

tom 65
10•2022
październik

ISSN 0473-7733
e-ISSN 2449-9501

cena 44 zł (w tym 8% VAT)

MIESIĘCZNIK

ochrona przed korozją



WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT



GALVANO
PARTNERS

Z
PASYWACJĄ
CZARNĄ
IZB-256Y



CYNK - NIKIEL

Japońskiej firmy Dipsol, IZ-252Y

Zalety:

- o wyjątkowa głębia czarnego koloru
- o bardziej **równomierny i łatwiejszy** w utrzymaniu rozkład grubości i zawartości niklu w powłoce
- o możliwość sterowania kąpielą w celu uzyskania jeszcze wyższego połysku
- o wgłębność pozwalająca na obróbkę **detali o skomplikowanych kształtach**
- o plastyczność umożliwiającą **bezproblemowe gięcie oraz zaciskanie**
- o **podwyższone parametry odporności na korozję** (w tym wg testu Kesternich'a), szok termiczny oraz ścieranie
- o technologia Zn-Ni oraz pasywacje posiadają zatwierdzenia producentów z branży motoryzacyjnej i lotniczej

! Posiadamy

urządzenia do badania stopnia nawodorowania elementów złącznych i sprężyn.

Doskonałe powierzchnie to nasza pasja

 **42 250 82 30**

www.galvanopartners.pl

biuro@galvanopartners.pl

Innowacyjne, niskotemperaturowe odtłuszczanie Lerabilt® 268

- ⊙ Bardzo dobra wydajność odtłuszczania w temperaturze 30°C
- ⊙ Niska temperatura oznacza oszczędność energii i mniejsze parowanie
- ⊙ Zmniejszona neutralizacja kwasu w trawieniu
- ⊙ Znacznie mniejsze zużycie w porównaniu z systemami odtłuszczania w kwasie
- ⊙ Płukanie zalecane, ale nie jest konieczne
- ⊙ Nie zawiera fosforanów – brak zanieczyszczeń w wannach z kwasem
- ⊙ Możliwość modyfikacji do emulgowania lub demulgowania
- ⊙ Możliwość nieskończonego długiego użytkowania bez wymiany roztworu
- ⊙ Płynny, łatwy w obsłudze produkt

Stockmeier Chemia Polska Sp. z o.o. i S.S.K
ul. Obornicka 277, 60-691 Poznań
tel. + 48 61 666 10 66
metal@stockmeier.pl



**STOCKMEIER
CHEMIA**

REDAKCJA / EDITORIAL OFFICE: ul. Chopina 6, pok. 202,
44-100 Gliwice, tel.: 32 231 02 24 • www.ochronaprzekorozja.pl
e-mail: redakcja@ochronaprzekorozja.pl

ZESPÓŁ REDAKCYJNY / EDITORIAL STAFF:

Redaktor Naczelna: dr hab. inż. Małgorzata Zubielewicz
Z-ca Red. Naczelnej: mgr Małgorzata Śmieszek-Glanc
Redaktorzy tematyczni: prof. dr hab. inż. Janusz Flis,
prof. dr hab. inż. Danuta Kotnarowska,
dr inż. Agnieszka Królikowska,
dr hab. inż. Ginter Nawrat, dr inż. Wojciech Sokólski,
prof. dr hab. inż. Adam Zybura
Redakcja językowa: Expressis Verbis – jęz. pol.
Redaktor językowy: mgr Grzegorz Sosna – jęz. ang.
Redaktor statystyczny: mgr inż. Anna Trams

RADA NAUKOWA / SCIENTIFIC COUNCIL:

Przewodniczący: prof. dr hab. inż. Witold Gnot, *Polska*
Wiceprzewodniczący: prof. dr hab. Henryk Bała, *Polska*
prof. Idalina Vieira Aoki, Brazylia
dr inż. Adam Baryłka, Polska
mgr inż. Magdalena Borek-Daruk, Polska
prof. Pier Luigi Bonora, Włochy
dr Henrikas Cesiulis, Litwa
prof. dr rer. nat. Ahmed Abd El-Aziz, Egipt
prof. Lorenzo Fedrizzi, Włochy
prof. João Salvador Fernandes, Portugalia
prof. dr Damien Féron, Francja
prof. dr hab. inż. Janusz Flis, Polska
dr Daniel de la Fuente, Hiszpania
dr hab. inż., prof. PŚ Mariusz Jaśniok, Polska
prof. Andréa Kalendová, Czechy
prof. dr hab. inż. Jacek Kijewski, Polska
prof. Niki Kouloumbi, Grecja
mgr inż. Józef Kozieł, Polska
dr inż. Agnieszka Królikowska, Polska
dr inż. Andrzej Królikowski, Polska
dr Olga Kulikova, Rosja
dr Lech Kwiatkowski, Polska
prof. Vesna B. Mišković-Stanković, Serbia
prof. Roman Nowak, Finlandia
dr hab. inż. Hanna Pokhmurska, Niemcy
dr inż. Tomáš Prošek, Czechy
dr Thadeus Schauer, Niemcy
dr inż. Wojciech Sokólski, Polska
prof. dr hab. inż. Maria Sozańska, Polska
prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygieł, Polska
dr Judit Telegdi, Węgry
prof. dr hab. inż. Tadeusz Wierchoń, Polska
prof. dr hab. inż. Tadeusz Zakroczyński, Polska

Czasopismo „Ochrona przed Korozją” jest indeksowane w:
Master Journal List; Emerging Sources Citation Index, Scopus,
Baztech, Index Copernicus.

Autor za publikację artykułu w czasopiśmie naukowym „Ochrona przed Korozją” otrzymuje 40 punktów zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

Wersja papierowa czasopisma jest wersją pierwotną (referencyjną).



Czasopismo wydawane we współpracy
z Polskim Stowarzyszeniem Korozyjnym
Czasopismo jest na liście czasopism
Europejskiej Federacji Korozyjnej (EFC)

**WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT****WYDAWCA:** Wydawnictwo Czasopism
i Książek Technicznych SIGMA-NOT

Spółka z o.o., ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa, tel.: 22 818 09 18,
www.sigma-not.pl • Nakład (w tym wersja elektroniczna) do 500 egz.

PRENUMERATA: tel. 22 840 30 86, e-mail: prenumerata@sigma-not.pl
Wskazówki dla Autorów: www.ochronaprzekorozja.pl

OGŁOSZENIA przyjmują:

• Redakcja: tel. 32 231 02 24, e-mail: redakcja@ochronaprzekorozja.pl
• Ewa Sadowska: ochronaprzekorozja-reklama@sigma-not.pl
• Dział Reklamy i Marketingu, Warszawa, tel./fax: 22 827 43 65,
e-mail: reklama@sigma-not.pl
Za treść reklam i ogłoszeń redakcja nie odpowiada.

**ARTYKUŁY NAUKOWE /
RESEARCH ARTICLES**

The influence of selected plasma spraying parameters on microstructure and porosity of molybdenum coatings 312

Wpływ wybranych warunków natryskiwania plazmowego na mikrostrukturę i porowatość powłok molibdenowych

— T. Kubaszek, P. Zgódkka, A. Słyś, M. Góral, M. Drajewicz

Trudności i sukcesy w recepturowaniu wodnych gruntów cynkowych 316

Difficulties and successes in the formulation of water zinc primers

— A. Królikowska, L. Komorowski, M. Urbański, M. Zubielewicz,
E. Langer, K. Krawczyk, L. Aktas, M. Wanner, I. Gajeka

**OCHRONA PRZED KOROZJĄ W PRAKTYCE /
CORROSION PROTECTION IN PRACTICE**

Wydajna, zrównoważona i elastyczna obróbka powierzchniowa spełniająca określone wymagania 321

**ARTYKUŁY PROMOCYJNE /
SPONSORED CONTENT**

Kursy FROSIO w języku polskim, certyfikacja wg FROSIO, kursy personelu antykorozji, szkolenia – prowadzone przez SLV-GSI Polska oraz SLV Duisburg 323

Leraclen® ATR i Lerabilt® 268 – niskotemperaturowe, alkaliczne produkty do odtłuszczenia przed cynkowaniem ogniowym i galwanicznym 324

WYDARZENIA

XVI Sympozjum PSMB „Ochrona obiektów budowlanych przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem” 327

Nagrody przyznane podczas Kongresu Eurocorr 2022 (cz. 2) 330

Najbliższe wydarzenia 336

WYDAWNICTWA

Czasopisma związane z tematyką korozji (cz. 11) 329

Z PRASY TECHNICZNEJ

O powłokach metalowych publikowaliśmy 331

Powłoki metalowe 333

Wynalazki III okł.



We protect and
beautify the world™

Przyjazne środowisku

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

TADEUSZ KUBASZEK¹

ORCID: 0000-0002-7006-4857

PATRYCJA ZGÓDKA¹**ANITA SŁYŚ²**

ORCID: 0000-0002-4123-5944

MAREK GÓRAL^{1,*}

ORCID: 0000-0002-7058-510X

MARCIN DRAJEWICZ¹

ORCID: 0000-0002-9600-6938

¹ Rzeszów University of Technology, Research and Development Laboratory for Aerospace Materials, Zwirki i Wigury 4, 35-959 Rzeszów, Poland² Doctoral School of Engineering and Technical Sciences at the Rzeszów University of Technology, Powstanców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, Poland

* Corresponding author: mgoral@prz.edu.pl

DOI: 10.15199/40.2022.10.1

The influence of selected plasma spraying parameters on microstructure and porosity of molybdenum coating

Wpływ wybranych warunków natryskiwania plazmowego na mikrostrukturę i porowatość powłok molibdenowych

Thermal sprayed molybdenum coating is widely used to decrease friction coefficient of machine components. Currently, many methods are used to fabricate it on steel substrate, e.g. arc spraying, plasma spraying, flame spraying and supersonic spraying. The article presents a preliminary study on the influence of basic plasma spraying parameters using an A60 plasma torch on thickness and porosity of molybdenum coating. The investigated basic parameters were: plasma gasses flow rate (Ar/H₂ ratio: 64/7, 67/4, 61/10 NLPM, normal liters per minute), power current (550, 650, 750 A) and powder feed rate (10, 20, 30 g/min) was established. The obtained results showed that the A60 plasma torch could be used to deposit molybdenum coatings with the thickness achievable by other similar plasma spraying equipment. However, the porosity of deposited molybdenum coatings were higher than that obtained by other thermal spraying processes such as HVOF.

Słowa kluczowe: plasma spraying, molybdenum coatings, A60 plasma torch, porosity, thickness

Powłoki molibdenowe są powszechnie wykorzystywane w celu zmniejszenia współczynnika tarcia elementów maszyn. Obecnie stosowanych jest wiele metod natryskiwania cieplnego do wytwarzania takich powłok na podłożu stalowym, m.in.: natryskiwanie łukowe, plazmowe, płomieniowe i naddźwiękowe. W artykule przedstawiono wyniki wstępnych badań nad wpływem podstawowych parametrów natryskiwania plazmowego z użyciem palnika plazmowego A60 na grubość i porowatość powłok molibdenowych. Podstawowymi analizowanymi parametrami były: natężenie przepływu gazów plazmotwórczych (wartości natężenia przepływu Ar/H₂: 64/7, 67/4, 61/10 NLPM), natężenie prądu palnika (550, 650, 750 A) oraz natężenie podawania proszku (10, 20, 30 g/min). Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie palnika plazmowego typu A60 pozwala na uzyskanie powłok molibdenowych o porowatości i grubości zbliżonej do tych, które charakteryzują powłoki wytwarzane za pomocą innych podobnych systemów do natryskiwania plazmowego, jednak porowatość uzyskanych powłok molibdenowych jest wyższa od wytwarzanych w innych procesach natryskiwania cieplnego, np. naddźwiękowego HVOF.

Keywords: natryskiwanie plazmowe, powłoki molibdenowe, palnik A60, porowatość, grubość

1. Introduction

Molybdenum is a widely used material in thermal spraying processes. Molybdenum coating is fabricated where a higher hardness and low coefficient of friction are needed to balance the wear mechanisms. Molybdenum is used in many industrial applications, including bearings, seals and shafts, or as an overlay coating to

prevent surface damage and degradation. Thermal sprayed coatings of molybdenum and its alloys are applied to many automotive parts due to their excellent tribological properties [1–4].

Molybdenum coatings can be deposited by almost any thermal spraying method. Conventional methods such as plasma spraying, arc spraying, flame spraying or HVOF spraying are used for this purpose, however, new and experimental methods such as supersonic

■ Otrzymano / Received: 5.05.2022. Przyjęto / Accepted: 22.06.2022

flame spraying with wire instead of powder (W-HVOF) are also being attempted.

Flame sprayed molybdenum is very hard, even after annealing [5, 6]. In the case of HVOF-sprayed coatings, the adhesion between the substrate and the coated material were found to be excellent and the porosity in the developed coatings was very low at less than 2%, which is a characteristic of the HVOF process [7]. This increase in hardness may be related to the high hardness of molybdenum itself as well as a reduction in plastic deformation due to formation of dislocations [7–9]. Coating deposited by W-HVOF method (using wire instead of powder) shows the best mechanical, tribological and structural properties in comparison to other thermal spraying methods (HVOF spraying, arc spraying, flame spraying, APS) [10].

Studies are being conducted on the application of the plasma spraying process for molybdenum coatings. These include the influence of substrate temperature on the development of microstructure and properties of sprayed coating [2]. The results of porosity, hardness, and thermal conductivity tests showed that as the substrate temperature increases, the mechanical properties of the coating increase and the porosity decreases. Increasing the substrate temperature also affects the coating microstructure, including causing a more uniform lamellar morphology with less interlayer porosity and impurities, as well as better interlayer bonding [2]. Studies of the tribological properties of plasma sprayed diamond reinforced molybdenum coatings have also been conducted; it was shown that the 10 wt. % diamond content in the composite powder results in a 9.7% increase in hardness and a 15.6% increase in elastic modulus [3]. Studies conducted by A. Stolarski and S. Tobe [4] have shown that increasing the spraying distance results in an increase in the coating oxygen content and consequently a higher hardness. Although a wide range of different methods have been used to deposit molybdenum coating, no literature data are available on its plasma spraying using the Thermico A60 torch. Therefore, the purpose of this article is to analyze the influence of spraying parameters (power current, powder feed rate, Ar and H₂ gasses flow rate) on the thickness, porosity and microstructure of coatings, which will ultimately allow to determine the optimal values to deposit the coating having the best properties.

2. Experimental

In this study, the C10E steel was used as a base material. The coating material was plasma spray powder CPW-213 from Montreal Carbide, the powder properties are presented in Table 1.

The plasma spraying processes were performed using an A60 plasma torch (Thermico) integrated with the manufacturer's plasma spraying system. The variable parameters were: powder feed rate, plasma gasses composition and power current. A summary of the experimental process parameters is presented in Table 2.

Microscopic examination was performed on metallographic specimens. The cross section of molybdenum layers formed by plasma spraying at different pro-

cess parameters was evaluated. Observations and thickness measurements were performed using a Leica DFC450 C optical microscope equipped with digital image analysis software. The average thickness values of plasma sprayed molybdenum coatings at different parameters were calculated from 15 measurements at different coating locations for each sample. The average porosity values of the molybdenum coatings sprayed at different parameters were calculated from 15 contrasted images of different coating locations for each sample, after binarization.

3. Results

3.1. The influence of plasma gasses composition

The molybdenum coating plasma sprayed using A60 plasma torch had a lamellar structure, typical of thermal spraying processes (Fig. 1a). The pores were digitally detected after binarization between splats formed during thermal spraying process (Fig. 1b).

Based on the results of the influence of plasma gasses composition on thickness of molybdenum coating, it can be concluded that reducing the hydrogen flow rate from 7 NLPM to 4 NLPM results in a decrease in the coating thickness from 51.97 ± 10.93 to 32.21 ± 11.19 μm , a decrease of nearly 40% (Fig. 1). Increasing the hydrogen flow rate to 10 NLPM results in a decrease in thickness to 49.26 ± 11.70 μm . Based on the results of the influence of plasma gasses composition on porosity of molybdenum coating, it was observed that the porosity of all coatings, regardless of Ar/H₂ ratio, varies slightly, however, decreasing the hydrogen flow rate from 7 to 4 NLPM still results in a decrease in coating porosity from 4.30 ± 0.8 vol. % to 4.11 ± 1.13 vol. % and increasing it to 10 NLPM – in a decrease in porosity to 4.25 ± 1.41 vol. % (Fig. 2).

3.2. The influence of power current

Based on the results of the influence of power current on thickness of molybdenum coating, it can be concluded that its increase from 550 A to 650 A results in an increase in coating thickness from 51.97 ± 10.93 to 62.91 ± 9.95 μm (Fig. 3). Further increasing the current to 750 A leads to a lower coating thickness 54.36 ± 7.70 μm than that obtained at 650 A. Based on the results of the influence of power current on porosity of molybdenum coating, it can be concluded that its increase from 550 A to 650 A results in a significant increase in the

Table 1. CPW-213 powder properties

Tabela 1. Właściwości proszku CPW-213)

Properties	Value
Intended use	APS method
Powder type	sintered and crushed
Density	5.7 g/cm ³
Particle size	45–90 μm
Max. operating temperature	320°C (in oxidizing atmospheres)
Max. carbon content	0.2%
Coatings properties	tough, with high hardness, natural lubricity, and strong bonding to the substrate
Applications	valves, gear wheels, pump parts, synchronizers, piston rings

Source: based on ref. [11, p. 19].

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11, s. 19].

