

БРАЦЛАВЕЦЬ Б. С.

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-3315-4837>e-mail: [bratslavets368@gmail.com](mailto:bratslavets368@gmail.com)

## ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ГАЛЬВАНІЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ ЦИНКУ

У статті представлені технологічний процес відновлення деталей гальванічним цинкуванням із застосуванням активатора і результати експериментів у вигляді графіків залежності швидкості нанесення покриття від щільності току та швидкості руху активатора.

Ключові слова: технологія, активатор, експеримент, гальванічне цинкування, відновлення, залежність, щільність току, корозія, катодна щільність току.

Bogdan BRATSLAVETS

Vinnytsia National Agrarian University

### RESTORATION OF PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES WITH ZINC-BASED GALVANIC COATINGS

Galvanizing is most often used to protect against corrosion. In repair production zinc coverings are used for protection against corrosion of fastening details and restoration of landing surfaces of lightly loaded details. Electroplating is the process of applying metal to the surface of parts by crystallizing it from an aqueous solution of the corresponding salts (electrolyte) when a direct current passes through them. An electrical circuit is closed by an electrolyte between two conductors called electrodes. The electrode to which the conductor of the external circuit with a plus is attached is called the anode, and with a minus - the cathode. The repaired part, on which the metal is built up, serves as the cathode, and the anode - plates, copper, lead, zinc, cadmium and other metals. In electrolysis, soluble and insoluble anodes are used. In practice, soluble lead is most often used, and insoluble lead is used only for chromium plating. The preparation of the surface of the part before coating (machining, degreasing, digestion) is important for the quality of the coating. The paper identifies the advantages and disadvantages of the method of updating parts of agricultural machinery with galvanic coatings based on zinc. This makes it possible to analyze the results of experiments and evaluate the effectiveness of using this method of restoring parts.

The article presents the technological process of restoration of parts by galvanic galvanizing using an activator and the results of experiments using graphs of the dependence of the rate of coating on the current density and the speed of the activator. Determine whether the use of an experimental activator will increase the speed and quality of coating on parts.

Keywords: technology, activator, experiment, galvanic galvanizing, reduction, dependence, current density, corrosion, cathode current density.

#### Постановка проблеми у загальному вигляді

##### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Гальванічне покриття – це процес нанесення металу на поверхню деталей шляхом кристалізації його з водного розчину відповідних солей (електроліту) при проходженні через них постійного струму. Електричний ланцюг за допомогою електроліту замикається між двома провідниками, званими електродами. Електрод, до якого приєднаний провідник зовнішнього ланцюга з плюсом, називається анодом, і з мінусом – катодом. Ремонтована деталь, на яку здійснюється нарощування металу, служить катодом, а анодом – пластини, міді, свинцю, цинку, кадмію та інших металів. При електролізі застосовують розчинні та нерозчинні аноди. У практиці найчастіше застосовують розчинні, а нерозчинні свинцеві застосовують лише за хромування. На якість покриття важливе значення має підготовка поверхні деталі перед покриттям (механічна обробка, знежирення, травлення).

#### Формулювання цілей статті

Обґрунтування технологічного процесу відновлення деталей гальванічним цинкуванням із застосуванням активатора і як результат експериментів представлення у вигляді графіків залежності швидкості нанесення покриття від щільності току та швидкості руху активатора.

#### Виклад основного матеріалу

Цинк – метал срібно-білого кольору. Щільність цинку  $7,1 \text{ г/см}^3$ , температура плавлення  $420^\circ\text{C}$ . Цинкові покриття зазвичай бувають м'якими (500...600 МПа) та пластичними. Вони добре витримують згини, розвальцювання, але погано – запресування. Тому цинкування найчастіше застосовують для захисту від корозії. У ремонтному виробництві цинкові покриття застосовують для захисту від корозії кріпильних деталей і відновлення посадочних поверхонь малонавантажених деталей.

Відновлення деталей гальванічними покриттями мають наступні переваги перед іншими способами відновлення:

- відсутність термічного впливу на деталі, що викликає в них негативні зміни структури і механічних властивостей;
- отримання з великою точністю заданої товщини покриття, що дозволяє знизити до мінімуму припуск на послідовну механічну обробку і її трудомісткість чи й зовсім виключити її;

- осадження покриттів з заданими непостійними по товщині фізико-механічними властивостями;
- одночасне відновлення великої кількості деталей (в ванну завантажують десятки деталей), що знижує трудомісткість і собівартість одиниці виробу;
- можливість автоматизацію процесу.

Основним недоліком цинкування є мала швидкість нанесення покриття, приблизно  $6 \div 15$  мкм/год.

Проведемо попередні дослідження по усуненню даного недоліку.

