

ISSN 1895-6408

STAL

7-8/2023
lipiec-sierpień

 Elamed
MEDIA GROUP

METALE | NOWE TECHNOLOGIE



100 1923-2023



TRUMPF Polska Sp. z o.o. Sp. k. | ul. Połczyńska 111 | 01-303 Warszawa | tel. +48 22 575 39 00 | info@pl.trumpf.com

INNOWACJE
Zastosowanie metod sztucznej inteligencji
w procesach produkcji stali

**Przemysł
z pamięcią
kształtu**



SZANOWNI PAŃSTWO!



W działaniach na rzecz zrównoważonego rozwoju szczególne znaczenie ma obecnie proekologiczny rozwój systemów wytwarzania, oparty o szeroką aplikację sztucznej inteligencji, pozwalającej na głęboką optymalizację konsumpcji zasobów, przyjazną zarówno dla środowiska naturalnego, jak i biznesu. Oczekuje się i stopniowo realizuje rozwój innowacyjnego wytwarzania wyrobów w sposób coraz lepiej zorganizowany i hybrydowy, zapewniający skuteczne skrócenie łańcuchów produkcyjnych i zwiększenie właściwości eksploatacyjnych wyrobów, skuteczniejsze ich planowanie, monitorowanie i samodoskonalenie. Szczególne znaczenie ma obecnie, oparty o te kryteria, rozwój systemów wytwarzania, maszyn i urządzeń technologicznych. Ich czas życia wysokiej/wymaganej dokładności podlega wydłużeniu, ciągłemu monitorowaniu i optymalnemu sterowaniu, samosterowaniu oraz samodoskonaleniu. Zakłócenia podlegają samorozpoznawaniu i samozniszczeniu. Szczególną rolę w tych działaniach mają rozwój i miniaturyzacja sensorów, systemów przetwarzania sygnałów i szeroko pojętych dużych zbiorów informacji, inteligentnych funkcji błędów i ich modeli, opartych o bardzo zaawansowane narzędzia AI i systemy uczenia maszynowego, a także cyfrowych bliźniaków. Ostatnio zespół uczonych pracujący pod moim kierunkiem w Katedrze Obrabiarek i Technologii Mechanicznych Politechniki Wrocławskiej opracował i wdrożył w firmie Koltech w Raciborzu samorozpoznawanie i samokompensację błędów cieplnych i wywołanych odkształceniami struktury mechanicznej Dokładnej Inteligentnej Tokarki do Regeneracji Zestawów Kołowych Pojazdów Szynowych w ramach projektu NCBiR nr POIR.04.01.04-00-0067/17. Powstała więc innowacyjna w skali światowej, inteligentna, autonomicznie działająca tokarka samorozpoznająca i samokompensująca błędy regeneracji kół w czasie rzeczywistym, o dużej odporności na drgania, z monitorowaniem obciążenia w osiach sterownych i z funkcją łamania wiórów, która pracuje już u użytkownika.

Niniejszy numer czasopisma naukowo-technicznego „STAL Metale & Nowe Technologie” oferuje Czytelnikom wiele doniesień naukowych o badaniach i wdrażaniu innowacyjnych technologii o dużym znaczeniu praktycznym. Autorom, Recenzentom i Redaktorom składam w tym miejscu podziękowania za trud włożony w ich doskonałe opracowanie. Czytelnikom życzę satysfakcji z ich studiowania i wielu odniesionych korzyści zawodowych.

Jerzy Jędrzejewski

prof. dr inż. Jerzy Jędrzejewski
Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej

Współpracujemy z:



Wersja papierowa dwumiesięcznika „STAL Metale & Nowe Technologie” jest wersją pierwotną.

Regulamin publikacji artykułów w czasopiśmie i informacje na temat procedur recenzyjnych dostępne w redakcji.

STAL
METALE | NOWE TECHNOLOGIE

Ministerstwo Edukacji i Nauki
5 punktów

INDEX COPERNICUS = 48,81 pkt

BazTech

Redaktorzy tematyczni

prof. dr hab. inż. **Grzegorz Budzik** (Politechnika Rzeszowska) – automatyka, robotyka i innowacje
prof. dr hab. inż. **Henryk Adrian** (AGH Kraków) – hutnictwo i odlewnictwo
prof. dr inż. **Jerzy Jędrzejewski**, prof. zw. (Politechnika Wroclawska) – obróbka
Maciej Stanislawski – oprogramowanie
dr inż. **Andrzej Kłyszewski**, prof. IMN (IMN OML Skawina) – metaloznawstwo
dr **Marek Langalis** – rynek
prof. dr hab. inż. **Andrzej Klimpel** (Politechnika Śląska) – technologie łączenia
dr hab. inż. **Tomasz Trzepieciński**, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska) – technologie cięcia
prof. dr hab. inż. **Jerzy Śladek** (Politechnika Krakowska) – własności i pomiary
dr inż. **Grzegorz Zielinski** (Politechnika Gdańska) – zarządzanie