Table 2. Plasma spraying process parameters of selected test specimens

Table 2. Parametry procesu natryskiwania plazmowego wybranych próbek testowych

Ar flow rate [NLPM]	H ₂ flow rate [NLPM]	Power current [A]	Powder feed rate [g/min]	Variable parameter
64	7	550	20	basic parameters
61	10	550	20	
67	4	550	20	plasma gasses composition
64	7	650	20	
64	7	750	20	power current
64	7	550	10	
64	7	550	30	powder feed rate

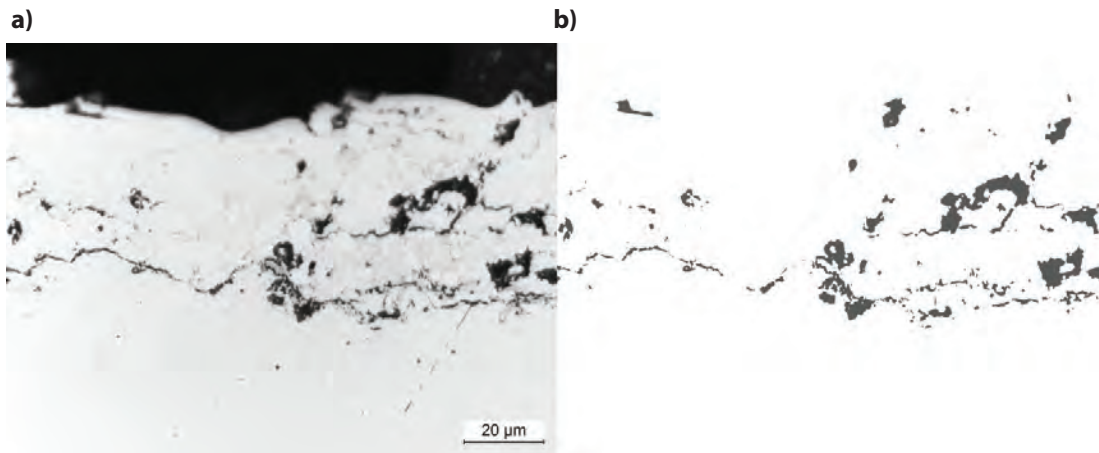


Fig. 1. The microstructure (a) and detected pores (b) in molybdenum coating formed using basic plasma spraying parameters (powder feed rate: 20 g/min, power current: 550 A, Ar/H₂ ratio: 64/7 NLPM)

Rys. 1. Mikrostruktura (a) i wykryte pory (b) w powłoce molibdenowej wytworzonej przy zastosowaniu podstawowych parametrów natryskiwania plazmowego (prędkość podawania proszku: 20 g/min, moc prądu: 550 A, stosunek Ar/H₂: 64/7 NLPM)

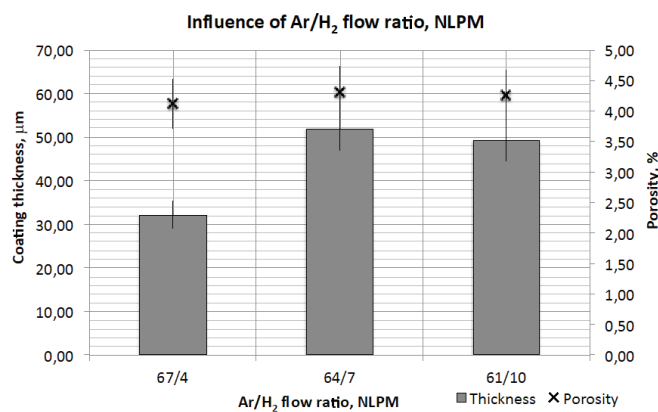


Fig. 2. The influence of Ar/H₂ flow ratio on thickness and porosity of plasma sprayed molybdenum coating

Rys. 2. Wpływ stosunku przepływu Ar/H₂ na grubość i porowatość natryskiwanej plazmowo powłoki molibdenowej

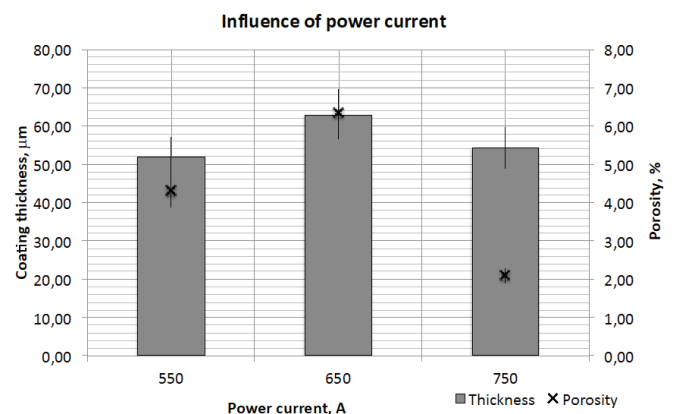


Fig. 3. The influence of power current on thickness and porosity of plasma sprayed molybdenum coating

Rys. 3. Wpływ prądu zasilającego na grubość i porowatość natryskiwanej plazmowo powłoki molibdenowej

porosity of the coating from 4.30 ± 0.8 vol. % to 6.35 ± 2.09 vol. %. Increasing the power current to 750 A results in a decrease in coating porosity to 5.20 ± 1.32 vol. % (Fig. 3).

3.3. The influence of powder feed rate

Analysis of the results of the influence of powder feed rate on thickness of molybdenum coating shows that it is in direct proportion to this plasma spraying parameter (Fig. 4). The increase of powder feed rate from 10 to 20 g/min results in increase in coating thickness from 33.77 ± 12.03 μm to 51.97 ± 10.93 μm. The increase of powder feed rate to 30 g/min increases the coating thickness to 90.89 ± 14.12 μm, which is almost three times higher than at 10 g/min. Based on the results of the influence of powder feed rate on porosity of molybdenum coating, it can be concluded that the coating porosity increases with the increase of powder feed rate. Increasing the powder feed rate from 10 g/min to 20 g/min results in an increase in coating porosity from 3.64 ± 1.53 vol. % to 4.30 ± 0.80 vol. %. Applying a powder feed rate of 30 g/min increases the coating porosity to 6.8 ± 1.73 vol. %, nearly double (Fig. 4).

3.4. Summary

Based on the thickness measurements, the highest thickness of 90.89 ± 14.12 μm was obtained for the molybdenum coating

produced at the highest powder feed rate of 30 g/min. In contrast, the coating formed at the lowest powder feed rate of 10 g/min has almost three times less thickness of 33.77 ± 12.03 μm. The lowest thickness of 32.21 ± 11.19 μm is shown by the coating deposited at the lowest hydrogen flow rate of 4 NLPM. For samples produced at other Ar/H₂ ratios, there was no significant difference in thickness values, but it should be noted that the average thickness of coating sprayed at the higher H₂ flow rate of 10 NLPM is slightly lower than the that of the coating sprayed at 7 NLPM: 49.26 ± 11.70 μm and 51.97 ± 10.93 μm, respectively. Increasing the power current from 550 A to 650 A resulted in an increase in thickness of coating to 62.91 ± 9.95 μm. Increasing the current to 750 A resulted in a slight increase in thickness to 54.36 ± 7.70 μm compared to 51.97 ± 10.93 μm obtained for coating sprayed at 550 A. Based on the porosity measurements, it can be concluded that the highest value of this parameter, i.e. 6.80 ± 1.73 vol. % shows the coating formed at the highest powder feed rate of 30 g/min. Analogously to the thickness measurements, the coating sprayed at powder feed rate of 10 g/min shows a porosity almost twice lower, i.e. 3.64 ± 1.53 vol. %. The value is also the lowest among all obtained coatings. Nearly as high porosity as at 30 g/min powder feed rate, 6.35 ± 2.09 vol. %, is achieved by the coating sprayed at power current of 650 A. Changing the power current from 650 A to 550 A re-

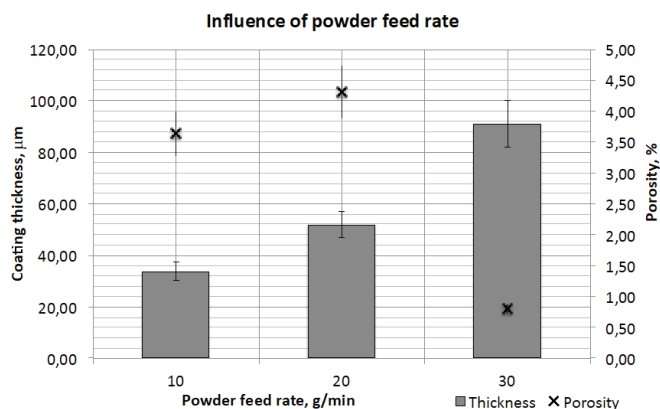


Fig. 4. The influence of powder feed rate on thickness and porosity of plasma sprayed molybdenum coating

Rys. 4. Wpływ prędkości podawania proszku na grubość i porowatość natryskiwanej plazmowo powłoki molibdenowej

sults in a decrease in porosity to 4.30 ± 0.80 vol. %, and increasing the current to 750 A results in a decrease in porosity from 6.35 ± 2.09 vol. % to 5.2 ± 1.32 vol. %. Changing the composition of plasma gasses shows a slight influence on the porosity of formed coatings. The increase in H_2 flow rate from 4 NLPM to 7 NLPM and subsequently to 10 NLPM is accompanied by small variations in sample porosity, from 4.11 ± 1.13 vol. % to 4.30 ± 0.80 vol. % and 4.25 ± 1.41 vol. %, respectively, which compared to the other parameters, is a change of minor significance. The sample sprayed at the highest applied power current of 750 A shows the lowest variability from the average thickness value (54.36 ± 7.70 μm), while the sample sprayed at the highest powder feed rate (30 g/min) shows the highest scatter of thickness values (90.89 ± 14.12 μm). The coatings are characterized by a lamellar structure, which can be identified by noticeable continuous lines separating successive layers of sprayed material.

Despite the limited number of articles published on the issue of porosity of thermal sprayed molybdenum coatings, it is possible to compare the obtained results with two works [12, 13]. The porosity of the plasma sprayed molybdenum coatings obtained in our study ranges from 3.6 to 6.8%. In the case of study conducted by H. Xi, P. He, H. Wang *et al.* [12], where coatings were fabricated on a Cu alloy substrate by Supersonic Plasma Spraying (SPS), the porosity was as low as 0.7%.

The study conducted by S. Tailor, A. Modi and S.C. Modi [10] compares the porosity of molybdenum coatings deposited on low-carbon steel substrates using different methods. The porosity of arc sprayed coating was 4.52%, flame sprayed: 5%, plasma sprayed: 4%, powder HVOF method: 3–4%, and W-HVOF method: 0.7%.

In summary, the porosity of molybdenum coating obtained in this study is comparable to those obtained by other conventional thermal spraying methods. However, it is considerably higher than in the case of supersonic methods.

4. Conclusions

1. The powder feed rate has the most significant influence on the obtained coating thickness and porosity. Increasing the powder feed rate from 10 g/min to 30 g/min resulted in an increase in thickness from 33.77 ± 12.03 μm to 90.89 ± 14.12 μm and porosity from 3.64 ± 1.53 vol. % to 6.80 ± 1.73 vol. %, almost three times for thickness and twice for porosity.
2. Increasing the powder feed rate results in a higher standard deviation value of the coating thickness.

3. As the hydrogen flow rate decreases, the thickness decreases significantly and the porosity of the resulting coating decreases slightly. The reduction of hydrogen flow rate from 7 NLPM to 4 NLPM resulted in a decrease in thickness from 51.97 ± 10.93 μm to 32.21 ± 11.19 μm and porosity from 4.30 ± 0.80 vol. % to 4.11 ± 1.13 vol. %.
4. Increasing the hydrogen flow rate shows no significant impact on properties of molybdenum coatings. The increase from 7 NLPM to 10 NLPM resulted in a slight, in comparison to changes in other process parameters, decrease in thickness from 51.97 ± 10.93 μm to 49.26 ± 11.70 μm and porosity from 4.30 ± 0.8 vol. % to 4.25 ± 1.41 vol. %.
5. Increasing the power current from 550 A to 650 A results in an increase in coating thickness and porosity (from 51.97 ± 10.93 μm to 62.91 ± 9.95 μm and from 4.30 ± 0.80 vol. % to 6.35 ± 2.09 vol. %, respectively) meanwhile the application of even higher current, i.e. 750 A, leads to a considerably smaller increase in these parameters (thickness to 54.36 ± 7.70 μm and porosity to 5.20 ± 1.32 vol. %).

BIBLIOGRAPHY

- [1] A. Vaidya, T. Streibl, L. Li, S. Sampath, O. Kovarik, R. Greenlaw. 2005. "An Integrated Study of Thermal Spray Process-Structure-Property Correlations: A Case Study for Plasma Sprayed Molybdenum Coatings". *Materials Science and Engineering: A* 403 (1–2): 191–204. DOI: 10.1016/j.msea.2005.04.056.
- [2] X. Jiang, J. Matejicek, S. Sampath. 1999. "Substrate Temperature Effects on the Splat Formation, Microstructure Development and Properties of Plasma Sprayed Coatings". *Materials Science and Engineering: A* 272 (1): 189–198. DOI: 10.1016/S0921-5093(99)00461-X.
- [3] Purnendu Das, Soumitra Paul, P.P. Bandyopadhyay. 2019. "Tribological Behaviour of Plasma Sprayed Diamond Reinforced Molybdenum Coatings". *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials* 78: 350–359. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2018.10.015.
- [4] T.A. Stolarski, S. Tobe. 2001. "The Effect of Spraying Distance on Wear Resistance of Molybdenum Coatings". *Wear* 249 (12): 1096–1102. DOI: 10.1016/S0043-1648(01)00842-0.
- [5] M. Laribi, N. Mesrati, A.B. Vannes, D. Treheux. 2003. "Adhesion and Residual Stresses Determination of Thermally Sprayed Molybdenum on Steel". *Surface and Coatings Technology* 166 (2–3): 206–212. DOI: 10.1016/S0257-8972(02)00818-6.
- [6] M. Laribi, A.B. Vannes, D. Treheux. 2006. "On a Determination of Wear Resistance and Adhesion of Molybdenum, Cr–Ni and Cr–Mn Steel Coatings Thermally Sprayed on a 35CrMo4 Steel". *Surface and Coatings Technology* 200 (8): 2704–2710. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2004.12.036.
- [7] C.S. Ramesh, H. Adarsha, A. Chaturvedi, N. Nair. 2018. "Investigations on the Effect of Molybdenum (Mo) and Molybdenum Silicon Carbide (Mo–10% Sic) Composite Coatings on Mild Steel Substrate using HVOF Technique". *Materials Today: Proceedings* 5 (11): 24422–24427. DOI: 10.1016/j.matpr.2018.10.238.
- [8] M.D. Ganeshachar, S. Biswas, B.R. Shridhar, S. Ramachandra. 2008. "Applications and Characterization of Overlay Coatings". *PESIT Conference* 43, Bangalore.
- [9] D. Debasish, S. Mantry, D. Behera, B.B. Jha. 2014. "Improvement of Microstructural and Mechanical Properties of Plasma Sprayed Mo Coatings Deposited on Al–Si Substrates by Premixing of Mo with TiN". *High Temperature* 52 (1): 19–25. DOI: 10.1134/S0018151X14010076.
- [10] S. Tailor, A. Modi, S.C. Modi. 2018. "High-Performance Molybdenum Coating by Wire-HVOF Thermal Spray Process". *Journal of Thermal Spray Technology* 27 (9): 757–768. DOI: 10.1007/s11666-018-0706-2.
- [11] *Thermal Spray Powders*. 2019. Amperit: 2438HOG. <https://www.fst.nl/images/downloads/material/amperit-thermal-spray-powders.pdf>, (available: 20.02.2022).
- [12] H. Xi, P. He, H. Wang, M. Liu, S. Chen, Z. Xing, G. Ma, Z. Lv. 2020. "Microstructure and Mechanical Properties of Mo Coating Deposited by Supersonic Plasma Spraying". *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials* 86: 105095. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2019.105095.

AGNIESZKA KRÓLIKOWSKA^{1,*}

ORCID: 0000-0002-0378-0386

LESZEK KOMOROWSKI¹

ORCID: 0000-0002-9203-7147

MARIUSZ URBAŃSKI¹

ORCID: 0000-0002-5808-5209

MAŁGORZATA ZUBIELEWICZ²

ORCID: 0000-0003-1487-2494

EWA LANGER²

ORCID: 0000-0002-8193-1987

KATARZYNA KRAWCZYK³**LUKAS AKTAS³****MATTHIAS WANNER³****IWONA GAJECKA⁴**¹ Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa² Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Toruń³ Fraunhofer IPA, Stuttgart⁴ Polskie Stowarzyszenie Korozyjne, Gdańsk

* Autor do korespondencji: akrolikowska@ibdim.edu.pl

DOI: 10.15199/40.2022.10.2

Trudności i sukcesy w recepturowaniu wodnych gruntów cynkowych

Difficulties and successes in the formulation of water zinc primers

Omówiono trudności w recepturowaniu wodnych gruntów cynkowych, takie jak wydzielanie się wodoru w kontakcie cynku z wodą (gazowanie farby), tworzenie się skupisk cynku w powłoce, nierównomierność powłok. Przeanalizowano również wpływ środków pomocniczych i innych składników farby na właściwości powłok. Przedstawiono wyniki badań właściwości fizyko mechanicznych i antykorozyjnych wytypowanych wariantów recepturowych zawierających modyfikowane i niemodyfikowane pigmenty cynkowe, wśród których znalazły się grunty o zmniejszonej zawartości cynku (do 35% mas. w przeliczeniu na farbę). Przeprowadzone badania wstępne wskazują na możliwość uzyskania stabilnej farby wodnej o dobrych właściwościach ochronnych.

Słowa kluczowe: wodne grunty cynkowe, pigmenty cynkowe, systemy antykorozyjne

Difficulties with formulation of waterbased zinc primers, such as hydrogen evolution in contact of zinc with water (paint gassing), zinc agglomerates in the coating and coating unevenness are discussed. The effect of paint additives and other paint components on the properties of the coatings is also discussed. The test results of physico mechanical and anticorrosive properties of selected formulations containing modified and unmodified zinc pigments, including primers with a reduced zinc content (up to 35% by weight per paint), are presented. The carried out preliminary tests indicate the possibility of obtaining a waterbased zinc primers with good protective properties.

Keywords: waterbased zinc primers, zinc pigments, anticorrosive systems

1. Wstęp

Grunty wysokocynkowe od dawna są uważane za jedno z najlepszych gruntów w systemach antykorozyjnych stosowanych w silnie

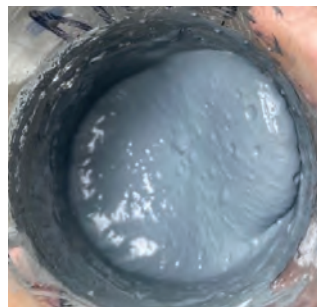
korozyjnych środowiskach (o kategorii korozyjności C4–C5 wg PN-EN ISO 12944) [1]. Jednak duża zawartość cynku – zgodnie z PN-EN ISO 12944 grunty wysokocynkowe powinny mieć nie mniej niż 80% cynku – istotnie wpływa na cenę produktów. Może także stanowić za-

■ Otrzymano / Received: 22.08.2022. Przyjęto / Accepted: 30.09.2022



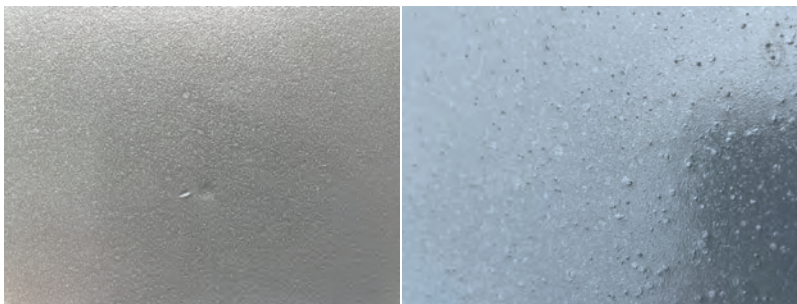
Rys. 1. Aparatura do oznaczania stopnia gazowania pigmentów cynkowych

Fig. 1. Apparatus for determining the degree of gassing of zinc pigments



Rys. 2. Pęcherze tworzące się w czasie dyspergowania pigmentu cynkowego w spoiwie wodnym

Fig. 2. Blisters formed during the dispersion of a zinc pigment in a waterborne binder



Rys. 3. Nierównomierna powłoka i skupiska cynku

Fig. 3. Uneven coating and zinc agglomerates

grożenie dla organizmów wodnych, co potwierdzono w badaniach [2]. Z tego powodu w ostatnich latach podejmowano próby opracowania gruntów cynkowych o zmniejszonej zawartości cynku wykazujących równie dobre właściwości antykorozyjne, jak dotychczas stosowane grunty wysokocynkowe. Dotyczy to głównie gruntów rozpuszczalnikowych [3–6].