Вирішальний вплив на швидкість нанесення покриттів впливає катодна щільність струму:

$$V = \frac{C \cdot D_k \cdot \eta_k}{1000 \cdot \gamma}, \quad (1)$$

де  $V$  – швидкість осадження покриттів, мм/год;  $C$  – електрохімічний еквівалент, г/А год;  $D_k$  – катодна щільність струму;  $\eta_k$  – катодний вихід металу по струму, %;  $\gamma$  – щільність осадженого металу, г/см<sup>3</sup>.

Оскільки  $C$  і  $\gamma$  – величини постійні, і  $\eta$ , при використанні кислого електроліту для цинкування, близький до 100%, то основний шлях підвищення швидкості осадження покриттів – збільшення катодної щільності струму.

Відомо, що суттєве збільшення катодної щільності струму можливе при перемішуванні електроліту. Однак, при збільшенні катодної щільності струму погіршується якість покриття, що наноситься:

- відбувається утворення дендритів;
- пориста поверхня нанесеного покриття (піттинг).

Для усунення цих недоліків можна використати установку з активуючим пристроєм.

Активуючий пристрій (активатор) перемішує електроліт і активує відновлювану поверхню, тим самим запобігає об'єднанню прикатодного шару електроліту і зменшує хімічну поляризацію катода, яка являється основною причиною обмеження катодної щільності струму при цинкуванні із сірчаноокислих електролітів. Виникає реальна можливість збільшення катодної щільності струму, а відповідно, і швидкості нанесення покриття.

Щітки активатора, активуючи поверхню, запобігають утворенню дендритів і явища пітингу на поверхні покриття, що наноситься на відновлювану деталь.

На малюнку 1 представлені результати експериментів у вигляді залежності швидкості нанесення покриття від швидкості руху активатора відносно відновлюваної поверхні. Нанесення покриття проходило при технологічному процесі з постійними параметрами, крім швидкості руху активатора.

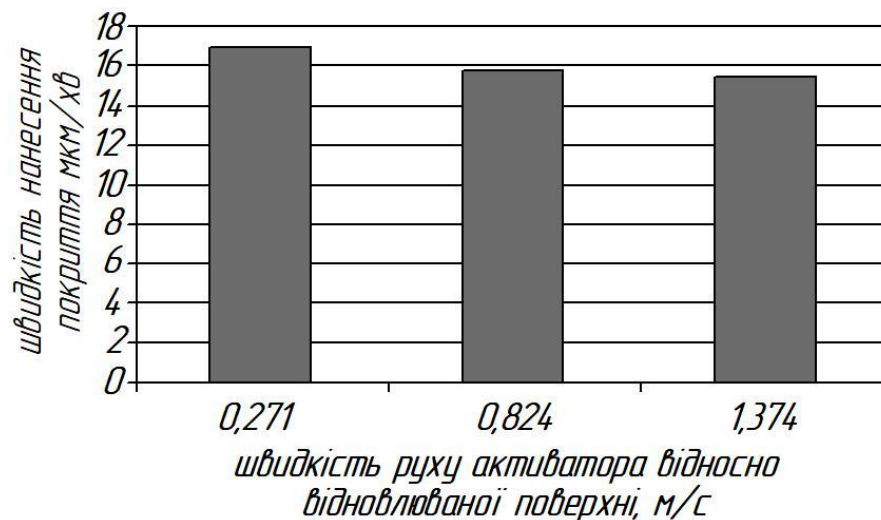


Рис. 1. Залежність швидкості нанесення покриття від швидкості руху активатора

Технологічний процес:

- механічна обробка;
- знежирення;
- трійня при щільності струму на аноді 50 А/дм<sup>2</sup>, тривалість 60 с;
- нанесення покриття, при щільності струму на катоді 100 А/дм<sup>2</sup>, тривалість 12 хв;
- температура електроліту 15–40 °С (в результаті досліджень було виявлено, що при зміні температури електроліту від 15 °С до 40 °С, швидкість нанесення покриття практично не змінюється);
- щільність електроліту 1,27 г/см<sup>3</sup>;
- рН=4.

Склад електроліту: 500 г/л – сірчаноокислотного цинку, 20–30 г/л – сірчаноокислотного алюмінію.

### Результати і обговорення

В результаті досліджень були отримані зразки з якісним покриттям, як видно із графіка, велика швидкість нанесення цинкового покриття при швидкості руху активатора 0,271 м/с, тому наступні дослідження проводились з цією швидкістю.

Прийнявши швидкість руху активатора 0,271 м/с, були проведені дослідження про вплив зусилля прижимання щіток активатора до поверхні на швидкість нанесення покриття. В результаті було виявлено, що при меншому зусиллі прижимання щіток швидкість нанесення покриття збільшується, але погіршується якість покриття, що наноситься. Тому, для подальших досліджень було вибрано найбільш раціональне значення зусилля – 20 Н/см.