Rada naukowa

prof. dr hab. inż. **Henryk Adrian** (AGH Kraków)
prof. dr hab. inż. **Grzegorz Budzik** (Politechnika Rzeszowska)
prof. dr hab. inż. **Aleksander Fedoryszyn** (AGH Kraków)
prof. dr hab. inż. **Krzysztof Fitzner** (AGH Kraków)
prof. dr hab. inż. **Bogdan Garbarz** (Instytut Metalurgii Żelaza)
prof. dr hab. inż. **Adam Grajcar** (Politechnika Śląska)
prof. dr hab. inż. **Zbigniew Gronostajski** (Politechnika Wroclawska)
prof. dr inż. **Jerzy Jędrzejewski**, prof. zw. (Politechnika Wroclawska)
prof. dr hab. inż. dr h.c. **Wojciech Kacalak** (Politechnika Koszalińska)
prof. dr hab. inż. **Andrzej Klimpel** (Politechnika Śląska)
dr inż. **Barbara Maria Nasilowska** (Wojskowa Akademia Techniczna)
prof. dr hab. inż. **Jerzy Nowacki** (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny)
prof. dr hab. inż. **Marcin Perzyk** (Politechnika Warszawska)
prof. dr hab. inż. **Edward Wantuch** (AGH Kraków)
prof. dr hab. inż. **Adam Woźniak** (Politechnika Warszawska)
prof. dr hab. inż. **Józef Zasadiński** (AGH Kraków)
dr hab. inż. **Włodzimierz Adamski** (Politechnika Rzeszowska)
dr hab. inż. **Jacek Górka**, prof. Pol. Śl. (Politechnika Śląska)
dr inż. **Andrzej Kłyszewski**, prof. IMN (IMN OML Skawina)
dr hab. inż. **Aleksander Lisiecki**, prof. Pol. Śl. (Politechnika Śląska)
dr hab. inż. **Edward Miko**, prof. PŚk (Politechnika Świętokrzyska)
dr hab. inż. **Jacek Mucha**, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska)
dr inż. **Jerzy Niagaj**, prof. nadzw., IWV (Instytut Spawalnictwa)
dr hab. inż. **Piotr Nieslony**, prof. PO (Politechnika Opolska)
dr hab. inż. **Przemysław Postawa**, prof. PCz (Politechnika Częstochowska)
dr hab. inż. **Tadeusz Sałaciński**, prof. nadzw. PW (Politechnika Warszawska)
dr inż. **Adam Schwedler** (Instytut Metalurgii Żelaza)
dr hab. inż. **Tomasz Trzepieciński**, prof. PRz (Politechnika Rzeszowska)
dr hab. inż. **Zbigniew Zimniak**, prof. PWr (Politechnika Wroclawska)
dr hab. inż. **Włodzimierz Zowczak**, prof. PŚk (Politechnika Świętokrzyska)
prof. **Sergei Bosiakov** (Belarusian State University)
prof. **Rudolf Kawalla** (Technical University Bergakademie Freiberg, Germany)
prof. **Heirga G. Lemu** (University of Stavanger, Norway)
prof. **Jan Slota** (Technical University Košice, Slovakia)

Redakcja

40-203 Katowice, al. Roździeńskiego 188c
tel. 32 788 51 83, tel./fax 32 788 51 09
e-mail: stal@elamed.pl, dlaprodukcji.pl

Redaktor wydania

prof. dr inż. Jerzy Jędrzejewski

Redaktor naczelny

prof. dr hab. inż. Jarosław Sep

Redaktor zarządzająca

Anna Bębenek
tel. 885 058 816
e-mail: a.bebenek@elamed.pl

Młodsza redaktor

Joanna Miśkiewicz
tel. 660 734 192, j.miskiewicz@elamed.pl

Dział reklamy i marketingu

Magdalena Łysiak, tel. 600 833 954
e-mail: m.łysiak@elamed.pl

Marzena Basińska, tel. 795 401 282
e-mail: m.basinska@elamed.pl

Korekta

Ewa Stawiarska

Redaktor językowy

Małgorzata Chuchla

Skład i łamanie

Marcin Korus

Wydawca

Elamed
MEDIA GROUP

Wydawnictwo jest członkiem

IZBA WYDAWCÓW PRASY



40-203 Katowice, al. Roździeńskiego 188c
tel. 32 788 51 01, fax 32 788 51 09
e-mail: elamed@elamed.pl
elamed.pl