Na całym świecie rośnie zainteresowanie farbami wodnymi – w 2017 roku rynek farb wodnych miał wartość 73,19 miliona dolarów [7]. Wciąż jednak brakuje wodnych gruntów o wysokiej lub zmniejszonej ilości cynku, które zapewniłyby sobie stałe miejsce w ofercie kierowanej do użytkowników. Niektóre z nich pojawiają się na chwilę na rynku i wkrótce są wycofywane. Wiąże się to między innymi z niestabilnością takich farb w stanie ciekłym, trudnością w uzyskaniu jednorodnej powłoki, wydzielaniem się wodoru w kontakcie cynku z wodą (gazowaniem), gorszą przyczepnością. Ze względu na reaktywność cząstek cynku z wodą pigmenty cynkowe stosowane w farbach wodnych wymagają właściwej modyfikacji powierzchni. Wydaje się jednak, że w związku z wymaganiami ekologicznymi oraz opracowywaniem nowych pigmentów cynkowych rozwój w zakresie wodnych cynkowych gruntów antykorozyjnych będzie coraz szybszy [1, 8–13].

W tematykę badań nad wodnymi gruntami antykorozyjnymi pigmentowanymi cynkiem wpisuje się realizowany w ramach Inicjatywy CORNET projekt CORNET/30/5/2020 „Wodne, przyjazne dla środowiska grunty wysoko pigmentowane cynkiem / Waterbased, environmental friendly zinc rich primer systems” (EcoWaterZinc). Projekt ma na celu otrzymanie wysokojakościowych i ekologicznych wodnych systemów powłokowych pigmentowanych cynkiem dzięki optymalizacji składu recepturowego, w szczególności wodnej dyspersji polimerowej i środków dyspergujących, jak również dzięki opracowaniu funkcjonalnej modyfikacji powierzchni pigmentów cynkowych. W niniejszym artykule przedstawiono przebieg i rezultaty prac nad doбором składu farb.

2. Problemy z formułowaniem receptur wodnych gruntów cynkowych

Formułowanie składu farb jest czymś na pograniczu nauki i sztuki, także kulinarnej. Wymaga głębokiej wiedzy, ogromnego doświadczenia i... szczęścia. Należy utrzymać w równowadze wie-

lofazowy układ z wieloma aktywnymi składnikami. Farby wodne wymagają jeszcze większej uwagi i całkowicie innych dodatków niż farby rozpuszczalnikowe. Kolejny stopień trudności stanowi opracowanie wysokocynkowych farb wodnych.

Problemy, jakie spotyka się podczas formułowania receptur tego typu farb, to:

- gazowanie farby, spowodowane reakcją cynku z wodą, w wyniku czego wydziela się wodór,
- powstawanie skupisk cynku, spowodowane niedostatecznym zdyspergowaniem pigmentu w farbie,
- nieodpowiednia do nakładania metodą natrysku lepkość farby,
- nierównomierność powłok,
- osadzanie się cynku w farbie.

Aby uniknąć gazowania farby, stosuje się różnego typu obróbki powierzchniowe cynku. W badaniach zastosowano obróbkę silanami na mokro, z udziałem alkoholu monofunkcyjnego, oraz na sucho. Na rys. 1 pokazano aparaturę, za pomocą której bada się stopień gazowania zmodyfikowanych pigmentów cynkowych.

Oprócz niebezpieczeństwa reakcji pigmentów cynkowych z wodą i wydzielania się wodoru (rys. 2) problemem jest również niewłaściwe zdyspergowanie pigmentu, co objawia się wadami powłoki, widocznymi na rys. 3.

3. Dobór składników do wodnych gruntów cynkowych

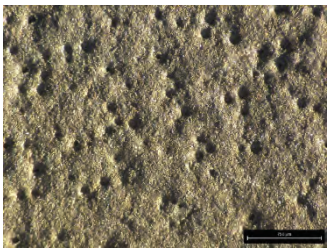
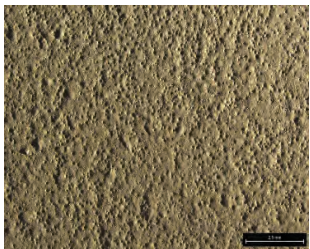
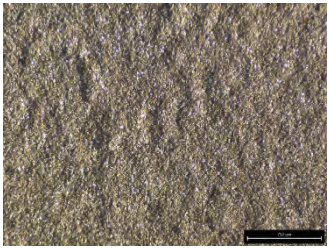
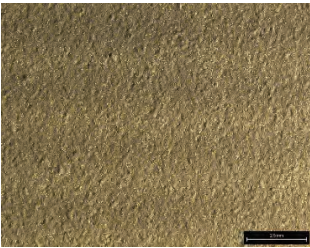
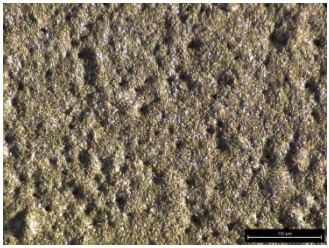
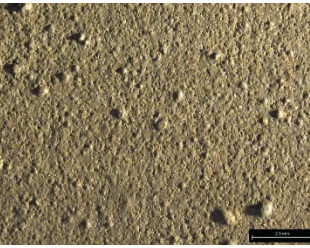
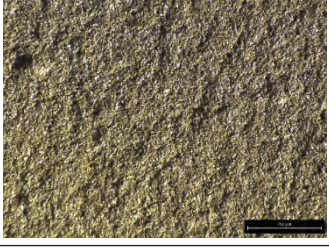
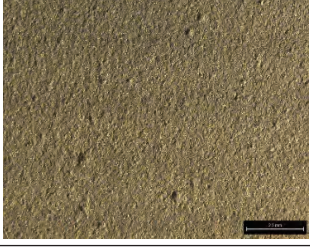
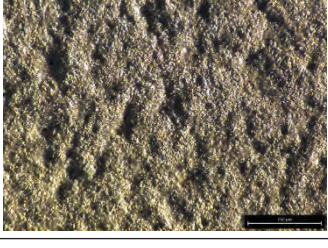

Aby uniknąć problemów związanych zarówno z wydzielaniem się wodoru, jak i z niedostatecznym zdyspergowaniem pigmentów cynkowych, należy nie tylko odpowiednio zmodyfikować powierzchnię cynku, ale również właściwie dobrać wodną dyspersję polimerową i środki pomocnicze, przede wszystkim dyspergujące.

W farbách zastosowano dwie różne dyspersje polimerowe. Pierwsza z nich to EPI-REZ 6520-WH-53 i utwardzacz EPIKURE 8538-Y-68 (Hexion). Utwardzacz oparty na bezwodnej aminie został zaprojektowany specjalnie do stosowania w wysokocynkowych farbách wodnych. Dzięki szybkiemu nasycaniu powierzchni cynku reaktywnymi hydrofobowymi polimerami, które zamykają i chronią cynk przed wodą, zapobiega wydzielaniu się wodoru [13]. Po przereagowaniu składnika aminowego z żywicą epoksydową powierzchnia cynku ponownie staje się dostępną i cynk działa początkowo protektorowo, a następnie, po utlenieniu – barierowo.

Druga substancja błonotwórcza to dyspersja epoksydowa BECKOPOX EP 2392w/70MP i aminowy utwardzacz BECKOPOX VEH 2849w/80WA (Allnex). BECKOPOX EP 2392w/70MP jest rozpuszczoną w metoksypropanolu, stałą, plastyfikowaną wewnątrznie żywicą epoksydową, która łatwo daje się zemułgować w wodzie. W pierwszym przypadku pigment cynkowy dysperguje się w bezwodnym utwardzaczu aminowym, w drugim – w bezwodnej żywicę epoksydowej.

W celu ustalenia optymalnego składu recepturowego opracowano wiele receptur z udziałem obu wodnych dyspersji epoksy-

Tabela 1. Topografia powierzchni powłok z farb z różnymi środkami dyspergującymi
 Table 1. Surface topography of coatings with various dispersing agents

Oznaczenie powłoki	Topografia powierzchni, pow. 100× (zaznaczona na rysunku skala to 750 μm)	Topografia powierzchni, pow. 25× (zaznaczona na rysunku skala to 2,5 mm)	Uwagi
1			bardzo liczne, równomiernie rozmieszczone na powierzchni pory o wielkości do ok. 200 μm; lokalne wypukłości powierzchni, sugerujące obecność aglomeratów pigmentów
2			bardzo nieliczne pory o wielkości poniżej 100 μm, powierzchnia powłoki jednorodna
3			bardzo liczne, równomiernie rozmieszczone na powierzchni pory o wielkości do ok. 250 μm; bardzo liczne wypukłości powierzchni, sugerujące obecność aglomeratów pigmentów
4			na powierzchni widoczne zagłębienia i kraterki o wielkości do ok. 250 μm; powierzchnia powłoki jednorodna
5			liczne, równomiernie rozmieszczone pory o wielkości do ok. 100 μm; powierzchnia powłoki niejednorodna; bardzo liczne wypukłości powierzchni, sugerujące obecność aglomeratów pigmentów

dowych i środków pomocniczych oraz niemodyfikowanego pyłu cynkowego w dwóch różnych stężeniach: 60% i 35% mas. w przeliczeniu na farbę, a także z płatkami cynku z obróbką na mokro i na sucho. W wyniku licznych prób z różnymi rodzajami i ilościami środków pomocniczych, wśród których uwzględniono różne środki dyspergujące (lub w ogóle nie zastosowano ich w recepturze), środki przeciwpieniające i odpieniające oraz środki zagęszczające i poprawiające wygląd powłoki, ustalono skład wodnych farb pigmentowanych cynkiem. Jako środek koalescencyjny zastosowano metoksypropanol, a jako wypełniacz – mikrotalk.

Dodawane środki dyspergujące, wytypowane z tych, które są przeznaczone do wodnych dyspersji epoksydowych i pigmentów nieorganicznych, w większości nie poprawiły zdyspergowania pigmentu cynkowego, a ponadto spowodowały powstanie wad powłoki (tabela 1). Na fotografiach otrzymanych przy użyciu mi-

roskopu optycznego Leica DMS 1000 można zauważyć pory i kraterki o różnej wielkości i lokalne aglomeraty cynku. Różnice między kolejnymi recepturami są wyraźne.

W efekcie wytypowano odpowiedni środek dyspergujący, który powoduje równomierny rozkład pigmentu w powłoce, co jest widoczne na mikrofotografiach otrzymanych przy użyciu mikroskopu firmy JOEL 6010 LV (tabela 2, próbka 1). Skład farb z udziałem różnych pigmentów cynkowych podano w tabeli 3.

4. Badania powłok otrzymanych z wytypowanych wariantów recepturowych

4.1. Próbki do badań

Wytypowane warianty recepturowe farb z udziałem modyfikowanych i niemodyfikowanych pigmentów cynkowych (tabela 3),

Tabela 2. Mikrofotografie SEM rozkładu pigmentu cynkowego w powłokach

Table 2. SEM micrographs of zinc pigment distribution in coatings

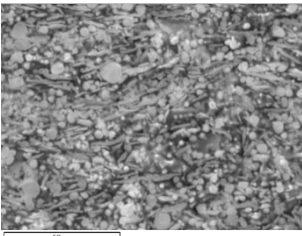
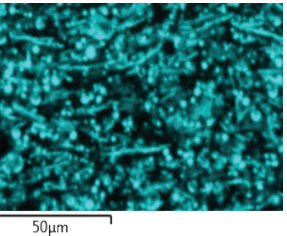
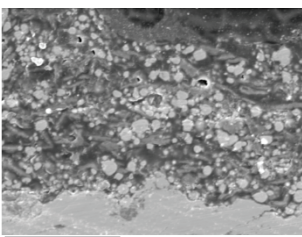
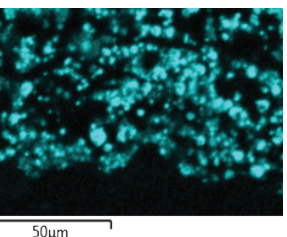
Oznaczenie powłoki	Obraz elektronowy EDS próbki	Rozkład cynku w przekroju próbki	Uwagi
1 (farba z właściwie dobranym środkiem dyspergującym / paint with a properly selected dispersing agent)			równomierny rozkład pigmentów cynkowych i wypełniaczy w osnowie polimerowej; brak segregacji pigmentów w pobliżu podłoża
2 (farba z niewłaściwie dobranym środkiem dyspergującym / paint with an incorrect dispersing agent)			segregacja wypełniaczy w osnowie polimerowej; brak segregacji pigmentów w pobliżu podłoża

Tabela 3. Skład pigmentowy farb (w przeliczeniu na farbę) – taki sam dla obu spoiw

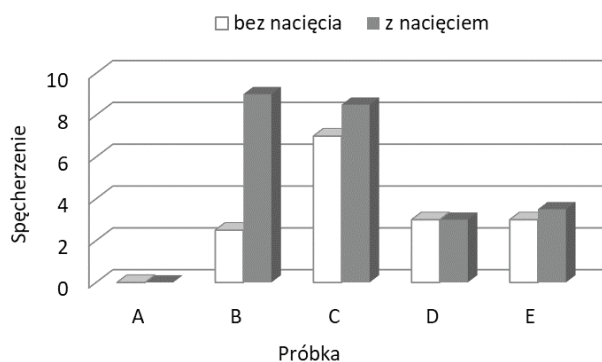
Table 3. Pigment composition of paints (calculated per paint) – the same for both binders

Pigment	Oznakowanie farby				
	A	B	C	D	E
Pył cynkowy bez obróbki [% mas.]	60	35	25	25	25
Płatki cynku bez obróbki [% mas.]	–	–	10	–	–
Płatki cynku z obróbką mokrą [% mas.]	–	–	–	10	–
Płatki cynku z obróbką suchą [% mas.]	–	–	–	–	10

Tabela 4. Właściwości fizykomechaniczne

Table 4. Physicomechanical properties

Właściwość	Próbka				
	A	B	C	D	E
Twardość [s (stała szklana 419)]	131	114	132	137	136
Odporność na uderzenie [cm]	100	100	100	100	100
Giętkość	wytrzymuje próbę				
Tłoczność [mm]	11,0	10,4	10,4	10,7	10,4
Przyczepność siatka nacięć, nóż 3 nacięcie X	0–1 0	0–1 0	0–1 0	0–1 0	0–1 0



Rys. 4. Odporność powłok na działanie mgły solnej po 360 h ekspozycji (na przykładzie farby z dyspersją BECKOPOX)

Fig. 4. Resistance of coatings to salt spray after 360 h of exposure (based on the example of paint with BECKOPOX dispersion)

w wypadku których nie nastąpiło gazowanie, a otrzymane powłoki były gładkie, bez skupisk pigmentów i innych widocznych wad, nałożono jednokrotnie pędzlem na płytki stalowe o wymiarach $150 \times 70 \times 0,8$ mm. Średnia grubość powłok mierzona przyrządem Minitest 4000 (ElektroPhysik), zgodnie z normą PN-EN ISO 2808:2008 [14], wynosiła $135 \mu\text{m}$.

4.2. Metody badań

Przeprowadzono następujące badania właściwości fizykomechanicznych i antykorozyjnych powłok:

- twardości (wahadło Persoza), zgodnie z PN-EN ISO 1522:2008 [15],
- odporności na uderzenie, zgodnie z PN-EN ISO 6272-1:2011 [16],
- giętkości, zgodnie z PN-EN ISO 6860:2006 [17],
- tłoczności, zgodnie z PN-EN ISO 1520:2007 [18],
- przyczepności do podłoża, zgodnie z PN-EN ISO 16276-2:2008 [19],
- odporności na obojętną mgłę solną, zgodnie z PN-EN ISO 9227:2017-06 [20].

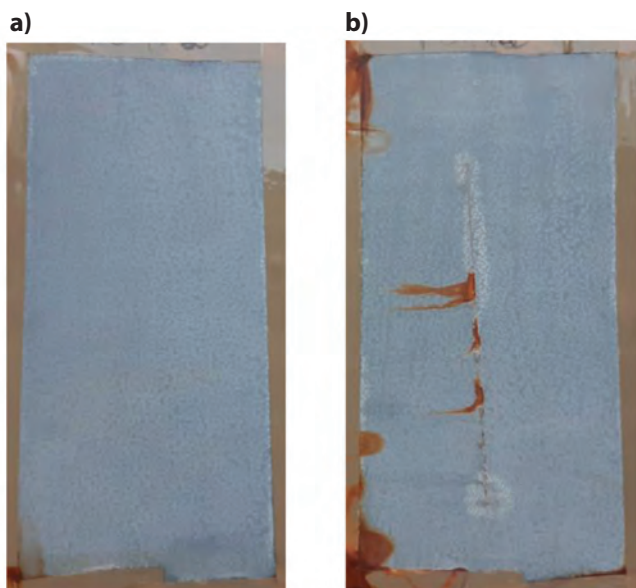
5. Omówienie wyników badań

Powłoki wszystkich wytypowanych wariantów recepturowych odznaczają się bardzo dobrymi właściwościami fizykomechanicznymi, co widać na przykładzie farb zawierających spoiwo BECKOPOX (tabela 4). Nie stwierdzono istotnych różnic między próbkami, w wypadku których wykorzystano inne rodzaje pigmentacji.

Powłoki pigmentowane pyłem cynkowym w ilości 60% mas. w przeliczeniu na farbę znacznie przewyższają pod względem odporności na mgłę solną pozostałe badane powłoki (rys. 4, próbka A). Po 1440 h ekspozycji w komorze solnej na powłokach nie wystąpiły pęcherze, a rdza pojawiła się tylko w nacięciu (rys. 5).

Spośród powłok ze zmniejszoną do 35% mas. ilością pigmentów cynkowych lepszą odpornością odznaczają się powłoki farb zawierających mieszaninę pyłu cynkowego z modyfikowanymi powierzchniowo płatkami cynku, zarówno z obróbką na mokro, jak i na sucho (próbki D i E), niż powłoki farb z samym pyłem cynkowym (próbka B) i z mieszaniną pigmentów niemodyfikowanych (próbka C).

Przedstawione wyniki badań to efekt wstępnych prac realizowanych w ramach projektu. W dalszym etapie przewiduje się sporządzenie farb z modyfikowanym pyłem cynkowym – samymi i w mieszaninach z płatkami cynku. Wszystkie wytypowane na podstawie wstępnych badań warianty recepturowe zostaną przebadane po



Rys. 5. Powłoka farby z 60% mas. pyłu cynkowego po 1440 h ekspozycji w obojętnej mgłę solnej: a) powłoka bez nacięcia, b) powłoka z nacięciem

Fig. 5. Coating with 60 wt % of zinc dust after 1440 h of exposure to neutral salt spray: a) coating without a scratch, b) coating with a scratch

nałożeniu metodą natrysku bezpowietrznego na płytki stalowe o wymiarach 200 × 100 × 4 mm, oczyszczone metodą strumieniowo-ścierną do Sa 2,5, jako samodzielne wymalowania i w systemach powłokowych. Pomimo opisywanych w artykule trudności z recepturowaniem wodnych farb pigmentowanych cynkiem można uzyskać powłoki bez wad, stosując zarówno modyfikowane organicznie, jak i niemodyfikowane pigmenty cynkowe.

6. Podsumowanie

Opracowanie ekologicznej farby przeciwkorozyjnej wymaga długiego i pracowitego procesu badawczego. Rodzaj i ilość każdego ze składników podstawowych i środków pomocniczych wpływa na stabilność farby i jakość uzyskanej z niej powłoki, dlatego jest szczególnie ważne, aby nie pogarszać jakości farb opartych na dyspersjach wodnych niewłaściwym przechowywaniem, aplikacją czy zmianą składu.

Przeprowadzone wstępne badania, w wyniku których ustalono skład wodnych gruntów pigmentowanych cynkiem, wskazują, że możliwe jest uzyskanie stabilnego produktu o dobrych właściwościach fizykomechanicznych i antykorozyjnych. Opracowanie wysokojakościowego wodnego gruntu antykorozyjnego wymaga jeszcze kolejnych prób optymalizacji składu i przebadania powłok z najlepszych wariantów recepturowych.

Podziękowania

Badania są prowadzone w ramach realizacji projektu COR-NET/30/5/2020 „Wodne, przyjazne dla środowiska grunty wysoko pigmentowane cynkiem / Waterbased, environmental friendly zinc rich primer systems” (EcoWaterZinc), finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A.K. Hussain, N. Seetharamaiah, M. Pichumani, Ch. Shilpa Chakra. 2021. “Research Progress in Organic Zinc Rich Primer Coatings for Cathodic Protection of Metals – A Comprehensive Review”. *Progress in Organic Coatings* 153: 106040. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2020.106040.
- [2] F.J. Charters, A.D. O’Sullivan, T.A. Cochrane. 2022. “Influences of Zinc Loads in Urban Catchment Runoff: Roof Type, Land Use Type, Climate and Management Strategies”. *Journal of Environmental Management* 322: 116076. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116076.
- [3] R. Jagtap, R. Nambiar, S.Z. Hassan, V. Malshe. 2007. “Predictive Power for Life and Residual Life of the Zinc Rich Primer Coatings with Electrical Measurement”. *Progress in Organic Coatings* 58 (4): 253–258. DOI :10.1016/j.porgcoat.2006.08.015.
- [4] Q. Wang. 2012. *The Role of Zinc Particle Size and Loading in Cathodic Protection Efficiency*. Virginia Commonwealth University: VCU Scholars Compass/Theses and Dissertations.
- [5] M. Zubielewicz, E. Langer, A. Królikowska, L. Komorowski, M. Wanner, K. Krawczyk, L. Aktas, M. Hilt. 2021. “Concepts of Steel Protection by Coatings with a Reduced Content of Zinc Pigments”. *Progress in Organic Coatings* 161: 106471. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2021.106471.
- [6] M. Zubielewicz, E. Langer, H. Kuczyńska, A. Królikowska, L. Komorowski. 2019. „Nowa generacja antykorozyjnych gruntów cynkowych o ulepszonych właściwościach ochronnych, użytkowych i ekologicznych”. *Ochrona przed Korozją* 62 (9): 297–305. DOI: 10.15199/40.2019.9.1.
- [7] C. Challenger. 2020. “Waterborne Coating Technologies Steadily Advance despite Challenges”. <https://www.paint.org/coatingstech-magazine/articles/waterborne-coating-technologies-steadily-advance-despite-challenges/> (dostęp: 22.07.2022).
- [8] Sh. Liu, L. Gu, H. Zhao, J. Chen, H. Yu. 2016. “Corrosion Resistance of Graphene-Reinforced Waterborne Epoxy Coatings”. *Journal of Materials Science and Technology* 32 (5): 425–431. DOI: 10.1016/j.jmst.2015.12.017.
- [9] Shiyu Huang, Gang Kong, Bo Yang, Shuanghong Zhang, Chunshan Che. 2020. “Effects of Graphene on the Corrosion Evolution of Zinc Particles in Waterborne Epoxy Zinc-Containing Coatings”. *Progress in Organic Coatings* 140: 105531. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2019.105531.
- [10] Lihong Cheng, Chunli Liu, Dajie Han, Shuhua Ma, Weihong Guo, Haifeng Cai, Xiaohui Wang. 2019. “Effect of Graphene on Corrosion Resistance of Waterborne Inorganic Zinc-Rich Coatings”. *Journal of Alloys and Compounds* 774: 255–264. DOI: 10.1016/j.jallcom.2018.09.315.
- [11] B. Healy, T. Yu, D. da Silva Alves, C.B. Breslin. 2020. “Review of Recent Developments in the Formulation of Graphene-Based Coatings for the Corrosion Protection of Metals and Alloys”. *Corrosion and Materials Degradation* 1 (3): 296–327. DOI: 10.3390/cmd1030015.
- [12] B. Ramezanzadeh, M.H. Mohamadzadeh Moghadam, N. Shohani, M. Mahdavian. 2017. “Effects of Highly Crystalline and Conductive Polyaniline/Graphene Oxide Composites on the Corrosion Protection Performance of a Zinc-Rich Epoxy Coating”. *Chemical Engineering Journal* 320: 363–375. DOI: 10.1016/j.cej.2017.03.061.
- [13] F. Heine, P. Bouuaert, N. Wauters, J. Elmore, B. Erdem, D. Crawford. 2012. “Waterborne Epoxy Zinc-Rich Primers: There Are Viable Options”. *Paint and Coatings Industry*, www.pcimag.com/articles/96850 (dostęp: 20.07.2022).
- [14] PN-EN ISO 2808:2008: Farby i lakiery – Oznaczenie grubości powłoki.
- [15] PN-EN ISO 1522:2008: Farby i lakiery – Badanie metodą tłumienia wahadła.
- [16] PN-EN ISO 6272-1:2011: Farby i lakiery – Badania nagłego odkształcenia (odporność na uderzenie) – Część 1: Badanie za pomocą spadającego ciężarka, węglębnik o dużej powierzchni.
- [17] PN-EN ISO 6860:2006: Farby i lakiery – Próba zginania (sworzeń stożkowy).
- [18] PN-EN ISO 1520:2007: Farby i lakiery – Badanie tłoczności.
- [19] PN-EN ISO 16276-2:2008: Ochrona konstrukcji stalowych przed korozją za pomocą ochronnych systemów malarskich – Ocena i kryteria przyjęcia adhezji/kohezji (wytrzymałości na odrywanie) powłoki – Część 2: Badanie metodą siatki nacięć i metodą nacięcia w kształcie X.
- [20] PN-EN ISO 9227:2017-06: Badania korozyjne w sztucznych atmosferach – Badania w rozpylonej solance.

Technologie gratowania i obróbki powierzchniowej dla branży motoryzacyjnej

Wydajna, zrównoważona i elastyczna obróbka powierzchniowa spełniająca określone wymagania

We wszystkich obszarach produkcji samochodów powierzchnie poddane obróbce w sposób odpowiedni dla konkretnego zastosowania w znacznym stopniu determinują jakość produktu – czy to w segmencie napędów alternatywnych lub klasycznych silników spalinowych, czy też w odniesieniu do strategii ukierunkowanych na lekkie konstrukcje lub intensywnego wykorzystywania komponentów wydrukowanych w technologii 3D w seryjnej produkcji pojazdów.

Oferując szeroką gamę produktów w zakresie obróbki strumieniowo-ściernej, wibrościernej i post-processingu 3D oraz bogate doświadczenie w branży motoryzacyjnej, firma Rösler jest w stanie zaproponować gwarantujące bezpieczeństwo procesu produkcji, wydajne, realistyczne i zrównoważone rozwiązania w zakresie obróbki powierzchniowej.

Zmiany zachodzące w branży motoryzacyjnej i dostawczej wywierają wpływ także na technologię obróbki powierzchniowej. Nie tylko dlatego, że w związku z zastosowaniem napędów alternatywnych i dążeniem do autonomicznej jazdy wykorzystywane są inne komponenty i systemy. Wobec komponentów klasycznych napędów wykorzystujących technologię spalinową również stawiane są wyższe wymagania. Optymalne powierzchnie powinny ograniczać do minimum straty wynikające z tarcia, zużycie paliwa napędowego i emisje. Lekkie konstrukcje, które są zakorzenione w branży motoryzacyjnej od wielu lat, odgrywają ważną rolę niezależnie od rodzaju napędu i dodatkowo podkreślają znaczenie obróbki powierzchniowej spełniającej określone wymagania. Rośnie również liczba komponentów wytwarzanych z aluminium i magnezu oraz części wytwarzanych przyrostowo. Ponadto indywidualizacja i personalizacja powodują, że wygląd powierzchni i wrażenia dotykowe muszą spełniać nowe wymagania. Ze względu na konieczność elastycznego opracowywania procesów produkcji przy jednoczesnej redukcji siły roboczej automatyzacja procesów w połączeniu z rozwiązaniami cyfrowymi wykorzystywanymi w technologii obróbki powierzchniowej odgrywa coraz ważniejszą rolę. Jako wieloletni i doświadczony partner branży motoryzacyjnej i dostawczej firma Rösler Oberflächentechnik GmbH dokłada wszelkich starań, aby spełnić te wymagania, i zarówno w dziedzinie technologii strumieniowo-ściernej i wibrościernej, jak i na potrzeby produkcji komponentów wytwarzanych przyrostowo metodą post-processingu opracowuje innowacyjne rozwiązania w zakresie obróbki powierzchniowej, które wspierają wysiłki użytkowników na rzecz zasobooszczędnych i zrównoważonych procesów produkcji.

Procesy obróbki wibrościernej na rzecz elektromobilności

Pojazdy elektryczne zasilane z akumulatorów lub ogniw paliwowych oraz hybrydy *plug-in* wykazują duże zapotrzebowanie na komponenty elektryczne i mechatroniczne, takie jak złącza, obwody drukowane i szynoprzewody. Części te muszą transportować duże strumienie w celu przenoszenia mocy, w związku z czym brak wystają-



W przypadku złożonych, odlewanych z lekkich materiałów komponentów kompaktowe oczyszczarki strumieniowo-ścierne z automatyczną obróbką części umożliwiają wykonywanie czynności obróbkowych takich jak odpiaszczanie, gratowanie i ujednolicanie powierzchni w cyklu produkcyjnym. Oczyszczarki strumieniowo-ścierne można zintegrować z automatycznymi liniami produkcyjnymi w kompaktowy sposób.

Fot.: Rösler Oberflächentechnik GmbH

cych powierzchni i czystość mają decydujące znaczenie w kontekście niezawodnego działania. Wydajnym i opłacalnym rozwiązaniem jest tutaj proces obróbki wibrościernej. Optymalne dostosowanie technologii sprzętowej i środków operacyjnych (materiałów ściernych i mieszanek), które firma Rösler Oberflächentechnik GmbH jako specjalista ds. powierzchni także sama opracowuje i produkuje, zapewnia, że wymaganą jakość powierzchni można powielać w krótkich cyklach. Oprócz tego technologia obróbki wibrościernej jest coraz częściej wykorzystywana do obróbki powierzchniowej jako metoda wytwarzania miedzianych zwojów wykorzystywanych w wirnikach oraz elementów wytłaczanych i giętych.

Minimalizacja tarcia i zużycia

Tarcie nie tylko powoduje większe zużycie, lecz także generuje niepożądane odgłosy, wibrację i temperaturę. Dlatego jest ważnym aspektem, który oferuje wysoki potencjał optymalizacji zarówno w przypadku komponentów wykorzystywanych na rzecz elektromobilności, jak i silników spalinowych. Wygładzanie powierzchni części odpowiednio do konkretnego zastosowania, na przykład kół zębatach, elementów krzywek, pierścieni tłokowych i wałów korbowych, można wykonywać automatycznie w sposób odpowiednio ukierunkowany i niezwykle precyzyjny dzięki rozwojowi technologii obróbki wibrościernej, takich jak wykończenie poprzez przeciąganie i surf-finishing. Technologie te umożliwiają nie tylko wygładzenie powierzchni oraz usunięcie szorstkich krawędzi i rowków powstałych w wyniku obróbki, lecz także niezawodne gratowanie. Taka wielokrotna obróbka w ramach jednego procesu pozwala znacznie obniżyć koszty, jednocześnie zapewniając powtarzalne wyniki.

Zintegrowana z produkcją obróbka strumieniowo-ścierna lekkich komponentów

Cel polegający na zwiększeniu zasięgu pojazdów elektrycznych na przykład poprzez zmniejszenie zużycia i tym samym emisji generowanych przez pojazdy z silnikiem spalinowym prowadzi do większego wykorzystania metali lekkich takich jak aluminium i magnez.



Niezależnie od tego, czy trzeba przeprowadzić wygładzanie, czy usunąć wystające powierzchnie, szorstkie krawędzie bądź rowki powstałe w wyniku obróbki – technologia obróbki wibrościerniej znakomicie nadaje się do

stosowania w procesach zautomatyzowanych ze względu na powtarzalność i efektywność kosztową. Technologia ta umożliwia również ukierunkowaną obróbką pojedynczych części.

Fot.: Rösler Oberflächentechnik GmbH



Do tej pory wytwarzanie przyrostowe było stosowane w branży motoryzacyjnej przede wszystkim do celów szybkiego prototypowania i opracowywania serii pilotażowych – obecnie metoda ta jest coraz częściej wykorzystywana do produkcji części seryjnych. Innowacyjne rozwiązania „AM Solutions – 3D post processing technology” pozwalają na zastąpienie ręcznych procesów opłacalnymi rozwiązaniami zautomatyzowanymi, co umożliwia spełnienie norm ustanowionych dla branży motoryzacyjnej w zakresie późniejszej obróbki części wydrukowanych metodą 3D.

stosowania w procesach zautomatyzowanych ze względu na powtarzalność i efektywność kosztową. Technologia ta umożliwia również ukierunkowaną obróbką pojedynczych części.

Fot.: Knaus Tabbert AG

Z tych materiałów produkowane są między innymi nośniki startorów, obudowy oraz komponenty wykorzystywane w technologii napędowej, wsporniki osiowe i wsporniki kół – produkcja odbywa się metodami odlewania w formach piaskowych, odlewania pod ciśnieniem oraz formowania wtryskowego. Na końcowym etapie części wymagają odpiaszczenia, gratowania i ujednolicenia powierzchni. Na potrzeby takich zastosowań firma Rösler opracowała na przykład kompaktowe oczyszczarki strumieniowo-ściernie z komorą obracaną i automatyczną obróbką części, które dzięki niewielkim rozmiarom można sprawnie zintegrować z kompaktowymi liniami produkcyjnymi i które umożliwiają obróbkę części w cyklu produkcyjnym.

Wytwarzanie przyrostowe w produkcji seryjnej

Do tej pory wytwarzanie przyrostowe było stosowane w branży motoryzacyjnej przede wszystkim do celów szybkiego prototypowania i opracowywania serii pilotażowych – obecnie metoda ta jest coraz częściej wykorzystywana do produkcji części seryjnych. W raporcie SmarTech Analysis można przeczytać, że do 2029 r. wytwarzanie przyrostowe części seryjnych znajdujących zastosowanie w branży motoryzacyjnej wygeneruje obroty w wysokości 9 miliardów \$. Z jednej strony rozwój wytwarzania przyrostowego można przypisać rozwojowi drukarek i metod drukowania oraz dostępności określonych materiałów. Z drugiej strony drukowanie 3D oferuje różnorodne możliwości wytwarzania funkcjonalnie zintegrowanych i lżejszych komponentów o złożonych geometriach. W przypadku części przeznaczonych do zastosowań zewnętrznych i wewnętrznych dochodzą jeszcze aspekty takie jak indywidualizacja i personalizacja oraz stworzenie cech wyróżniających.

Wykorzystywanie nowoczesnych metod drukowania do zastosowań seryjnych nie zależy jednak wyłącznie od powtarzalnych procesów drukowania i dalszego obniżania kosztów jednostkowych, lecz zasadniczo jest determinowane tym, czy istnieje opłacalne

i powtarzalne rozwiązanie w zakresie późniejszej obróbki części, tzw. post-processingu. Innowacyjne rozwiązania „AM Solutions – 3D post processing technology” pozwalają spełnić te wymagania branżowe. Dział firmy Rösler, który specjalizuje się w zautomatyzowanych i przeznaczonych do zastosowań seryjnych rozwiązaniach w zakresie późniejszej obróbki części wytworzonych przyrostowo, posiada już bogate doświadczenie w bardzo różnych obszarach zastosowania.

Spełnianie wymagań czystości w powtarzalny sposób

Coraz ważniejszym kryterium jakościowym staje się czystość komponentów – niezależnie od zastosowania. Bardzo wysokie wymagania w zakresie czystości technicznej stawiane są w szczególności wobec elektrycznych i elektronicznych komponentów znajdujących zastosowanie w segmencie elektromobilności. Aby umożliwić spełnienie tych wymagań, firma Rösler oferuje oczyszczarki taśmowe, bębnowe i kabinowe, które można połączyć z rozwiązaniami wykorzystywanymi do obróbki strumieniowo-ścierniej, wibrościerniej i post-processingu. Samodzielna produkcja urządzeń również w tym aspekcie umożliwia idealne dostosowanie do całego procesu i tym samym również do wymagań stawianych częściom poddawanych czyszczeniu. Zwłaszcza w przypadku oczyszczarek, które są połączone z procesami strumieniowo-ściernymi, następuje nieunikniona wymiana płynu procesowego i środka czyszczącego. W zależności od geometrii części ilości te są wprawdzie niewielkie, jednak również tutaj, aby zapewnić bezpieczne działanie całego urządzenia, ważna jest kompatybilność obu mediów oraz to, aby nie oddziaływały one na siebie negatywnie. Firma Rösler oferuje odpowiednio dostosowane do obróbki strumieniowo-ścierniej i operacji czyszczenia, jak również ekologiczne media, które zapewniają wysokie bezpieczeństwo procesów.

Opracowywanie procesów dla wszystkich zastosowań

Bardzo różne wymagania, które wynikają z nowych komponentów, materiałów i technologii produkcji, wymagają nowych, odpowiednio dostosowanych procesów obróbki powierzchniowej. Firma Rösler nie tylko posiada wieloletnie doświadczenie w różnych branżach (lotnictwo, motoryzacja, technika medyczna, budowa maszyn itd.) i specjalistyczną wiedzę, lecz także znakomicie wyposażone globalne centrum Customer Experience Center. Dzięki temu opracowuje optymalne pod względem technicznym i ekonomicznym procesy w warunkach zbliżonych do warunków produkcji, spełniające wszelkie wymagania w zakresie obróbki powierzchniowej.

Indywidualnie dostosowana automatyzacja i cyfryzacja

Zespół specjalistów Rösler czuwa nad automatyzacją obróbki części oraz jej integracją z nowymi lub istniejącymi liniami produkcyjnymi w sposób optymalnie dostosowany do konkretnych wymagań. W razie potrzeby wykorzystywane jest również monitorowanie za pomocą kodu matrycowego DataMatrix lub systemów wizualnych. Oprócz tego firma Rösler oferuje inteligentne rozwiązania w zakresie sprzętu i oprogramowania, przeznaczone do cyfryzacji procesów w urządzeniach do obróbki strumieniowo-ścierniej i wibrościerniej. Podczas gdy w przypadku oczyszczarek strumieniowo-ściernych kluczową rolę odgrywają parametry operacyjne urządzenia, które odpowiadają za jakość części i utrzymanie w należytym stanie, w procesach obróbki wibrościerniej często najważniejsze są konserwacja i monitorowanie obiegu wody procesowej.

www.rosler.com



Kursy FROSIO w języku polskim, certyfikacja wg FROSIO, kursy personelu antykorozji, szkolenia – prowadzone przez SLV-GSI Polska oraz SLV Duisburg

SLV-GSI Polska wraz z SLV Duisburg, jako **jedyni w Polsce**, prowadzimy **w języku polskim**, kursy w celu uzyskania uznawanego w skali światowej certyfikatu Inspektora zabezpieczeń antykorozyjnych **FROSIO Certified**. Kursy prowadzone są w wersji stacjonarnej oraz e-learningowej. W roku 2022 zaplanowaliśmy jeszcze jeden termin kursu: 03.12–16.12.2022.

Terminy w roku 2023 to: **1.** 18.03–31.03.2023; **2.** 09.09–22.09.2023.

Prowadzimy również kursy przygotowujące do uzyskania certyfikatu inspektora FROSIO w zakresie izolacji. W roku 2023 zaplanowaliśmy również 2 terminy kursów: **1.** 06.02–17.02.2023; **2.** 16.10–27.10.2023. Zarówno kursy jak i egzaminy **prowadzone są w języku polskim**. Kurs kierowany jest do osób, którym powierza się czynności związane z ochroną antykorozyjną i izolacją, począwszy od planowania robót, aż po odbiór końcowy. Osoby takie muszą dysponować specjalistyczną wiedzą z obszaru antykorozji.

Nowość

Oferujemy również certyfikację firm wykonujących prace antykorozyjne (malarnie, cynkownie) według programu certyfikacyjnego **FROSIO**. Certyfikaty dla firm wystawane są przez norweskie FROSIO. Firmy posiadające certyfikat FROSIO umieszcza w rejestrze na swojej oficjalnej stronie www.frosio.no

Nowość

Kurs personelu antykorozji ekwiwalentny do **KOR-Schein** wg. wymagań przepisu ZTV-ING „Dodatkowe warunki techniczne umów i wytyczne dla konstrukcji inżynierskich”.

Nowość

Kursy (teoria + praktyka):

- Szkolenie i kwalifikacja malarzy – malowanie farbami ciekłymi
- Szkolenie i kwalifikacja operatorów malowania proszkowego
- Szkolenie i kwalifikacja operatorów natryskiwania termicznego wg ISO 14918
- Szkolenie i kwalifikacja nadzoru metalizacji wg ISO 12690
- Szkolenia i kwalifikacja piaskarzy
- Szkolenia osób nadzorujących procesy antykorozji

Ponadto SLV-GSI Polska oferuje:

- Certyfikacje systemów Zakładowej Kontroli Produkcji wg normy EN 1090; certyfikacje systemów jakości w spawalnictwie wg normy EN ISO 3834; certyfikacje w zakresie budowy pojazdów szynowych wg normy EN 15085; certyfikacje systemów zapewnienia jakości wg normy EN ISO 9001; certyfikacje zakładów wykonujących prace antykorozyjne (malarnie i cynkownie).
- Nadzory nad wykonawstwem konstrukcji spawanych, w tym również w zakresie prac antykorozyjnych.
- Szkolenia i egzaminowanie spawaczy, operatorów i przecinaczy tlenowych.
- Szkolenia personelu badań nieniszczących.
- Kwalifikowanie technologii spawania.
- Szkolenia w formule „in house” w zakresie wykonawstwa w zakresie konstrukcji spawanych oraz antykorozji.

Każde szkolenie, w zakresie czasu trwania i przekazywanych wiadomości, jest indywidualnie dostosowane do potrzeb naszego Klienta.

Więcej informacji na naszej stronie www.slv-polska.pl



Leraclen® ATR i Lerabilt® 268 – niskotemperaturowe, alkaliczne produkty do odtłuszczania przed cynkowaniem ogniowym i galwanicznym

Chemicznie czysta powierzchnia to warunek konieczny do uzyskania idealnej powłoki w procesie cynkowania ogniowego. Zanim rdza i zgorzelina zostaną efektywnie usunięte z powierzchni przygotowywanych elementów w procesie trawienia, konieczne jest usunięcie zanieczyszczeń organicznych tj. tłuszczów i olejów. Z tego względu wybór właściwego systemu odtłuszczającego jest bardzo istotny dla dalszego prowadzenia procesu przygotowania powierzchni. Spośród wielu produktów dedykowanych do odtłuszczania, na szczególną uwagę zasługują dwa innowacyjne produkty firmy Stockmeier – Leraclen® ATR i Lerabilt® 268.

Efektywne przygotowanie powierzchni przed procesem cynkowania wymaga, aby elementy zostały poddane obróbce w następujących operacjach:

1. Odtłuszczanie
2. Płukanie (opcjonalny proces)
3. Trawienie
4. Płukanie
5. Topnikowanie
6. Suszenie

PO CO ODTŁUSZCZAĆ?

Choć pozornie wydaje się, że kluczowym etapem w procesie przygotowania powierzchni jest trawienie, to jego efektywne prowadzenie nie jest możliwe bez wcześniejszego usunięcia z powierzchni elementów zanieczyszczeń organicznych i związania ich w kąpeli, w szczególności tłuszczów i olejów. Wszelkie pozostałości tych zanieczyszczeń mogą prowadzić w dalszych etapach

do niedotrąwień wynikających z niedostatecznego dostępu kwasu do rdzy i zgorzeliny. Jednocześnie może dochodzić do przenoszenia związków organicznych do kolejnych wanień procesowych (zanieczyszczając je), a w najgorszym wypadku do przenoszenia związków organicznych do wanny cynkowniczej. Dlatego tak ważny jest wybór odpowiedniego systemu odtłuszczającego dla zachowania czystości zarówno elementów jak i całej linii przygotowania powierzchni.

ODTŁUSZCZANIE ALKALICZNE CZY KWAŚNE?

Generalnie rozróżnia się dwa systemy odtłuszczające:

1. Odtłuszczania kwaśne – oparte na kwasach mineralnych roztwory zawierające również środki powierzchniowo czynne.
2. Odtłuszczania alkaliczne – oparte na bazie alkalicznej odtłuszczania zawierające środki powierzchniowo czynne.

Trudno jednoznacznie rozstrzygnąć wyższość któregoś z systemów odtłuszczających. Każdy z nich ma swoich zwolenników.



Rys 1. Odtłuszczanie w temperaturze 30°C dla różnych systemów odtłuszczających. Czas zanurzenia w kąpeli – 10 minut

ników i przeciwników, jak również jednocześnie swoje wady i zalety. W odniesieniu do odtłuszczania alkalicznego mamy jednak do czynienia z przekonaniem, które wprost wywodzi się od opinii o stosowanych dawniej odtłuszczaniach alkalicznych opartych na wodorotlenku sodu w dużym stężeniu. Chcielibyśmy Państwu zaprezentować nowe systemy odtłuszczań alkalicznych wraz z ich zaletami.

ODTŁUSZCZANIE ALKALICZNE – NIE TAKIE STRASZNE

Nowe systemy alkaliczne opracowane przez dział badań i rozwoju firmy Stockmeier Chemia odznaczają się wieloma zaletami, które były niedostępne w starych systemach. Przede wszystkim baza alkaliczna została tak skomponowana, aby ograniczyć maksymalnie efekt neutralizacji w wannach trawiących. Jednocześnie nie jest wymagane utrzymywanie wysokiej temperatury procesu odtłuszczania. Przede wszystkim jednak produkty te mają bardzo długą trwałość, sięgającą kilkunastu lat, bez konieczności wymiany kąpeli. Oczywiście konieczne są czynności serwisowe, często nie wymagające przerw w procesie technologicznym.

Z uwagi na powyższe należy stwierdzić, że kąpiele odtłuszczające mogą działać efektywnie przez wiele lat. Co jednak ważniejsze, nie jest konieczne stosowanie wanny płuczącej po odtłuszczeniu (jedynie w niektórych przypadkach zalecane). Doświadczenia naszych klientów wskazują, że brak wanny płuczącej nie prowadzi do wyraźnie zauważalnego zwiększenia zużycia kwasu w kąpielach trawiących. Zauważalna jest za to zwiększona efektywność trawienia elementów.

LERACLEN® ATR – JEDNOSKŁADNIKOWY PRODUKT

ODTŁUSZCZAJĄCY

Leraclen® ATR to jednoskładnikowy produkt o bardzo dobrej skuteczności działania, który wolny jest od fosforanów, siarczanów i krzemianów. Działa silnie emulgująco z mocnym efektem rozpuszczania olejów, dzięki czemu można długo użytkować kąpiel bez utraty skuteczności działania. Co ważne produkt daje bardzo dobry efekt czyszczący w niskim zakresie temperatur tj. 30°C–35°C. Warto również podkreślić niskie zużycie produktu w przeliczeniu na tonę przygotowywanego materiału.

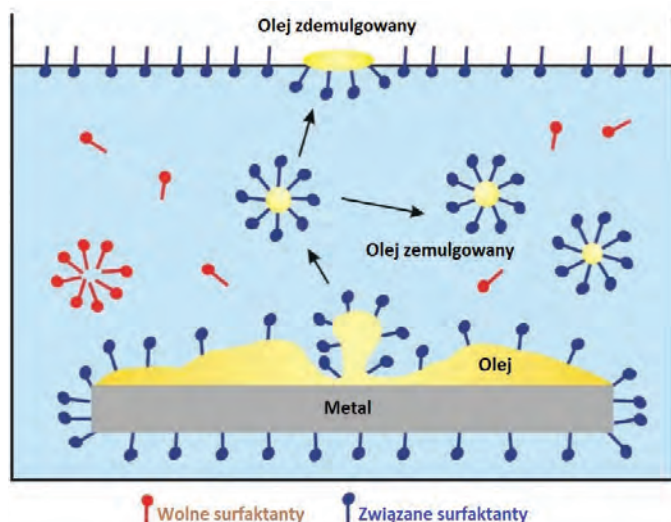
Należy zwrócić uwagę, że Leraclen® ATR nie zawiera związków kompleksujących EDTA ani NTA oraz wolny jest od krzemianów, boranów, fosforanów i siarczanów. Można również poddawać go ultrafiltracji, która wydłuża jego żywotność.

Produkt świetnie się sprawdza zarówno w aplikacji zanurzeniowej, jak też ultradźwiękowej oraz odtłuszczeniu ręcznym.

LERABILT® 268 – DWUSKŁADNIKOWY PRODUKT

ODTŁUSZCZAJĄCY

Drugim produktem alkalicznym proponowanym przez Stockmeier Chemia jest Lerabilt® 268, który stosowany jest w połączeniu z Leratens® 1006. Łącznie produkty te stanowią system dwuskładnikowy, w którym pierwszy z nich stanowi bazę alkaliczną, a drugi



Rys. 2. Sposób działania surfaktantów (środków powierzchniowo-czynnych)

to dodatek specjalnie skomponowanych środków powierzchniowo-czynnych. Układ Lerabilt® 268 + Leratens® 1006 charakteryzuje się również bardzo dobrą skutecznością działania. Stosowany jest zarówno w odtłuszczeniu jak też w odlakierowaniu i odfosforanowaniu wyrobów. Dla wybranych produktów może być użytkowany nawet w temperaturze otoczenia, jakkolwiek bardzo dobry efekt czyszczący obserwuje się już w zakresie temperaturowym 30°C–35°C. Dla związanych z powierzchnią lakierów zalecane utrzymywanie temperatury powyżej 60°C.

Podobnie jak w przypadku Leraclen® ATR produkt nie zawiera związków kompleksujących EDTA ani NTA oraz wolny jest od fosforanów i krzemianów. Świetnie nadaje się również do ultrafiltracji, która wydłuża jego żywotność.

ŹRÓDŁO EFEKTYWNOŚCI ODTŁUSZCZANIA ALKALICZNEGO

Naturalnie nasuwa się pytanie dlaczego odtłuszczenie alkaliczne jest bardziej efektywne od kwaśnego. Składa się na to wiele aspektów działania odtłuszczania alkalicznego.

Odtłuszczenia kwaśne swoją skuteczność zawdzięczają agresywności kwasu solnego, który daje tym samym już pewną siłę czyszczącą. Jednocześnie może atakować już materiał bazowy. Odtłuszczenia alkaliczne swoją skuteczność zawdzięczają reakcji zmydlenia, która jest efektem działania bazy alkalicznej z tłuszczami i olejami. Prawdziwym jednak źródłem przewagi są środki powierzchniowo-czynne. Zawierają one w sobie grupę hydrofilową (ze skłonnością do łączenia się z wodą) i grupę hydrofobową (ze skłonnością do odpychania wody). Dzięki temu grupa hydrofobowa łączy się z olejami, tłuszczami lub powierzchnią materiału. Grupa hydrofilowa umożliwia zwilżanie powierzchni. Cały proces w zrozumiałym i prostym sposobie przedstawiono na rys. 2.

Działanie produktów alkalicznych jest trwalsze ze względu na niewystępowanie efektu podtrawiania elementów. Dzięki temu nie następuje przesylenie żelazem w kąpeli odtłuszczającej i żywotność tych produktów jest znacznie dłuższa.

Niska temperatura stosowania produktów redukuje znacznie

koszty użytkowania odtłuszczania. To istotna zaleta nowych i innowacyjnych produktów do odtłuszczania alkalicznego w porównaniu do zwykłych alkalicznych odtłuszczań opartych na sodzie kaustycznej. Usuwanie lakierów wymagające wyższej temperatury powinno być przeprowadzone w innej instalacji, jeśli jest taka konieczność. Należy podkreślić, że nie jest to możliwe w systemach kwaśnych.

PODSUMOWANIE

Opracowane przez dział badań i rozwoju firmy Stockmeier Chemia produkty do odtłuszczania alkalicznego wychodzą naprzeciw obecnym oczekiwaniom naszych klientów. Oferowane produkty mają wiele zalet wśród których podkreślić należy następujące:

- Wysoki efekt czyszczący już w temperaturze 30°C–35°C.
- Efekt neutralizacji kąpeli trawiącej praktycznie nie jest obser-

wowany, dzięki czemu utrzymywanie kąpeli płuczącej nie jest konieczne.

- Obecność surfaktantów (środków powierzchniowo czynnych) sprawia, że oleje pozostają w kąpeli odtłuszczającej, dzięki czemu nie występuje efekt przenoszenia zanieczyszczeń organicznych do kolejnych wanien.
- Długa żywotność kąpeli sięgająca kilku do kilkunastu lat.
- Stosowanie separatorów oleju i inne czynności serwisowe zwiększają żywotność kąpeli odtłuszczającej.

Tomasz Świerczyński

Stockmeier Chemia Polska Sp. z o.o. i S.S.K

ul. Obornicka 277, 60-691 Poznań

t.swierczynski@stockmeier.pl

VIII Międzynarodowe Sympozjum Cynkownicze

26-28.10.2022

miejsce: Zamek w Gniewie



Przed nami VIII Międzynarodowe Sympozjum Cynkownicze, które przygotowane zostanie wspólnymi siłami STOCKMEIER Chemia Sp. z o.o. i S.S.K. i Nederman MikroPul Poland Sp. z o.o.

Tematyka tegorocznej edycji spotkania branży cynkowniczej dotyczyła będzie problematyki oraz zagadnień związanych z myślą przewodnią: „**Energooszczędność, redukcja odpadów, minimalizacja kosztów**”, które ściśle powiązane są z aktualnie trudną sytuacją na rynku, między innymi w związku z działaniami wojennymi w Ukrainie. Chcielibyśmy w tym roku przedstawić uczestnikom spotkania najnowsze osiągnięcia naukowe, technologiczne i sposoby proekologicznego prowadzenia procesów nakładania powłok cynkowych, które omówione zostaną w następujących panelach tematycznych:

- Analiza rynku cynkowniczego w Polsce, jak również w pozostałych krajach europejskich w obliczu kryzysu wywołanego wojną w Ukrainie
- Przygotowanie powierzchni przed cynkowaniem – najnowsze rozwiązania technologiczne, stosowane dodatki do kąpeli, rege-

neracja, minimalizacja i utylizacja odpadów, stosowane rozwiązania techniczne

- Nowoczesne rozwiązania techniczne znajdujące obecnie zastosowanie w powstających ocynkowniach ogniowych, minimalizujące koszty ze szczególnym uwzględnieniem energooszczędności i redukcji odpadów
- Nanoszenie powłoki cynkowej – nowoczesne stopy cynkownicze, ekonomiczne prowadzenie procesu, optymalizacja zużycia cynku, odzysk cynku z popiołów, systemy filtracji powietrza, zmniejszenie energochłonności procesu
- Eksploatacja urządzeń wchodzących w skład linii technologicznych do cynkowania – zasady bezpiecznej pracy, zapewnienie długotrwałej oraz bezawaryjnej eksploatacji urządzeń, minimalizacja kosztów związanych z pracą i naprawą podzespołów

Wszystkich zainteresowanych prosimy o kontakt:

Elżbieta Gray, tel. **512 393 509**

e-mail: symposium@stockmeier.pl

Tomasz Świerczyński, tel. **609 333 346**

e-mail: symposium@stockmeier.pl

Dariusz Chwaliński, tel. **512 376 768**

e-mail: dariusz.chwalinski@nederman.pl

więcej informacji na:

www.stockmeier.pl

www.nedermanmikropul.com

MIKROPUL
Nederman



XVI Sympozjum PSMB „Ochrona obiektów budowlanych przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem”

W Serocku nad Zalewem Zegrzyńskim w dniach 15–17 września 2022 roku odbyło się XVI Sympozjum PSMB, którego dość tradycyjnie brzmiący tytuł anonsował interdyscyplinarną treść prac prezentowanych podczas obrad. Organizatorem tej konferencji było Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, a współorganizatorami: Komitet Nauk Leśnych i Technologii Drewna Polskiej Akademii Nauk oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny.

W skład komitetu honorowego weszli: prof. dr hab. Tomasz Zawila-Niedźwiecki – przewodniczący KNLiTD PAN (Warszawa), prof. dr hab. inż. Ewa Dobrowolska – sekretarz KNLiTD PAN (Warszawa), prof. dr hab. inż. Maria Władyka-Przybylak – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny (Poznań).

Komitet naukowy działał w składzie: prof. Wojciech Skowroński (Wrocław) – przewodniczący, prof. Krzysztof Matkowski (Wrocław) – wiceprzewodniczący, prof. Abdrahman Alsabry (Zielona Góra), prof. Andrzej Fojutowski (Poznań), dr inż. Jerzy Karyś (Wrocław), prof. Adam Krajewski (Warszawa), prof. Krzysztof Jan Krajewski (Warszawa), prof. Czesław Miedziałowski (Białystok), prof. Marlena Piontek (Zielona Góra), prof. Małgorzata Piotrowska (Łódź), prof. Bohdan Stawiski (Wrocław), prof. Henryk Stoksik (Wrocław). W komitecie organizacyjnym pracowali: mgr inż. Adam Gierczak – przewodniczący, mgr inż. Krystyna Gągała – sekretarz, dr inż. Tomasz Kania i dr inż. Zygmunta Matkowski.

Obrady rozpoczęły się sesją otwarcia. Przemówienie inauguracyjne wygłosił przewodniczący PSMB prof. dr hab. inż. Wojciech Skowroński. Kolejne przemówienia wygłosili prof. Tomasz Zawila-Niedźwiecki oraz prof. Ewa Dobrowolska. Następnie prof. Andrzej Fojutowski odczytał list dr inż. Dominiki Janiszewskiej, dyrektor Centrum Technologii Drewna, stanowiącego obecnie część Sieci Badawczej Łukasiewicz – Poznańskiego Instytutu Technologicznego. W przemowach nawiązywano do historii sympozjów PSMB, które mają już ugruntowaną pozycję wśród ogólnopolskich konferencji. Zwrócono przy tym uwagę na 50. rocznicę powstania Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa. Sesję otwarcia zakończyło uroczyste wręczenie Honorowych Odznak PSMB oraz Medali im. Jerzego Ważnego za dorobek naukowy oceniony przez pięcioosobowe jury (przewodniczący: prof. Tomasz Zawila-Niedźwiecki, zastępca przewodniczącego: prof. Wojciech Skowroński). Tegorocznymi laureatami tych wyróżnień zostali prof. Krzysztof Jan Krajewski z SGGW w Warszawie oraz prof. Małgorzata Piotrowska z Politechniki Łódzkiej.

Interdyscyplinarny zbiór zagadnień podejmowanych podczas sympozjum wynika z zainteresowań zawodowych uczestników tej konferencji – przedstawicieli nauki i praktyki, reprezentujących przede wszystkim uczelnie i instytuty badawcze, projektantów i konserwatorów zabytków. W obradach XVI Sympozjum PSMB wzięło udział 67 osób. O dużym zakresie tematycznym konferencji świadczą poniższe tytuły sympozjalnych referatów:

- *Oddziaływanie temperatury na żywotność grzybów biodegradujących drewno i materiały lignocelulozowe* – E. Lisiecka, E. Dobrowolska, A. Mielnik,
- *Wyniki badań ankietowych różnorodności gatunkowej grzybów*



Fot. 1. Uczestnicy XVI Sympozjum PSMB (fot. Serwis fotograficzny PSMB)



Fot. 2. Prof. Tomasz Zawila-Niedźwiecki przemawia podczas sesji otwarcia (fot. Serwis fotograficzny PSMB)

- *powodujących biodegradację drewna w budynkach w Polsce* – B. Andres, K.J. Krajewski, I. Betlej,
- *Barierowa ochrona przeciwogniowa płyt drewnopochodnych* – A. Fojutowski, M. Jóźwiak,
- *Konstrukcje sklepień i efekty statyczne w wybranych obiektach sakralnych* – C. Miedziałowski, M. Orłowski,
- *Najniebezpieczniejszy w budownictwie grzyb pleśniowy Aspergillus versicolor Tiraboschi* – M. Piontek,
- *Ocena mykologiczna zabytkowego budynku biurowo-socjalnego z lat 30. w Hajnówce – studium przypadku* – M. Stempniewska, A. Zieniuk,
- *Badania mykologiczne w domach wykończonych płytami gipsowo-kartonowymi* – B. Stawiski,



Fot. 3. Sesja otwarcia. Od lewej: prof. Wojciech Skowroński, prof. Ewa Dobrowolska, prof. Marlena Piontek (fot. Serwis fotograficzny PSMB)



Fot. 4. Prof. Andrzej Fojutowski wygłasza referat. Sesji przewodniczący prof. Wojciech Skowroński i prof. Abdrahaman Alsabry – współprzewodniczący (fot. Serwis fotograficzny PSMB)

- *Rekonstrukcja ceramicznych płytek podłogowych imitujących skórę węża w zabytkowym zespole willowo-parkowym Artinkubator w Sopotcie* – H. Stoksik,
- *Klasyfikacja grzybów domowych w świetle badań nad różnorodnością czynników biodegradacji drewna w budynkach* – B. Andres, K.J. Krajewski, I. Betlej,
- *Preparaty biobójcze w budownictwie – przegląd i kierunki rozwoju* – M. Piotrowska, C. Magott,
- *Ocena stanu technicznego drewnianego stropu zabytkowego kościoła zlokalizowanego w Studzionce* – M. Pawlas, J.A. Rubin,
- *Ocena stanu ochrony ciepło-wilgotnościowej ścian zewnętrznych z elementami drewnianymi. Analiza przypadku docieplenia od wewnątrz* – T. Steidl, A. Szymanowska-Gwiżdż,
- *Tarasy z drewna egzotycznego – problemy związane z jakością i trwałością* – T. Kania,
- *Aspekty mykologiczno-remontowe drewnianej więźby dachowej zabytkowego budynku drewnianego sądu krajowego w Raciborzu* – S. Jasiulek, C. Magott, J.A. Rubin,
- *Aspekty mykologiczno-budowlane zabytkowego budynku cieszyńskiego hotelu „Pod Brunatnym Jeleniem”* – J.A. Rubin,
- *Badania wilgotności i zasolenia murów oraz sklepień ceramicznych w historycznych obiektach podziemnych* – Z. Matkowski,
- *Przypadki zastosowania zbiorników stalowych i ich stan w okresie użytkowania* – C. Miedziałowski, J. Malesza, T. Chyży,
- *Wpływ stanu technicznego ścian z muru pruskiego na ich jakość cieplną* – B. Orlik-Koźdoń, A. Szymanowska-Gwiżdż,
- *Ochrona zabytków – „opracowanie mykologiczne” czy „ekspertyza mykologiczno-budowlana”?* – D. Mączyński,
- *Perspektywy zastosowania w praktyce instrumentalnej metody AE wykrywania larw ksylofagicznych owadów w konstrukcjach drewnianych* – A. Krajewski, P. Bilski, P. Witomski, P. Bobiński,
- *Ryzyko rozwoju grzybów pleśniowych w przegrodach budowlanych* – A. Alsabry, B. Michalak,
- *Analiza przyczyn powstania spękań sklepień kościoła i ich wzmocnienie* – J. Fronczyk,

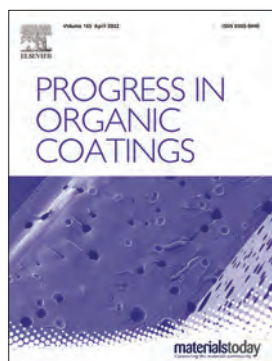
- *Analiza przyczyn zawilgoceń elementów budowlanych z użyciem MES. Wybrane przykłady* – M. Steidl.

Program konferencyjny obejmował wystąpienia autorów referatów, dyskusje oraz prezentacje firm, w tym firmy Corroventa Osuszanie Sp. z o.o. – sponsora konferencji.

Główną imprezą towarzyszącą było spotkanie koleżeńskie z okazji jubileuszu 50-lecia Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa. Podczas tego spotkania zabrano głos wielu osób. Prof. Wojciech Skowroński, pełniący funkcję przewodniczącego PSMB od 2012 roku, zwrócił uwagę m.in. na zasługi prof. zw. dra hab. czł. rzec. PAN Jerzego Ważnego – pioniera polskiej mykologii budowlanej – i mgra inż. Zygmunta Stramskiego – honorowego przewodniczącego Stowarzyszenia. Dr Jerzy Karyś (przewodniczący PSMB w latach 1994–2012) podkreślił zasługi prof. Władysława Danileckiego i prof. Kazimierza Lutomskiego. Prof. Czesław Miedziałowski, wieloletni dyrektor Instytutu Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Białostockiej, przedstawił adres, który podpisał wraz z prof. Michałem Bołtrykiem, dziekanem Wydziału Budownictwa i Nauk o Środowisku tej uczelni. W liście skierowanym do przewodniczącego PSMB zaakcentowano owocną współpracę Stowarzyszenia z Wydziałem i zamieszczono życzenia związane z obchodzonym jubileuszem. Prof. Ewa Dobrowolska, składając życzenia z okazji jubileuszu, zwróciła uwagę na korzystną współpracę Stowarzyszenia z Komitetem Nauk Leśnych i Technologii Drewna PAN (wcześniej z Komitetem Technologii Drewna PAN) w ostatnich dziesięciu latach. W rozmowach kularowych prof. Wojciech Skowroński wymieniał wiele nazwisk osób zasłużonych dla Stowarzyszenia, a podstawą do tego była wydana pod jego redakcją niemal 500-stronicowa książka *50 lat Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa*, którą – jako dodatek do materiałów konferencyjnych – otrzymał każdy uczestnik sympozjum. Ponadto uczestnicy tej konferencji otrzymali pamiątkowe ceramiczne kafelki upamiętniające obchodzony jubileusz, wykonane przez Dariusza Tarasiuka. Program konferencyjny wzbogaciły również inne wydarzenia towarzyszące, m.in. rejs statkiem po Zalewie Zegrzyńskim.

Prof. dr hab. inż. Wojciech Skowroński
Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa

Czasopisma związane z tematyką korozji (cz. 11)



Tytuł: **Progress in Organic Coatings**
 Wydawca: **ScienceDirect® (Elsevier B.V.)**
 ISSN: **0300-9440**
 Częstotliwość: **12 wydań rocznie**
 Model czasopisma: **hybrydowe (wydanie papierowe oraz on-line)**
 Punkty ministerialne: **100 punktów (lista z 2021 roku)**

Celem tego międzynarodowego czasopisma jest analiza i publikowanie postępów i aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie powłok organicznych i materiałów pokrewnych. W czasopiśmie publikowane są zarówno prace przeglądowe, jak i badawcze opracowane przez naukowców akademickich i związanych z przemysłem, aktywnie zaangażowanych w prace badawczo-rozwojowe lub, w przypadku prac przeglądowych, posiadających duże doświadczenie w omawianej tematyce.

W czasopiśmie publikowane są artykuły poruszające takie tematy jak:

- właściwości chemiczne, fizyczne i technologiczne powłok organicznych i materiałów pokrewnych,
- problemy i metody przygotowania, wytwarzania i stosowania tych materiałów,
- wydajność, testowanie i analiza.

Założycielem (w 1970 r.) i wieloletnim redaktorem naczelnym czasopisma był prof. Werner Funke. Pierwotnym obszarem studiów profesora Funke była chemia polimerów, w której doktoryzował się w 1956 r., a habilitował w 1963 r. na Uniwersytecie w Stuttgarcie. Podczas jego długiej kariery naukowca zajmującego się powłokami organicznymi, jego głównymi obszarami zainteresowań były:

- zależności struktura-właściwości w powłokach,
- tworzenie warstwy i utwardzanie powłok, w tym procesy stratyfikacji,
- właściwości powłok o wysokiej zawartości części stałych i wodorocieńczalnych, których technologie szybko ewoluowały w ciągu jego życia,
- ochrona przed korozją za pomocą powłok organicznych, w tym zagadnienia dotyczące mechanizmu barierowego, przepuszczalności i absorpcji tlenu i wody oraz adhezji powłok w stanie mokrym,
- przygotowanie i otrzymywanie mikrożeli polimerowych.

Za swoją pracę uzyskał liczne krajowe i międzynarodowe nagrody. Na uwagę zasługuje nagroda Matiello przyznana przez Federację Stowarzyszeń ds. Technologii Powlekania oraz nagroda

Tessa z 1994 r. w dziedzinie nauki o powłokach organicznych przyznana przez Amerykańskie Towarzystwo Chemiczne. Za kadencji profesora Funke, jako redaktora tego czasopisma, stało się ono światowym liderem w publikowaniu artykułów dotyczących nauki o powłokach organicznych, czytanych przez naukowców i praktyków w tej dziedzinie nauki na całym świecie. W swojej karierze na Wydziale Chemii Uniwersytetu w Stuttgarcie zainspirował wielu studentów z dziedziny nauk o polimerach i powłokach. Przyczynił się również do badań nad powłokami w Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e.V. (FPL e.V.), przez wiele lat współpracował z wieloma niemieckimi naukowcami zajmującymi się powłokami w Dziale Chemii Powłok Gesellschaft Deutscher Chemiker, uczestniczył w wielu kongresach naukowo-technicznych, takich jak FATIPEC, Gordon Research Conferences on Coatings & Films oraz Konferencje w Atenach dotyczące nauki o powłokach organicznych.

Werner Funke (1928–2020) dorastał w czasie II wojny światowej. Później, na emeryturze, napisał o tym czasie krótkie wspomnienia. Po maturze rozpoczął studia chemiczne na Uniwersytecie w Stuttgarcie. Aby opłacić edukację, podjął pracę jako asystent laboratoryjny w nowo założonym instytucie badawczym FPL e.V. Z Instytutem był związany do końca kariery. Werner Funke był człowiekiem z zasadami, dokładnym i zdyscyplinowanym i jako taki był szanowany przez wszystkich, którzy z nim pracowali. Po przejściu na emeryturę w 1995 roku, profesor Funke skupił się na swojej rodzinie, domu i ogrodzie, jednocześnie podtrzymując kontakt z nauką, która była dla niego bardzo ważna, udzielając się jako redaktor, utrzymując kontakt z byłymi współpracownikami oraz FPL e.V., gdzie w 2001 roku został mianowany członkiem honorowym. Zawsze wyrażał satysfakcję i dumę, że *Progress in Organic Coatings* stało się odnoszącym sukcesy międzynarodowym czasopismem.

Numer 155 (2021) czasopisma *Progress in Organic Coatings* jest w całości poświęcony prof. Funke, zawiera artykuł poświęcony jego pamięci oraz kompilację jego artykułów naukowych.



Nagrody przyznane podczas Kongresu Eurocorr 2022 (cz. 2)

Kongres Eurocorr 2022 odbywał się w dniach 28.08–1.09.2022 w Berlinie, w tym roku pod hasłem przewodnim *Corrosion in a Changing World – Energy, Mobility, Digitalization*. Eurocorr, coroczna główna impreza EFC (European Federation of Corrosion), to najbardziej zaawansowane, szerokie i aktualne wydarzenie w obszarze ochrony przed korozją i korozji materiałów. Podczas Kongresu przyznano (oprócz medali) tytuły **Honorary Fellows**, **EUROCORR Young Scientist Grant**, **EUROCORR Travel Grant**.

Juan de Damborenea, **Agnieszka Królikowska** i **Douglas Mills** zostali laureatami tytułu **Honorary Fellow**. Tytuł Honorary Fellow jest przyznawany przez Europejską Federację Korozyjną (EFC) za wybitne osiągnięcia w dowolnej dziedzinie korozji i nauk inżynierskich, a także za zaangażowanie w działalność EFC oraz wspieranie jej misji.

Douglas Mills ukończył Cambridge University w połowie lat 70., uzyskując doktorat w dziedzinie korozji. Przez ostatnie 23 lata wykładał inżynierię materiałową na Uniwersytecie Northampton w Wielkiej Brytanii. Interesuje się w szczególności wykorzystaniem technik elektrochemicznych do monitorowania i oceny korozji. Jury doceniło wybitne osiągnięcia Douglasa Millsa w dziedzinie interpretacji odpowiedzi elektrochemicznej powłok na metalach przy użyciu takich technik jak elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna (EIS) i metoda szumów elektrochemicznych (EN). Ponadto jury podkreśliło jego aktywne i długoletnie zaangażowanie w szereg grup roboczych EFC. Douglas Mills był redaktorem biuletynu EFC od roku 2016 do kwietnia 2022 r. i autorem naukowych raportów EUROCORR w czasopiśmie *Corrosion Science and Engineering*.

Kierownik Zespołu Zabezpieczeń Przeciwkorozyjnych Mostów w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów **dr inż. Agnieszka Królikowska** została doceniona za wybitne osiągnięcia w dziedzinie ochrony przed korozją w różnych środowiskach i do różnych zastosowań, z ogromną listą publikacji i zrealizowanymi wieloma projektami badawczymi. Ponadto jury podkreśliło również jej wieloletnie zaangażowanie w prace EFC od początku jej kariery zawodowej. W szczególności doceniono jej zaangażowanie jako jednego z założycieli Grupy Roboczej EFC WP14. Pełniła również funkcję członka Board of Administration EFC oraz z sukcesem zorganizowała dobrze przyjęty EUROCORR 2018 w Krakowie. A. Królikowska pełni również funkcję Prezesa Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego, organizując coroczne Konferencje „Współczesne technologie przeciwkorozyjne”, „PRAKTIKOR STAL–BETON”.

Jury doceniło wybitne osiągnięcia **Juana de Damborenea** w dziedzinie korozji metali, ze szczególnym uwzględnieniem inżynierii powierzchni. W szczególności został doceniony za zastosowanie technik modyfikacji powierzchni w celu poprawy odporności na korozję i właściwości trybokorozyjnych materiałów metalicznych, a także za wybitny wkład w tę dziedzinę i dużą liczbę artykułów w najbardziej prestiżowych czasopismach. Wysoko oceniono zaan-

gażowanie J. de Damborenea w prace EFC. Jako prezes SOCIEMAT był przewodniczącym EUROCORR 2019 w Sewilli w Hiszpanii. Juan de Damborenea zajmuje stanowisko profesora w Spanish National Research Council – National Centre for Metallurgical Research (CENIM-CSIC) w Madrycie. Od 2017 r. jest prezesem Hiszpańskiego Towarzystwa Materiałowego SOCIEMAT, a od 2019 r. członkiem programu L'Oréal-Unesco For Women in Science.

Borhan Bin Mohammad Sultan z Chimie Paris Tech otrzymał tegoroczny **EUROCORR Young Scientist Grant**. Borhan Bin Mohammad Sultan, odwiedzi naukowców w RISE Research Institutes of Sweden, Kist, w celu badań wpływu wydzielań na powłokę konwersyjną stopu aluminium przy użyciu najnowocześniejszych technik spektroskopowych w podczerwieni. Celem grantu udzielanego przez EFC od 2016 r. jest stymulowanie interakcji i współpracy w ramach międzynarodowej społeczności zajmującej się korozją poprzez zapewnienie wsparcia finansowego młodszy korozjonistom, aby umożliwić im odwiedzanie i współpracę z innymi korozjonistami w ich macierzystych instytucjach za granicą.

Każdego roku przyznawane są maksymalnie trzy granty dla młodych naukowców, maksymalnie 1500 euro każdy. Informacje na temat grantu w tym kryteria i zasady przyznawania, można znaleźć na stronie internetowej EFC pod adresem <https://efcweb.org/YSG.html>.

EUROCORR Travel Grant przyznano **mgr Andre de Araujo Abilio**, University of Alberta, Edmonton, Kanada, za prezentację prac badawczych nad korozją mikrobiologiczną (MIC). Dotacja EUROCORR Travel Grant została ustanowiona, aby zapewnić wsparcie finansowe do 700 euro i pokrycie opłaty rejestracyjnej EUROCORR młodym korozjonistom (nie starszym niż 30 lat w dniu 1 września w roku przyznania Stypendium) w celu ułatwienia im udziału w konferencji EUROCORR. Stypendium przeznaczone jest dla studentów z krajów lub organizacji, w których napotykają trudności w dotarciu do miejsca Kongresu z powodu ograniczeń finansowych.

Termin składania wniosków w przyszłorocznej edycji EUROCORR Travel Grant upływa 15 lutego 2023 r. Kandydaci muszą złożyć list motywacyjny zawierający 400 słów, wskazujący korzyści, jakie przyniesie im stypendium oraz potrzebę wsparcia uczeństwa w EUROCORR. Należy przesłać także CV oraz streszczenie wystąpienia na EUROCORR. Więcej informacji można znaleźć na stronie www.efcweb.org.

O powłokach metalowych publikowaliśmy:



Nr 7/2022

Porównanie odporności korozyjnej powłok cynkowych otrzymanych w kąpielach z dodatkiem Al, Ni, Pb, Bi i Sn — H. Kania, M. Saternus, J. Kudláček, M. Zoubek, s. 203



Nr 6/2022

Estimation of extended durability of concrete members with galvanized steel reinforcement based on measured corrosion rates — M. Jaśniok, s. 172
The role of the chemical composition of trivalent passivation bath for aluminum 5005A series in shaping the morphology of conversion coating and corrosion resistance — E. Gralak, A. Hoffman, J. Winiarski, s. 177



Nr 5/2022

Strukturalne aspekty korozji zmęczeniowej cynkowania elementów złącznych — M. B. Lachowicz, M. M. Lachowicz, s. 140
Powłoki cynkowe otrzymywane metodą bezkontaktowo-gazową na elementach gwintowanych — J. Sipa, M. Moneta, s. 146

Najlepsze dostępne technologie do instalacji odpylania w cynkowniach i system MikroPul-Assist – monitoring zdalny w czasach zdalnej pracy, s. 158
Leratens® AV Plus i Leratens® AV Ultra – wielofunkcyjne dodatki do kąpeli trawiących, s. 160



Nr 4/2022

Porównanie mikrostruktury i odporności na korozję powłok natrykiwanych metodą HVOF (high velocity oxy fuel) na podłożu ze stopu magnezu — J. Jaworska, M. Gruszka, M. Nabrdalik, M. Marcinkowski, W. Mikołajko, E. Augustyn, E. Jonda, A. Maciej, A. Kiljan, s. 112



Nr 2/2022

Zastosowanie technologii natrysku cieplnego w powłokach antykorozyjnych: krótki przegląd — A. Duda, B. Kopyciński, s. 37
Corrosion tests of metal pipes in drinking water systems using electrochemical methods — O. R. Adetunji, M.A. Oyelowo, N. O. Adekunle, A. I. Adeogun,

I.K. Okediran, s. 43



Nr 12/2021

Wpływ dodatków stopowych bizmutu i ołowiu na odporność korozyjną powłok cynkowych zanurzeniowych – Analiza stereologiczna i odporność korozyjna — L. Komorowski, A. Królikowska, Z. Gałajda, s. 396
Jak oceniać zniszczenia stali kortenowskich? Kiedy jednak malować? — I. Kuncze, A. Królikowska, s. 405



Nr 11/2021

Galwanotechnika w Polsce – dokąd zdążamy? — I. Ciepacz, s. 356
Electrolytic deposition of zinc-nickel alloy coatings with organic addition — A. J. Domańska, P. M. Skitał, s. 358
Problemy z korozją powłok chromowych na stali — M. Kołodziej, s. 370
Zastosowanie promotorów adhezji w systemie duplex — A. Kazimierska, T. Skotnicki, W. Urbaniak, s. 373



Nr 10/2021

Przemysł cynkowniczy wczoraj i dziś — P. Liberski, s. 319
Ocena właściwości antykorozyjnych powłok konwersyjnych wytworzonych na magnezie i jego stopach w procesie elektrolitycznego utleniania plazmowego – przegląd — Ł. Florczak, s. 320
Historyczny zarys ochrony przed korozją. Cz. 2. Powłoki metalizacyjne, ochrona katodowa — M. Jaczewski, s. 338

Nowa powłoka ZMspin®, s. 343
Cynkowanie ogniowe. Rozwiązania holistyczne, s. 344



Nr 6/2021

Charakterystyka powierzchni powłok TBC typu La2Zr2O7 + 8YSZ w warunkach korozji wysokotemperaturowej w środowisku ciekłychośadów solnych N₂SO₄ + V₂O₅ — T. Malurdy, M. Mocek, A. Jasik, G. Moskał, s. 170



Nr 5/2021

TIB Clean A300 – obniżenie temperatury odtłuszczania alkalicznego — P. Hamera, A.D. Bennison, s. 144
Przygotowanie powierzchni wyrobów w cynkowniach ogniowych — L. Parol, J. Sipa, s. 150



Nr 12/2020

Cynkowanie alkaliczne i wpływ stężenia węglanów na przebieg procesu — M. Kołodziej, s. 402



Nr 10/2020

Powłoki do ochrony antykorozyjnej wytwarzane metodami natrykiwania cieplnego — K. Szymański, Ł. Augustyński, M. Gdesz, s. 332
Zapraszamy do nowo otwartej cynkowni usługowej w Pile, s. 337
Cynkowanie ogniowe w erze Przemysłu 4.0, s. 340

Powłoki metalizacyjne natrykiwane cieplnie, s. 342
Nowe systemy ochrony cynku przed białą korozją, s. 346

**Nr 8/2020**

Rola cynku w ochronie przeciwkorozyjnej stali – przegląd zastosowań — W. Sokólski, s. 258

**Nr 7/2020**

Powłoki do ochrony przed zużyciem części maszyn wytwarzane metodami napawania i natryskiwania cieplnego — K. Szymański, E. Jonda, W. Szymański, s. 226

**Nr 5/2020**

Wpływ dodatków stopowych do kąpeli na odporność korozyjną powłok cynkowych otrzymanych na stali zbrojeniowej — M. Saternus, J. Sipa, H. Kania, s. 137

Ogólne zasady racjonalnego doboru składu chemicznego stopów do cynkowania zanurzeniowego — J. Zasada, P. Liberski, s. 144

Struktura i kinetyka wzrostu powłok cynkowych na stali zbrojeniowej B500SP — H. Kania, J. Sipa, M. Saternus, s. 152

Przygotowanie powierzchni przed cynkowaniem ogniowym, s. 158

Scheffer Krantechnik developing products state of the art, s. 161

Czyste powietrze – odpylanie w cynkowniach i systemem MIKROPUL ASSIST – zdalny monitoring w czasach zdalnej pracy, s. 164

Rozwój technologii pasywacji trójwartościowych w konsekwencji wzrostu świadomości środowiskowej, s. 168

**Nr 4/2020**

Ocena wpływu niskotemperaturowej obróbki cieplnej na wybrane właściwości cynkowej powłoki zanurzeniowej — E. Szatkowska, D. Jędrzejczyk, s. 13

Nowoczesne cynkowanie alkaliczne MERLIN – wpływ struktury powierzchni na właściwości nałożonej powłoki, s. 128

**Nr 3/2020**

Odporność na korozję odlewniczego stopu aluminium EN AC 47100 z powłoką konwersyjną Cr(III) otrzymaną w obecności katalizatora cyrkonowego — J. Winiarski, J. Szczepańska, E. Gralak, A. Mazur-Nowacka, B. Szczygieł, s. 84

Czy pasywacja powłoki Zn jest gwarancją jej odporności korozyjnej? — N. Dróżdż, M. Hajduga, S. Smoszna, S. Węgrzynkiewicz, M. Olak, s. 95

Wpływ sposobu usuwania defektów powłok cynkowych wytworzonych metodą zanurzeniową na ich odporność korozyjną

— S. Smoszna, M. Hajduga, N. Dróżdż, S. Węgrzynkiewicz, M. Olak, s. 101

**Nr 2/2020**

Wpływ parametrów procesu cynkowania słabo kwaśnego na odporność korozyjną na przykładzie technologii Sprytny Cynk — Ł. Socha, s. 50

**Nr 12/2019**

Cynkowanie w erze robotyzacji i automatyzacji, s. 406

**Nr 10/2019**

Co mogą, a czego nie mogą przeciwkorozyjne powłoki cynkowe, s. 330

Struktura i właściwości innowacyjnych stopów cynku do cynkowania zanurzeniowego metodą ciągłą — J. Wesołowski, Sz. Malara, s. 332

Proces dekompozycji składu fazowego w kompozytowych powłokach TBC typu Sm₂Zr₂O₇+8YSZ

w warunkach korozji wysokotemperaturowej — G. Moskal, S. Jucha, s. 338

Zabezpieczenie na lata, s. 344

Odporność na korozję powłok cynkowych i cynkowo-aluminiowych otrzymanych w procesie cynkowania jednostkowego, s. 348

**Nr 5/2019**

Stal ocynkowana metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe) – zastosowanie w konstrukcjach wsporczych instalacji naziemnych może obniżyć koszty, s. 181

Generacje pasywacji cynkowych powłok zanurzeniowych, nr 5/2019, s. 183

**Nr 4/2019**

Degradacja kompozytowych powłok TBC typu La₂Zr₂O₇+8YSZ podczas utleniania w temperaturze 1100°C — A. Jasik, M. Mikuśkiewicz, G. Moskal, s. 130

Zanurzeniowe powłoki aluminiowe na stali zbrojeniowej B500S — H. Kania, J. Sipa, M. Saternus, s. 140

**Nr 3/2019**

Wpływ obróbki wibrościernej na odporność korozyjną powłoki cynkowej — M. Hajduga, S. Węgrzynkiewicz, M. Maślanka, K. Lalik, Z. Głuchowski, s. 86

Wpływ obróbki strumieniowo-ściernej na grubość i mikrostrukturę powłoki cynkowej utworzonej na powierzchni stali po wypalaniu gazowym —

M. Pawełek, S. Węgrzynkiewicz, M. Sozańska, s. 105

Elektroosadzanie powłok Zn, Cu oraz stopowych Cu-Zn z kąpeli galwanicznych opartych na octanie 2-hydroksyetylo-(trimetylo)amoniowym — A. Maciej, M. Kądziela, G. Dercz, J. Michalska, s. 112

Powłoki metalowe

Kompozytowe powłoki cynkowe z polimerowo modyfikowanymi nanocząstkami CuO do ochrony przed korozją i powstawaniem biofilmu

Powstawanie biofilmu i korozja są dobrze znanymi problemami w przemyśle morskim. W artykule przedstawiono wyniki badań nad wpływem nanocząstek tlenku miedzi (CuO) na właściwości przeciwpoworostowe i przeciwkorozyjne kompozytowej (hybrydowej) powłoki cynkowej na stali. Kationowy polielektrolit – polietylenoimina (PEI) został zastosowany do stabilizacji zawiesiny CuO przed osadzeniem cząstek na stalowym podłożu. Wielkość i gęstość ładunku nanocząstek CuO pokrytych PEI badano za pomocą metod rozpraszania światła i mikroelektroforezy.

Nanocząstki CuO modyfikowane polimerami osadzano elektrolitycznie na powierzchni stali (katoda) przy pH 9,0, co miało na celu zminimalizowanie efektu agregacji w zawiesinie i rozpuszczania nanocząstek CuO. Następnie na stalową próbkę pokrytą CuO nanoszono elektrolitycznie standardową powłokę cynkową z roztworu siarczynu cynku o pH 4,5–5,0. Rozmieszczenie nanocząstek CuO na powierzchni stali oraz morfologię kompozytowej powłoki cynkowej badano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej. Zbadano właściwości ochronne tego systemu w modelowym środowisku korozyjnym, jakim jest 5% roztwór NaCl, przez zastosowanie krzywych polaryzacji potencjodynamicznej (PDP) i pomiarów oporu polaryzacji (R_p). Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że osadzone w układzie modyfikowane polimerami CuO zapewniają lepszą odporność na korozję i zdolności ochronne w porównaniu ze zwykłym cynkiem.

Na podstawie: N. Boshkova i in., *Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies*, 2021, vol.15, s.21–29

Cynkowanie elektrolityczne – kierunki rozwoju

W artykule przedstawiono główne założenia technologii otrzymywania powłok cynkowych metoda elektrolityczną.

Opisano proces chromianowania pokryć cynkowych.

W omówieniu kierunków rozwoju cynkowania pokazano wyzwania wynikające z wprowadzenia nowej dyrektywy unijnej dotyczącej wody pitnej, co wiąże się ze zwiększeniem wymagań dotyczących jakości wody, nakładanych na przemysł. Podano przykłady zmian w procesie cynkowania będących odpowiedzią

na zastrzane regulacje środowiskowe. Wprowadzenie dodatków do pasywacji, np. kobaltu poprawia właściwości ochronne warstwy konwersyjnej powstającej ze związków chromu(III). Jednak dostępność kobaltu i jego cena skutecznie ograniczają jego stosowanie.

Kierunkiem rozwoju procesu chromianowania jest projektowanie roztworów do pasywacji zawierających nanocząstki, które uszczelniają warstwę konwersyjną, dzięki czemu wydłużają jej użytkowanie. Rozwiązania poprawiające odporność warstw konwersyjnych są dostępne na polskim rynku.

Prowadzone są również badania nad otrzymywaniem powłok cynkowych z roztworów cieczy jonowych (*ionic liquids*, ILs). Te rozwiązania pozostają nadal na etapie badań.

Kolejnym wyzwaniem jest zastąpienie kwasu borowego. Opracowywane są nowe technologie cynkowania bez użycia kwasu borowego, który zastępuje się kwasami organicznymi. Prowadzi się również próby zastosowania elektrolizy impulsowej zamiast osadzania stałoprądowego, co pozwala na lepszą kontrolę procesu a także na mniejsze zużycie prądu.

Zastrzane regulacje środowiskowe i trudności w dostawach surowców wymuszają modyfikacje stosowanych procesów. Odpowiedzią na główne bolączki przemysłu galwanicznego może być nanotechnologia.

Na podstawie: A. Stankiewicz, K. Zielińska „Cynkowanie elektrolityczne – kierunki rozwoju”, *Przemysł Chemiczny*, 8, 2022, s. 598-601

Zrozumienie i przewidywanie korozji atmosferycznej czujnika korozji Fe/Cu dzięki uczeniu maszynowemu

Korozja atmosferyczna stali węglowej wystawionej na działanie zewnętrznych warunków atmosferycznych w Qingdao (Chiny) monitorowana była za pomocą galwanicznego czujnika korozji ACM typu Fe/Cu w ciągu 34 dni. Galwaniczny czujnik ACM (ACM atmospheric corrosion monitoring) składał się z anod ze stali węglowej i katod z czystej miedzi. Używając podejścia uczenia maszynowego opartego na modelu lasów losowych (*random forest RF*), stwierdzono, że wpływ wilgotności względnej, temperatury i opadów deszczu na początkową korozję atmosferyczną był większy niż wpływ zawartych w powietrzu czynników korozyjnych. Model RF wykazał większą dokładność w przewidywaniu chwilowej korozji atmosferycznej niż modele sztucznej sieci neuronowej (ANN) i regresji wektorów wsparcia (SVR).

Metoda uczenia maszynowego oparta na modelu RF została użyta do wspomaganie analizy i przewidywania wartości IACM, a wyniki zostały porównane z wynikami uzyskanymi przez modele ANN i SVR. Wśród zgromadzonych czynników środowiskowych

temperatura, wilgotność względna powietrza i stan opadów wykazały największe znaczenie dla wartości IACM. Zanieczyszczenia środowiska, takie jak SO_2 , NO_2 , O_3 , CO, PM2.5 i PM10 nie były głównymi czynnikami wpływającymi na wartość IACM ze względu na ich niskie stężenie w Qingdao. Zdolność przewidywania modelu RF była znacznie większa niż modeli ANN i SVR w uczeniu i przewidywaniu IACM, jednak wzrost warstwy produktów korozji na powierzchni czujnika ACM zmniejszył tę dokładność.

Biorąc pod uwagę występowanie korozji na powierzchni czujnika ACM stworzono ulepszony model RF z użyciem wartości QACM jako danych wejściowych, który wykazał znacznie wyższą dokładność w przewidywaniu korozji atmosferycznej stali węglowej. Zgodnie z dodatnią korelacją pomiędzy prądem ACM a szybkością korozji, stopień korozji anody ze stali węglowej może być odzwierciedlony przez wielkość elektryczną na wyjściu czujnika ACM (QACM).

Model predykcyjny przedstawiony w artykule może być potencjalnie przydatny w przyszłym rozwoju inteligentnych czujników korozji z możliwością kompensowania uszkodzeń środowiskowych czujnika i utrzymywania wysokiej dokładności przy dłuższym użytkowaniu.

Na podstawie: Z.Pei i in., *Corrosion Science*, 2020, vol.170, nr 108697

Nowa antykorozyjna powłoka o właściwościach samonaprawiających się opracowana przez naukowców z Rice University w Houston USA

Nowy produkt jest wynikiem badań zapoczątkowanych przez prof. Pulickela Ajayana, naukowca z Uniwersytetu Rice, który pierwszy stworzył związek składający się z siarki i selenu. Materiał ten miał lepsze właściwości izolujące niż większość dostępnych elastycznych materiałów i był bardziej elastyczny niż większość dielektryków. Wyniki wspólnych badań naukowców z Uniwersytetu Rice i South Dakota School of Mines and Technology, poświęconych poszerzeniu zastosowania tego materiału, opublikowano w czasopiśmie *Advanced Materials*.

Lekki stop siarkowo-selenowy łączy w sobie najlepsze właściwości powłok nieorganicznych, takich jak związki na bazie cynku i chromu, które chronią przed działaniem wilgoci i jonów chlorkowych, ale nie przed wpływem biofilmu redukującego siarczany, oraz powłok na bazie polimerów, które chronią stal w warunkach abiotycznych, ale są podatne na korozję wywołaną przez mikroby. Naukowcy umieścili na miesiąc w wodzie morskiej małe płytki z miękkiej stali, na które nałożono badaną powłokę oraz płytki bez zabezpieczenia. Powlekana stal nie wykazywała żadnych odbarwień ani innych zmian, natomiast stal bez zabezpieczenia uległa silnej korozji. Laboratorium wystawiło również te próbki na działanie planktonu i biofilmu przez 30 dni, symulując środowisko zawierające bakterie redukujące siarczany, które przyspieszają korozję. Skuteczność inhibicji dla nowej powłoki wynosiła 99,99%.

Według informacji zawartych w komunikacie, powłoka miała lepsze właściwości ochronne w porównaniu z komercyjnymi powłokami o podobnej grubości – około 100 μm .

Badania pozwoliły na odkrycie dodatkowej właściwości tego materiału, a mianowicie że lepkością powłoka wykazuje zdolność do samoregeneracji. W celu przebadania zdolności powłoki do samoregeneracji badacze przecięli powłokę na pół i umieścili ją na gorącej płycie. Obie części powłoki połączyły się ponownie w ciągu około dwóch minut po podgrzaniu do temperatury około 70°C. Podobnie uszkodzenia powłoki w postaci otworków były usuwane przez podgrzewanie jej w temperaturze 130°C przez 15 minut.

Badania były wspierane przez National Science Foundation i NASA.

Na podstawie: paintsquare.com z 27.11.2021

Korozja heterogenicznych złączy spawanych w sztucznym środowisku wody kotłowej

W artykule omówiono problematykę degradacji pod wpływem korozji złączy spawanych w środowisku wody kotłowej. Woda kotłowa jest powszechnie stosowana w energetyce.

W eksperymencie korozyjnym symulowano środowisko wody kotłowej podczas postoju, kiedy to substancje chemiczne mogą zwiększać stężenie w osadach lub w wyniku odparowania. Eksperyment korozyjny przeprowadzono na heterogenicznych spoinach wykonanych ze stali EN P265GH i ENX6CrNiTi18-9 w środowisku stojącej wody kotłowej z dodatkiem NaCl, w ciągu 53 dni. Spoiny zostały wykonane metodą spawania ręcznego, nie można więc było zapewnić ich jednorodności, dlatego na wszystkie pomiary nieznacznie wpłynęła jakość spoiny. Skład chemiczny sztucznej wody kotłowej został zalecony przez operatora elektrowni na podstawie składu chemicznego wody kotłowej będącej w eksploatacji.

Straty masy próbek w sztucznej wodzie kotłowej bez NaCl wynosiły 1,24 g, natomiast w najbardziej agresywnym środowisku z dodatkiem 5% NaCl wartość ta osiągnęła 1,37 g. Wskazuje to, że nawet środowisko czystej wody kotłowej powodowało ubytki korozyjne, które były tylko nieznacznie gorsze po dodaniu NaCl. Badania odporności na kruche pękanie wykazywały stosunkowo duże odchylenia standardowe, niemniej jednak widoczny był spadek wytrzymałości w środowisku o wyższym stężeniu NaCl.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zniszczenia korozyjne heterogenicznych połączeń spawanych mogą występować i ulegać propagacji nawet podczas postoju elektrowni. Obserwowane uszkodzenia spowodowane korozją w złączach spawanych są stosunkowo niewielkie, jednak nawet one mogą doprowadzić do pęknięcia spoiny po kilku cyklach obciążenia korozyjnych podczas postoju, dlatego też nawet w czasie postoju należy monitorować korozję i zapobiegać jej skutkom.

Na podstawie: J. Hodač, V. Veselý, *KOM Corrosion and Mat. Prot. J.* 2022, vol. 66, s. 16-19, DOI: 10.2478/kom-2022-0003

Studium przypadku ochrony katodowej zastosowanej do ochrony mostu

Mosty usytuowane w obszarze nadmorskim podlegają działaniu trudnych warunków atmosferycznych, co skutkuje ich silną korozją. Tysiące mostów na Florydzie, zbudowanych najczęściej ze zbrojonego betonu, narażonych jest na korozję pod wpływem słonej wody. Większość mostów podtrzymywana jest przez prefabrykowane podpory, które stale lub okresowo narażone są na działanie wody morskiej, wymagając więc zastosowania ochrony katodowej. Naukowcy zajmujący się konstrukcjami, specjaliści w zakresie korozji oraz pracownicy laboratorium korozyjnego z Florida Department of Transportation badali dwie podpory zdemontowane z mostu Veterans Memorial Bridge. Most przez rzekę Halifax zbudowany został w roku 1954, a wody rzeki zawierają duże stężenie chlorków.

Na palach zamontowane zostały anody w postaci osłony z siatki cynkowej stanowiące element ochrony katodowej mostu w taki sposób, by zapewnić trwałą ochronę przed korozją stalowych prętów zbrojeniowych. W latach 1992 i 1994 most przeszedł szczegółową ocenę stanu technicznego, w wyniku czego postanowiono naprawić 133 podpory przez zamontowanie nowych anod z siatki cynkowej, jednak w roku 2016 most został zamknięty i przeznaczony do likwidacji z uwagi na niezgodność z wymogami dotyczącymi zarówno nawierzchni, jak i systemów bezpieczeństwa balustrad. Pozwoliło to na szczegółowe badania stanu betonu, zawartości chlorków, a także skuteczności ochrony katodowej.

Wysoka zawartość chlorków w betonowej podporze została stwierdzona w trzech obszarach: na krawędzi górnej części płaszczka z polimeru wzmocnionego włóknami, w pobliżu dna płaszczka z polimeru i poniżej płaszczka. Znalezienie tak wysokiej zawartości chlorków w materiale wypełniającym płaszcz w górnej jego części było niespodziewane i chociaż nie utrudniało to przepływu prądu ochrony katodowej, mogło potencjalnie wprowadzić niejednorodność rozkładu prądu. Usunięto fragmenty siatki cynkowej i stwierdzono, że jest ona w dobrym stanie, a tylko nieliczne elementy wykazują bardzo niewielkie pogorszenie ich stanu. Autorzy podali dwie potencjalne przyczyny takiego stanu rzeczy. Po pierwsze płaszczki typu *stay-in-place* mógł ograniczyć ilość tlenu w tym obszarze. Po drugie zanurzona anoda cynkowa może przenosić większość obciążenia w czasie odpływu, zapewniając w ten sposób przepływ prądu jonowego i uzupełniając cynkową anodę z siatki cynkowej. Na koniec usunięto i skontrolowano stan prętów zbrojeniowych. Stwierdzono, że obszar pomiędzy przypiływem a odpływem wody charakteryzował się największą ilością produktów korozji i ubytków stali. Skuteczność systemu ochrony katodowej została udowodniona, gdy stwierdzono, że pręt narażony był mocno skorodowany.

Po usunięciu osłony z siatki w betonie nie zaobserwowano pęknięć ani kruszenia się betonu, co pozwoliło na stwierdzenie, że system ochrony katodowej zapewnić może ochronę mostu przez ponad 25 lat.

Na podstawie: www.materialsperformance.com, D.L. Leng, M. Duncan, I.R. Lasa, "Forensic Evaluation of Long-Term Galvanic Cathodic Protection of Bridge Pilings in a Marine Environment," CORROSION 2020, paper no. 14485

Ocena stanu korozji posągu jeźdźca na koniu wykonanego z brązu, narażonego na działanie środowiska miejskiego

W artykule przedstawiono charakterystykę stanu zachowania posągu jeźdźca na koniu eksponowanego na zewnątrz – podjęto badania in-situ, wieloanalityczne i nieinwazyjne. Badany artefakt to posąg jeźdźca na koniu upamiętniający generała Alfonso Ferrero della Marmorę, umieszczony w środowisku miejskim w Turynie. Badanie zostało przeprowadzone w ramach interwencji konserwatorskiej, a jego głównym celem było scharakteryzowanie ogólnego stanu rzeźby, aby można było dostarczyć konserwatorom informacji przydatnych do opracowania planu renowacji dostosowanego do obecnego stanu posągu.

Dzięki połączeniu wyników pochodzących z różnych technik diagnostycznych możliwa była pełna charakterystyka materiałów tworzących to dzieło sztuki oraz ocena skuteczności prac konserwatorskich przeprowadzonych około dziesięć lat temu. Identyfikacji pierwiastków obecnych w stopie artefaktu dokonano metodą spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej (XRF) – badanie wykazało, że posąg został wykonany głównie z dwóch stopów brązu. Elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną (EIS) wykonano w celu zbadania mechanizmów korozji oraz określenia skuteczności ochronnej patyny obecnej na powierzchni rzeźby. Ponadto wykonano badania metodą spektroskopii ramanowskiej (RS) w celu scharakteryzowania składu i mikrostruktury produktów korozji, zidentyfikowanych głównie jako siarczany. Połączenie tych technik pozwoliło na potwierdzenie obecności warstw wosków pochodzących z wcześniejszych prac konserwatorskich, nadal zdolnych do ochrony metalowego podłoża przed korozją. Ponadto możliwe było skorelowanie stanu zachowania rzeźby z warunkami ekspozycji i lokalizacją posągu.

Na podstawie: L. Es Sebar i in., *KOM Corrosion and Mat. Prot. J.* 2022, vol. 66, s. 50-55, DOI: 10.2478/kom-2022-0008

40 pkt. MEiN dla „Ochrony przed Korozją”

Autor za publikację artykułu w czasopiśmie naukowym „Ochrona przed Korozją” otrzymuje 40 punktów zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.



We protect and
beautify the world™

Doskonałe powłoki
antykorozyjne i ogniochronne

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com

Najbliższe wydarzenia



Najbliższe szkolenie IBDiM **Projektowanie i nadzór nad wykonywaniem zabezpieczeń antykorozyjnych na konstrukcjach stalowych STAL 3/2022** odbędzie się w dniach **24–28 października 2022 r.**

Instytut Badawczy Dróg i Mostów realizuje szkolenie resortowe w dziedzinie antykorozyjności mostów stalowych (pod patronatem Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oraz Polskiego Stowarzyszenia Korozyjnego) w systemie kształcenia ustawicznego w ramach studium antykorozyjności mostów stalowych.

Kursy spełniają wymogi szkolenia specjalistycznego, określone w wymaganiach PN-ISO 9001 i mogą być zaliczone w poczet doszkalania zawodowego pracowników.

Więcej informacji: <https://www.ibdim.edu.pl/pl/oferta/kurs-stal-3-2022>

Kurs **CERTYFIKAT/2022** planowany jest w dniach 7-9 listopada 2022 r.

Kurs **BETON 2/2022** planowany jest w dniach 21–25 listopada 2022 r.



Warsaw Industry Week, Międzynarodowe Targi Innowacyjnych Rozwiązań Przemysłowych odbędą się w dniach **7-9 listopada 2022 r.** w Ptak Warsaw Expo.

Warsaw Industry Week organizowane są od 2016 roku. W ubiegłym roku, na 2. halach wystawienniczych, zwiedzający mogli poznać ofertę 380 wystawców prezentujących rozwiązania dla konstruktorów i dostawców maszyn, pojazdów drogowych i szynowych, przemysłu motoryzacyjnego, stoczniowego, lotniczego, elektrycznego i elektronicznego, głównych mechaników, mechaników precyzyjnych, producentów blach i wyrobów metalowych oraz firm wykańczających powierzchnie. Podczas trzech dni spotkań branżowych, zwiedzający mogli poznać zagadnienia dotyczące nowoczesnych technologii obróbki, poprawy wydajności i efektywności oraz optymalizacji łańcucha produkcyjnego, zaczynając od obrabiarek poprzez dostawców precyzyjnych narzędzi.



Szkolenie stacjonarne **TECHNOLOGIE KOMPOZYTOWE BELZONA** odbędzie się w Bielsku, w dniach **15-16 listopada br.**

Zagadnienia szkoleniowe:

- Kompozyty polimerowe i obszary ich zastosowań
- Technologia spajania „na zimno” oraz systemy wzmacniania konstrukcji
- Poprawa trwałości oraz sprawności maszyn i urządzeń technicznych
- Ochrona antykorozyjna i system powłok ochronnych
- Naprawy konstrukcji żelbetowych, wzmacnianie i naprawa fundamentów
- Powłoki specjalnego przeznaczenia oraz usuwanie wycieków
- Pokaz praktycznych zastosowań kompozytów Belzona

Więcej informacji: <https://www.belse.com.pl/>



XVI Międzynarodowa Konferencja **Problems of corrosion and corrosion protection of materials** odbędzie się we Lwowie, w dniach **15-16 listopada br.** jako 490. impreza EFC.

Organizatorami Konferencji są:

- EUROPEAN FEDERATION OF CORROSION
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
- MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
- UKRAINIAN ASSOCIATION OF CORROSIONISTS
- KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE
- IVAN FRANKO LVIV NATIONAL UNIVERSITY

Więcej informacji: <https://www.ipm.lviv.ua/corrosion2022/>

Wynalazki

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 21/2022

Nanokrystaliczny magnetycznie miękki stop żelaza i kobaltu z mikrodotądkiem miedzi

Twórcy: Nabiałek Marcin; Jeż Bartłomiej; Jeż Kinga · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439380, s. 16

Nanokrystaliczny magnetycznie miękki stop żelaza i kobaltu

Twórcy: Nabiałek Marcin; Jeż Bartłomiej; Jeż Kinga · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439383, s. 16

Nanokrystaliczny stop żelaza

Twórcy: Nabiałek Marcin; Jeż Bartłomiej; Jeż Kinga · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439384, s. 16

Nanokrystaliczny magnetycznie półtwardy stop żelaza

Twórcy: Nabiałek Marcin; Jeż Bartłomiej; Jeż Kinga · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 439386, s. 16-17

Sposób wytwarzania porowatych warstw tlenkowych na aluminium zawierających polimerowe inhibitory korozji

Twórcy: Sowa Maciej; Simka Wojciech; Olesiński Aleksander · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 440044, s. 17

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 23/2022

Farba termochronna do podłoża stalowych oraz sposób wytwarzania farby termochronnej

Twórcy: Kowalczyk Krzysztof; Kowalczyk Agnieszka · Firma: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin · Zgłoszenie 436238, s. 17

Sposób syntezy nanocząstek tlenku cynku, sposób wytwarzania komponentu do lakieru do druku, komponent do lakieru do druku w postaci nanocząstek tlenku cynku wytworzonych tym sposobem oraz zastosowanie nanocząstek tlenku cynku jako komponentu do lakieru do druku

Twórcy: Karbownik Iwona; Korościk Tomasz · Firma: DRUKARNIA OLTOM sp. z o.o. sp. k., Łódź · Zgłoszenie 436239, s. 17

Sposób wytwarzania ochronnej warstwy powłoki polimerowej z udziałem nanocząstek tlenku cynku, przeciwdziałającej namnażaniu się mikroorganizmów

Twórcy: Karbownik Iwona; Pieczonka Zbigniew

· Firma: PIECZONKA ZBIGNIEW KARTON-PAK CIESZYŃ, Cieszyn · Zgłoszenie 436171, s. 17

Mieszanina do tworzenia powłok ognioochronnych oraz jej zastosowanie

Twórcy: Chruściel Barbara; Chmielewska Danuta; Niziurska Małgorzata; Synowiec Barbara; Gąsiński Arkadiusz · Firma: SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Warszawa · Zgł. 436235, s. 18

Mieszanina mineralna do tworzenia materiału na powłoki ognioochronne, materiał zawierający tę mieszaninę oraz jego zastosowanie

Twórcy: Chruściel Barbara; Chmielewska Danuta; Niziurska Małgorzata; Synowiec Barbara; Gąsiński Arkadiusz · Firma: SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Kraków · Zgłoszenie 439739, s. 18

Sposób wytwarzania nanocząstek złota o wydłużonym kształcie

Twórcy: Wojnicki Marek; Luty-Błocho Magdalena; Kwolek Przemysław · Firma: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków; Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Rzeszów · Zgłoszenie 436230, s. 18

Sposób oceny nośności oraz wytrzymałości pierścieniowego połączenia nasadowego między kompozytem i innym materiałem

Twórcy: Kozioł Mateusz; Berestecki Łukasz; Malczewska Magdalena; Konik Daria; Jała Jakub; Olesik Piotr · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgłoszenie 439866, s. 27-28

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 24/2022

Nowa generacja materiału polimerowego przeznaczona na osłony do samochodowych układów hamulcowych

Twórcy: Tomczak Andrzej; Tomczak Henryk; Tomczak Arkadiusz · Firma: P.P.H.U. Przedsiębiorstwo Tworzyw Sztucznych A.H.A. TOMCZAK SJ, Pabianice · Zgłoszenie 436278, s. 15

Sposób otrzymywania materiału konstrukcyjnego ze stopu na osnowie Fe-Al

Twórcy: Jabłońska Magdalena; Badnarczyk Iwona; Mikuszewski Tomasz; Tkocz Marek · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice · Zgł. 436269, s. 15

Staliwo drobnoziarniste o podwyższonej odporności na ścieranie

Twórcy: Białobrzaska Beata; Bała Piotr; Dziurka Rafał · Firma: Politechnika Wrocławska, Wrocław;

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków · Zgłoszenie 436264, s. 15-16

Staliwo drobnoziarniste o podwyższonej odporności na ścieranie

Twórcy: Białobrzaska Beata; Bała Piotr; Dziurka Rafał · Firma: Politechnika Wrocławska, Wrocław; Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków · Zgłoszenie 436265, s. 16

Sposób wytwarzania wysokoindukcyjnego metalicznego kompozytu magnetycznie miękkiego o podwyższonej odporności na utlenianie

Twórcy: Hawełek Łukasz; Polak Marcin; Radoń Adrian; Warski Tymon; Zackiewicz Przemysław; Steczkowska-Kempka Magdalena; Kolano-Burian Aleksandra · Firma: SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice · Zgłoszenie 436318, s. 16

Sposób wytwarzania pojemnika stalowego o podwyższonej odporności korozyjnej

Twórcy: Nowaczyk Roman; Polasik Robert · Firma: LOG-TECH KONSTRUKCJE sp. z o.o. sp. k., Syców · Zgłoszenie 436326, s. 16

Biuletyn Urzędu Patentowego nr 26/2022

Sposób wytwarzania pojemników transportowych z gorącowałcowanych kształtowników o podwyższonej precyzji i wytrzymałości

Twórcy: Mirecki Andrzej · Firma: DAM-ROB sp. z o.o. sp. k. Zalewo · Zgłoszenie 436413, s. 12

Sposób nanoszenia warstwy zawierającej nanocząstki metali na włókninę polipropylenową

Twórcy: Hudecki Andrzej; Kolano-Burian Aleksandra; Kałużyński Piotr; Ślęzak-Prochazka Izabella; Kogut Daria · Firma: Politechnika Śląska, Gliwice; SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice · Zgłoszenie 439863, s. 13

Sposób otrzymywania powłok na podłożu tytanu i jego stopów

Twórcy: Dudek Agata; Kierat Oliwia; Adamczyk Lidia · Firma: Politechnika Częstochowska, Częstochowa · Zgłoszenie 440128, s. 17-18

Sposób elektrochemicznego wytwarzania powłok cynkowych o zwiększonej odporności na korozję

Twórcy: Czapla Sławomir Józef; Wesołowski Jarosław; Urbaniak Włodzimierz · Firma: PPH-U UT-OIL sp. z o.o., Dzierżgoń · Zgłoszenie 436407, s. 21



We protect and beautify the world™

Piękno, trwałość,
bezpieczeństwo

ul. Łużycka 8A
81-537 Gdynia
tel. 58 774 99 00
fax 58 774 99 01
customers@ppg.com



PRENUMERATA

2023

Sprawdź
PAKIET!

www.ochronaprzedkorozyja.pl

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 

Kontakt: tel.: 22 840-35-89 prenumerata@sigma-not.pl