При використанні в якості щіток активатора вологостійкої плівки, на якість і швидкість нанесення покриття впливає розмір зерен абразиву. При меншій зернистості плівки якість і швидкість нанесення покриття вища.

В подальшому було досліджено вплив катодної щільності струму на швидкість нанесення покриття і їх якість. Експерименти проводились з чотирма активаторами, при зусиллі прижимання активатора 20 Н/см і його швидкості 0,271 м/с. Технологічний процес такий же, що і в попередніх експериментах. Результати представлені у вигляді залежності швидкості нанесення покриття від щільності струму на рисунку 2.

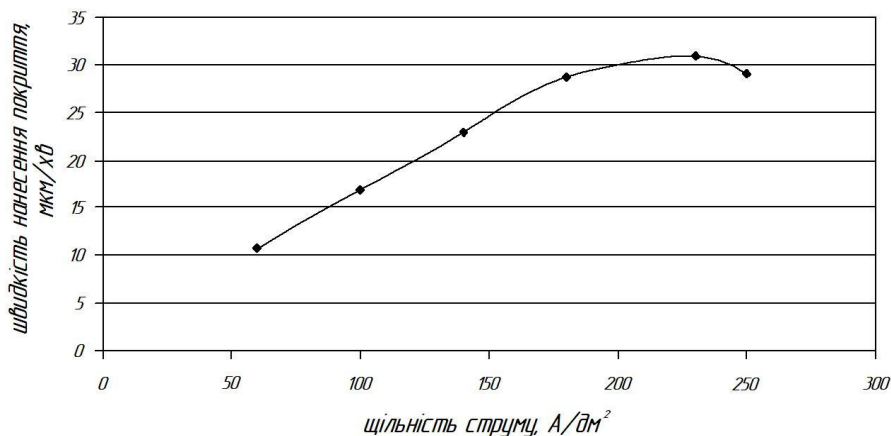


Рис. 2. Залежність швидкості нанесення покриття від катодної щільності струму

Із графіка видно, що із збільшенням щільності струму з 60 А/дм<sup>2</sup> до 230 А/дм<sup>2</sup> збільшується і швидкість нанесення покриття з 10,917 мкм/хв, при цьому якість нанесеного покриття залишається на хорошому рівні. При збільшенні щільності струму вище ніж 230 А/дм<sup>2</sup>, зменшується швидкість нанесення і погіршується якість покриття.

#### Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

1. Таким чином, застосування активатора при цинкуванні дозволяє в десятки разів збільшити швидкість нанесення покриттів і розширює діапазон застосування цинкових покриттів при відновленні деталей.

2. В результаті експериментів була виявлена залежність між зусиллям притискання, швидкістю руху активатора і швидкістю нанесення цинкового покриття, а також його якості. В подальших експериментах планується визначення найбільш раціональних умов нанесення цинкових покриттів з урахуванням вище перерахованого.

#### Література

1. Василенко М.О. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських агрегатів / М.О. Василенко // Теорія і практика розвитку АПК : матеріали Міжнародного науково-практичного форуму. – Львів, 2006. – С. 324–328.

2. Лапенко Т.Г. Відновлення деталей сільськогосподарських машин [Електронний ресурс] / Т.Г. Лапенко // ПДАУ. – 2011. – Режим доступу : <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/140.pdf>.

3. Закалов О.В. Основи тертя і зношування в машинах [Електронний ресурс] / О.В. Закалов, І.О. Закалов / ТНТУ ім. І. Пулюя – 2011. – Режим доступу : <https://core.ac.uk/download/pdf/60787657.pdf>.

#### References

1. 1. Vasylenko M.O. Pidvyshchennia dovhovichnosti robochykh orhaniv ґruntoobrobnykh silskohospodarskykh ahrehativ / M.O. Vasylenko // Teoriia i praktyka rozvytku APK : materialy Mizhnarodnoho naukovo-praktychnoho forumu. – Lviv, 2006. – S. 324–328.

2. 2. Lapenko T.H. Vidnovlennia detalei silskohospodarskykh mashyn [Elektronnyi resurs] / T.H. Lapenko // PDAU. – 2011. – Rezhym dostupu : <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/140.pdf>.

3. 3. Zakalov O.V. Osnovy tertia i znoshuvannia v mashynakh [Elektronnyi resurs] / O.V. Zakalov, I.O. Zakalov / TNTU im. I. Puliua – 2011. – Rezhym dostupu : <https://core.ac.uk/download/pdf/60787657.pdf>.