Druk

Mewa Druk, Ruda Śląska

Dział Obsługi Klienta

32 788 51 28, fax 32 788 51 49
Infolinia: 801 88 89 80

Cena prenumeraty rocznej: 215 zł brutto (171,30 zł netto + 8% VAT) oraz koszty pakowania i wysyłki
Prenumerata pocztowa prowadzona jest na terenie całego kraju.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam, ogłoszeń i artykułów sponsorowanych oraz wszelkich materiałów powierzonych, tj. prezentacji, przeglądów itp. Wydawca ma prawo odmówić zamieszczenia reklam i ogłoszeń, jeżeli ich treść albo forma są sprzeczne z charakterem pisma lub interesem wydawcy. Przedruk, kopiowanie albo powielanie w jakiegokolwiek formie, w części lub całości bez pisemnej zgody Elamed Media Group są całkowicie zabronione.



SPIS TREŚCI

- 5** Rozszerzenie asortymentu frezów trzpieniowych – VFR – bardzo małe średnice 0,2÷0,5 mm*

INNOWACJE

- 8** Zastosowanie metod sztucznej inteligencji (AI) w procesach produkcji stali
dr inż. Karol Frydrych,
mgr inż. Maciej Tomczak,
dr hab. inż. Jarostaw Jasiński,
dr hab. Stefanos Papanikolaou
- 15** Polski rynek obróbki blach jest gotowy na cyfryzację *
- 16** Przemysł z pamięcią kształtu
Ksenia Siadkowska

WŁASNOŚCI I POMIARY

- 20** Zawory bezpieczeństwa. Przyczyny pękania korpusów
Paweł Grześkowiak, Ryszard Wróbel

- 26** Zastosowanie współrzędnościowych systemów pomiarowych w procesie inżynierii rekonstrukcyjnej
mgr inż. Barbara Jamuła, dr inż. Anna Bazan,
dr inż. Paweł Turek, dr hab. inż. Marek Magdziak

- 33** Analiza systemów pomiarowych (MSA/VDA) w środowisku Q-DAS Solara.MP *

TECHNOLOGIE ŁĄCZENIA

- 34** Czy spawanie można wykorzystać w procesie druku 3D?
dr inż. Krzysztof Pańcikiewicz

OBRÓBKA

- 40** Obróbka skrawaniem w produkcji masowej
mgr inż. Agnieszka Hyla
- 44** Centrum Produkcyjno-Wdrożeniowe *
- 46** Optymalizacja programów obróbczych na obrabiarkach CNC
dr hab. inż. Włodzimierz Adamski

Czy spawanie można wykorzystać w procesie druku 3D?



Obróbka skrawaniem w produkcji masowej



40

- 53 Bezkompromisowe wykonanie w najdrobniejszych szczegółach*
- 54 Prezentacje maszyn do obróbki skrawaniem
- 56 Technologia sukcesu. 100 lat firmy Trumpf*

TECHNOLOGIE CIĘCIA

- 58 Zastosowanie wiązki promieniowania laserowego do cięcia i ocena jakości powierzchni ciętych materiałów konstrukcyjnych
dr inż. Agnieszka Rzeźnikiewicz
- 62 Kompetencje serwisowe a wycinarki laserowe

* Artykuł sponsorowany

Indeks firm

BOEHLERIT	str. 53	ITA.....	str. 44-45, 49, 54	OERLIKON.....	str. 54
CFI SYSTEMY	str. 31	ITM	str. 72-74	PERSCHMANN.....	str. 55
DIENES.....	str. 29	KIMLA.....	str. 62-63	SW MACHINES.....	str. 41
ECL TECH	str. 47	MMC HARDMETAL.....	str. 5	TOOLEX	III okładka
GF MACHINING.....	str. 3	OBERON 3D QS	str. 33	TRUMPF	I okładka, str. 56-57

RYNEK

- 64 Jako spawalnicy musimy się uczyć na bieżąco
Wywiad z Pauliną Grabowską-Lisowską, inżynierem spawalnikiem
- 68 Wzmacnianie innowacyjności w branży metalowej: korzyści z ulgi podatkowej na działalność badawczo-rozwojową (ulga B+R)
Ewa Flor

WYDARZENIA

- 72 Transformacja wyzwaniem dla przemysłu