцінки шорсткості поверхні і відрізняється не тільки високою прецизійністю, а й тим, що вона дозволяє оцінити морфологічні особливості покриття одночасно в тривимірному просторі. Інформацію, отриману за допомогою методики кількісної стереофрактографії можна використовувати для кількісної оцінки геометричних параметрів рельєфу поверхні металу з покриттям, нанесеним методом електроіскрового легування [4, с. 596].

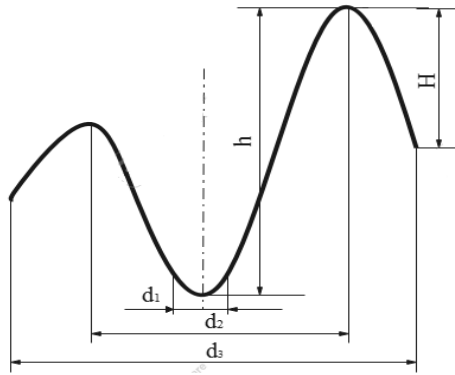
У табл. 3 наведені результати оцінки величини шорсткості відновлених поверхонь після електроіскрової обробки. Проведений кількісний аналіз стереопар, отриманих на растровому електронному мікроскопі з поверхні сталей, що містять осередки електроіскрової обробки (рис. 3), показав не тільки принципову можливість оцінки топографії зміщеної поверхні в тривимірному вимірюванні, а й визначення з високою точністю геометричних параметрів покриття.

Структуру шару після електроіскрового легування добре можна проаналізувати на поперечних шліфах. При цьому встановлено, що товщина отриманого покриття в багатьох випадках не перевищує 15–40 мкм. При ефективному струмі процесу 0,3А утворюється покриття на відновлених поверхнях. При травленні шліфа в 4% розчині  $\text{HNO}_3$  в спирті покриття має вигляд суцільного покриття. Товщина покриттів досягала 15–40 мкм в залежності від режиму легування. Дослідження структури і макроскопічних характеристик сталей при електроіскровому легуванні необхідно при вирішенні питання оптимізації режиму електроіскрового легування.

Таблиця 3

### Результати оцінки шорсткості поверхні після електроіскрового легування

Марка сталі	Середній діаметр очагу електроіскрового легування, мкм	Мах/Мін значення розміру $R_a$ , мкм
45	Ø75	11/4
Х20Н80	Ø 90	16/7
40Х13	Ø 120	19/10
Х18Н10Т	Ø 150	24/11



**Рис. 3. Схематичне зображення осередку електроіскрового легування:  $d_1$  – діаметр осередка;  $h$ ,  $H$  – висота напливів металу поблизу осередка електроіскрового легування**

При дослідженні поверхонь після електроіскрового легування встановлена немонотонна залежність її мікротвердості від величини струму режиму легування, наявність максимуму на цій залежності поблизу значень струму 0,6–0,8 А і показана прийнятна кореляція мікротвердості з параметрами шорсткості поверхні (стерео дослідження).

### Література:

1. Агєєв М. С., Головашук М. В. Підвищення експлуатаційних властивостей деталей засобів транспорту шляхом керування факторами процесу електродугового напилення багатофункціональних покриттів *Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету»*. *Технічні науки*. 2019 № 3(273). С. 240–248. doi: 10.31891/2307–5732
2. Ahieiev, M., Gritsuk, I., Litikova, A., Bilousov, I., Vrublevskiy, R., Boboshko, O., Smyrnov, O., Saraieva, I., Khudiakov, I., Pohorletskiy, D., 2021. Application of combined electric arc coatings for parts and units of vehicles recovery in Repair Technologies. SAE Technical Paper Series. doi:10.4271/2021-01-5100
3. Агєєв М. С., Рудковський А. В., Грищенко О. П. Відновлення деталей засобів транспорту комбінованим методом нанесення багатофункціональних покриттів. *Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету»*. *Технічні науки*. 2020. № 3(285). С. 268–277. DOI 10.31891/2307–5732
4. Mateichyk V., Ahieiev M., Mościszewska J., Ustincev S., Volodarets M., Kovbasenko S. The use of additive technologies for the restoration and strengthening of parts of transport means. TRANSCOM

2023: 15th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport. Transportation Research Procedia. 2023. 74. P. 592–599.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-414-6-14>

## A LONG-TERM BREAK IN OPERATION AS A SEPARATE STAGE OF THE LIFE CYCLE OF AIRFIELDS

### ДОВГО ТРИВАЛА ПЕРЕРВА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЯК ОКРЕМИЙ ЕТАП ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АЕРОДРОМІВ

**Agieieva G. M.**

*Candidate of Technical Sciences,  
Senior Research Associate,  
Associate Professor at the Department  
of Aviation Transport Infrastructure  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine*

**Агєєва Г. М.**

*кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник,  
доцент кафедри інфраструктури  
авіаційного транспорту  
Національний авіаційний  
університет,  
м. Київ, Україна*

**Kriveljov L. I.**

*Candidate of Technical Sciences, Senior  
Research Associate,  
Chief Specialist of the Project  
Department  
State Enterprise «State Research  
Institute of Building Constructions»,  
Kyiv, Ukraine*

**Кривєльов Л. І.**

*кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник,  
головний спеціаліст проектного  
відділення  
Державне підприємство «Державний  
науково-дослідний інститут  
будівельних конструкцій»  
м. Київ, Україна*

Today's reality has shown that the life cycle of buildings and structures can encounter specific stages that have specific characteristics and cannot be attributed to generally accepted ones [1–4].

The relevant design standards in the field of construction do not stipulate a long-term operation break, which, consequently, the standards of scientific and technical support do not regulate as a separate stage of the life cycle [2].

In particular, the practice of resuming the construction of large-scale infrastructure facilities after a long break indicates that the program of their scientific and technical support includes a set of studies that current standards do not prescribe [2]. A number of studies may be related to solving the issues of suspending construction without having to mothball a facility.

Military uricide on the territory of Ukraine has caused: