

POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I LOGISTYKI

Współorganizatorzy:

UNIwersytet Techniczny w Ostrawie (Czechy)

UNIwersytet Techniczny w Koszycach (Słowacja)

Instytut Problemów Stosowanych Mechaniki i Matematyki

Narodowej Akademii Nauk

(Ukraina)

Międzynarodowe seminarium naukowe

***OPTYMALIZACJA STRUKTUR PROCESÓW
WYTWÓRCZYCH - 2020***

Materiały



**OPOLE
22 grudnia 2020**

OPOLE 2020

KOMITET NAUKOWY

PRZEWODNICZĄCY:

Hachkevych O.,
Stanik- Besler A.,
Wołczański T.

CZŁONKOWIE:

Bozhenko B., Madej-Lachowska M., Moryń S., Rut J.,
Shynkarenko H., Terlets'kyi R., Zator S.

KOMITET ORGANIZACYJNY:

Bozhenko B., Czumałowska P., Ivas'ko R., Rut J.,
Stanik-Besler A., Wołczański T.

JEDNOSTKI ORGANIZACYJNE:

Katedra Matematyki i Zastosowań Informatyki,
Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa Pracy

ZAKRES TEMATYCZNY:

1. NAUKI PODSTAWOWE W PROCESACH WYTWÓRCZYCH
2. MODELOWANIE I OPTIMALIZACJA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH
3. INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

SEKRETARIAT SEMINARIUM:

POLITECHNIKA OPOLSKA

Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Katedra Matematyki i Zastosowań Informatyki
ul. Sosnkowskiego 31, 45-271, Opole
tel. 077 – 449 87 21

SPIS TREŚCI

REFERATY ZAMAWIANE

1. O. HACHKEYVICH, A. STANIK-BESLER, T. WOŁCZAŃSKI PROCESY WYTWÓRCZE. OSIĄGNIĘCIA I ROZWÓJ – 2020	9
2. O. HACHKEYVICH, R. IVAS’KO, S. MORYŃ, R. MUSII WYBRANE PROBLEMY MODELOWANIA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH Z UWZGLĘDNIENIEM INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA	15
3. A. METELSKI DYDAKTYKA PRZEDMIOTU STATYSTYKA W TECHNICZNYCH UCZELNIACH W DOBIE PANDEMII COVID-19	19

I. NAUKI PODSTAWOWE W PROCESACH WYTWÓRCZYCH

1. D. PĄCZKO LYAPUNOV FUNCTION WITH VARIABLE SIGN TO THE STUDY OF THE REGULARITY OF A DYNAMICAL SYSTEM	25
2. H. ŚCIEGOSZ ANALIZA SZEREGÓW CZASOWYCH – STUDIUM PRZYPADKU	26
3. B. BOZHENKO, L. ONYSHKO, O. ONYSHKO, M. SAVRUK USING FINITE DIFFERENCES METHOD WITH RESPECT TO TIME TO SOLVING OF NON-AXISYMMETRIC DYNAMIC PROBLEMS OF MECHANICS FOR THE RING AREA	28
4. B. BOZHENKO, L. ONYSHKO, O. ONYSHKO, A. STANIK-BESLER DETERMINATION OF STRESSES IN HOLLOW CYLINDRICAL CONSTRUCTIVE ELEMENT SUBJECTED TO IMPULS LOADING ON ITS SURFACES	29
5. B. KUSHKA, R. MUSII, V. SHINDER, A. STANIK-BESLER ELECTROMAGNETIC, THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF AN ELECTRICALLY CONDUCTIVE TWO-LAYER HOLLOW CYLINDER SUBJECTED TO HOMOGENEOUS NON-STATIONARY ELECTROMAG- NETIC FIELD	30
6. O. BILYK, H. DROHOMYRETSKA, K. GHAZARYAN, N. MELNYK THERMOMECHANICAL BEHAVIOUR AND LOAD-BEARING CAPACITY OF HOLLOW ELECTRICALLY CONDUCTIVE BIMETALLIC CYLINDER SUBJECTED TO ELECTROMAGNETIC FIELD IN THE REGIME WITH IMPULSE MODULATING SIGNAL	31
7. V. DMYTRUK, R. IVAS’KO, O. KAMINSKA, N. MELNYK THERMOMECHANICAL BEHAVIOUR AND LOAD-BEARING CAPACITY OF HOLLOW ELECTRICALLY CONDUCTIVE BIMETALLIC CYLINDER SUBJECTED TO A SINGLE ELECTROMAGNETIC PULSE	32

8. O. HACHKEVYCH, R. IVAS'KO, A. STANIK-BESLER, D. TARLAKOVSKII	
ELECTROMAGNETIC, THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES FOR MAGNETIZABLE ELECTRICALLY CONDUCTING BODIES SUBJECT TO QUASISTEADY ELECTROMAGNETIC FIELDS	33
9. R. IVAS'KO, R. KUSHNIR, R. MUSII, V. VIESTIAK	
PHYSICO-MATHEMATICAL FUNDAMENTALS OF THERMOMECHA- NICS FOR CONDUCTIVE PLATES UNDER THE ACTION OF ELECTRO- MAGNETIC PULSES	35
10. A. KOZIARSKA, M. ZBADYŃSKI	
WPLYW WIEKU KIEROWCY NA PRZEKROCZENIA DOZWOLONYCH PRĘDKOŚCI W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM W LATACH 2014-2018	36
 II. MODELOWANIE I OPTYMALIZACJA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH	
1. T. WÓLCZAŃSKI, O. HACHKEVYCH, T. KOZAKEVYCH, V. KUKAREKO	
MODELING AND OPTIMIZATION OF RESIDUAL STRUCTURAL AND STRESS STATES OF STEEL SOLIDS SUBJECTED TO TECHNOLOGICAL HEATING	39
2. T. WÓLCZAŃSKI, O. HACHKEVYCH, T. KOZAKEVYCH, A. STANIK-BESLER	
SZCZĄTKOWY STAN STRUKTURALNY ORAZ SPRĘŻYSTY MAŁOWĘGLOWEJ NISKOSTOPOWEJ CIENKIEJ STALOWEJ PŁYTY PRZY NAGRZEWANIU PRZEZ RUCHOME ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA	40
3. R. IVAS'KO, T. KOZAKEVYCH, A. KOZIARSKA, A. RAWSKA- SKOTNICZNY	
TEMPERATURE FIELD IN STEEL PLATES AT DETERMINING AND OPTIMIZATION OF RESIDUAL STRUCTURAL AND STRESS STATES DURING HEATING BY MOVING DISTRIBUTED HEAT SOURCES	41
4. V. ASTASHKIN, T. KOZAKEVYCH, R. KUSHNIR, A. STANIK- BESLER	
RESIDUAL STRESS STATE OF STEEL PLATES DURING TECHNOLOGICAL HEATING BY MOVING DISTRIBUTED HEAT SOURCES	42
5. T. WÓLCZAŃSKI, O. HACHKEVYCH, T. KOZAKEVYCH, A. TORS'KYI	
TO ESTABLISHING SPECIFIC VOLUMES OF PHASE COMPONENTS IN STEEL PLATES WHEN MODELING RESIDUAL STRUCTURAL AND STRESS STATES	43
6. B. BOZHENKO, O. HACHKEVYCH, T. KOZAKEVYCH, V. MOZHAROV'S'KYI	
TO DETERMINATION OF STRUCTURAL DEFORMATIONS IN STEEL PLATES DURING MODELING AND OPTIMIZATION OF RESIDUAL PHASE AND STRESS STATES AT HIGH-TEMPERATURE HEATING AND SUBSEQUENT COOLING	44

7. O. HACHKEVYCH, O. HUMENCHUK, S. MORYŃ, R. TERLETS'KYI MATHEMATICAL MODEL FOR DESCRIPTION OF TEMPERATURE FIELDS AND STRESSES IN SOLIDS OF LOW ELECTRICAL CONDUCTIVITY SUBJECTED TO INFRARED ELECTROMAGNETIC RADIATION	45
8. O. HACHKEVYCH, O. HUMENCHUK, R. IVAS'KO, A. MARYNOWICZ SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC INFRARED RADIATION IN THERMOMECHANICS OF LOW ELECTRICAL CONDUCTIVITY SOLIDS SUBJECTED TO EXTERNAL IRRADIATION	46
9. L. HAYEVS'KA, O. HUMENCHUK, V. MISHCHENKO, A. STANIK- BESLER, R. TERLETS'KYI ELECTROMAGNETIC RADIATION FLOWS IN ELECTRICALLY CONDUCTING SOLIDS SUBJECTED TO EXTERNAL INFRARED IRRADIATION	47
10. V. BOYCHUK, O. HACHKEVYCH, O. HUMENCHUK, L. KIT MODELING THE BEHAVIOR OF A SYSTEM OF SOLIDS, OPAQUE FOR ELECTROMAGNETIC INFRARED RADIATION, SUBJECTED TO EXTERNAL IRRADIATION	48
 III. INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH	
1. J. TREMBACZ, S. MORYŃ, D. SZEFER BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKUJĄCYM MIESZANKI PASZOWE	51
2. J. TREMBACZ, T. WOŁCZAŃSKI, E. TROMSA IDENTYFIKACJA I ANALIZA ZAGROŻEŃ WYBRANYCH STANOWISK PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM BRANŻY REKLAMOWEJ	52
3. J. TREMBACZ, M. SPALIK, M. GLOMBIK OCENA RYZYKA ZAWODOWEGO NA PODSTAWIE ZAKŁADU X	53
4. A. ROTKEGEL, Z. ZIOBROWSKI MEMBRANY SILMS JAKO BEZPIECZNA ALTERNATYWA USUWANIA CO ₂ Z GAZÓW	54
5. M. BARTOSZUK, J. RUT, I. HUREJ ZARZĄDZANIE PRODUKCJĄ Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU SCADA W OBRÓBCE SKRAWANIEM	55
6. J. RUT, T. WOŁCZAŃSKI SYSTEMY INFORMATYCZNE W PROCESACH PRODUKCYJNYCH	56
7. J. RUT PLANOWANIE PRODUKCJI I ZARZĄDZANIE REALIZACJĄ ZADAŃ PRODUKCYJNYCH	57
8. P. JANUS, R. ŁUSZCZYŃNA IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ NA WYBRANYCH STANOWISKACH PRACY DZIAŁU BADAWCZO-ROZWOJOWEGO W PRZEDSIĘBIOR- STWIE PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO	58

9. J. TREMBACZ, A. WRÓBEL, A. NOSOL ERGONOMICZNE PROJEKTOWANIE STANOWISKA PRACY W ZAKŁADZIE PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO	59
10. J. TREMBACZ, A. NOSOL, K. PAKOCA BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE HANDLOWO-SPEDYCYJNYM	60
11. J. TREMBACZ, S. MORYŃ, I. TRZYNA WPŁYW WDROŻENIA NOWYCH TECHNOLOGII NA POPRAWĘ BEZPIE- CZEŃSTWA KIEROWCY W WYBRANYM PRZEDSIĘBIORSTWIE	61
12. J. RUT ZARZĄDZANIE RYZYKIEM OPERACYJNYM W PRZEDSIĘBIORST- WACH PRODUKCYJNYCH	62
13. J. RUT, T. WÓLCZAŃSKI ZNAKOWANIE PRODUKTÓW Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII RFID	63
14. T. WÓLCZAŃSKI, A. HACHKEYYCH, K. KUSHNEROVA ANTI-TRAFFICKING PUBLIC INFORMATION CAMPAIGN	65

REFERATY ZAMAWIANE



O. HACHKEYVYCH^{1,2}, A. STANIK-BESLER¹, T. WOŁCZAŃSKI¹

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

PROCESY WYTWÓRCZE. OSIĄGNIĘCIA I ROZWÓJ – 2020

Podstawowym zadaniem przemysłu na danym etapie pozostaje produkcja globalnie konkurencyjnych i potrzebnych wyrobów nowego pokolenia w jak najkrótszych terminach i z gwarantowanym okresem eksploatacji, oparta na formowaniu innowacyjnej ekonomii wiedzy oraz jej znaczeniu, uwarunkowanych przyspieszonym rozwojem technologii, totalną komputeryzacją i automatyzacją, globalizacją i hiperkonkurencją, a także stale przyspieszającymi się zmianami w organizacji wytwarzania. Przy tym dla rozbudowy procesów wytwórczych jednym z najważniejszych aspektów jest problem opracowania i ulepszania na podstawie ciągłego doskonalenia ich teoretycznych podstaw przez szerokie zastosowanie metod i aplikacji nauk podstawowych, modelowania matematycznego i statystycznego oraz technik optymalizacyjnych, z jednoczesnym uwzględnieniem szeroko pojętych towarzyszących zagadnień społecznych, ekonomicznych, ekologicznych i inżynierii produkcji, w szczególności inżynierii bezpieczeństwa, przy powszechnym wykorzystaniu współczesnego komputerowego inżynieringu (dla którego charakterystycznymi cechami są multidyscyplinarność i wielobranżowość). Pewne korekty w tym wnoszą osobliwości powiązane z pandemią spowodowaną przez COVID-19.

Badania dotyczące wspomnianych dziedzin prowadzone są przez działający od początku lat dwutysięcznych w Politechnice Opolskiej zespół pracowników naukowych, zajmujący się rozbudową teoretycznych podstaw organizacji i realizacji procesów wytwórczych oraz koordynacją badań w tym obszarze. Badania te prowadzone są w następujących trzech ważnych w opracowaniu teoretycznych podstaw procesów wytwórczych uogólnionych tematycznych kierunkach:

- aplikacje nauk podstawowych w procesach wytwórczych;
- modelowanie i optymalizacja w procesach wytwórczych;
- inżynieria bezpieczeństwa w procesach wytwórczych.

Osobliwością stosowanego podejścia jest koncepcja rozwiązywania powyższych problemów poprzez opracowanie odpowiednich modeli matematycznych opisujących rozważane procesy i zjawiska, metod rozwiązywania sformułowanych przy tym zagadnień matematyki, fizyki i chemii i nauk towarzyszących, optymalizację tych procesów z uwzględnieniem eksperymentalnych i teoretycznych danych o ich osobliwościach, a również dostosowania do wymogów wykazanych czynników społecznych, ekonomicznych, ekologicznych i inżynierii produkcji, w tym inżynierii bezpieczeństwa, zarówno w obszarze ogólnie rozumianego bezpieczeństwa pracy jak i bezpieczeństwa technicznego, powiązanych z efektywnym wytwarzaniem i kolejną eksploatacją wyrobów przy powszechnym

zastosowaniu na wszystkich etapach symulacji komputerowej.

Szczególna uwaga jest przydzielana organizacji procesów wytwarzania i zarządzania działalnością i optymalnym funkcjonowaniem przedsiębiorstw w różnych dziedzinach przemysłu i gospodarki państwowej z uwzględnieniem wymogów inżynierii bezpieczeństwa w oparciu na podejścia informatyki i specjalne celowe oprogramowanie.

Celem badań, prowadzonych w przedstawionych wyżej kierunkach tematyecznych, jest opracowanie i udoskonalenie istotnych dla praktyki inżynierskiej procesów produkcyjnych i technologii w sposób umożliwiający osiągnięcie zamierzonych efektów jakościowych i ilościowych przy minimalizacji kosztów, szczególnie w obszarze zużycia materiałów i energii.

Z analizy różnorodnych aspektów organizacji procesów wytwórczych wynika, że w tej dziedzinie w każdym roku nadal wykonywana jest znaczna ilość badań, które mają zróżnicowany charakter i wymagają uogólnienia i systematyzacji. Próbę takiego usystematyzowania wiedzy we wspomnianych trzech obszarach tematycznych, powiązanych z wykorzystaniem wyników nauk podstawowych, modelowania i optymalizacji, a również metod dostosowania do wymogów inżynierii bezpieczeństwa w połączeniu tej wiedzy z występującymi problemami społecznymi, ekonomicznymi, ekologicznymi i inżynierii produkcji podjęto w Politechnice Opolskiej przez wydawanie w ciągu ponad dziesięciu lat następującego cyklu monografii:

1. Modelowanie i inżynieria produkcji w ekorozwoju, Red. nauk. S. Szymura, OWPO SIM z. 236 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-60691-42-7), Opole 2008.

Экологические аспекты производства и среды, Науч. ред. А. Гачкевич, OWPO SIM z. 237 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-60691-43-4), Opole 2008.

Optimization of manufacturing processes, Ed. by M. Gajek, OWPO SIM z. 238 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-60691-44-1), Opole 2008.

2. Optimization of the structures of manufacturing processes, Ed. by M. Gajek, OWPO SIM z. 256 (ISSN 1429-6063; ISBN 83-6691-69-4), Opole 2009.

3. Optimization of manufacturing processes and more environment, Ed. by M. Gajek, OWPO SIM z. 276 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-60691-96-0), Opole 2010.

4. Modelowanie procesów wytwórczych / Моделирование производственных процессов, Red. nauk.: M. Gajek, O. Hachkevych, OWPO SIM z. 277 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-60691-99-1), Opole 2010.

5. Manufacturing processes. Some problems, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 330 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-62736-85-0), Opole 2012.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 331 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-62736-86-7), Opole 2012.

– v. 3: Safety engineering in manufacturing processes, OWPO SIM z. 332

(ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-62736-87-4), Opole 2012.

6. Manufacturing processes. Actual problems – 2013, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 364 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-64056-37-6), Opole 2013.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 365 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-64056-38-3), Opole 2013.

– v. 3: Safety engineering in production processes, OWPO SIM z. 366 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-64056-39-0), Opole 2013.

7. Manufacturing processes. Actual problems – 2014, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 399 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-64056-87-1), Opole 2014.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 400 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-64056-88-8), Opole 2014.

– v. 3: Inżynieria bezpieczeństwa w procesach wytwórczych, OWPO SIM z. 401 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-64056-89-5), Opole 2014.

8. Manufacturing processes. Actual problems – 2015, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 426 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-24-4), Opole 2015.

– v. 2: Моделирование производственных процессов, OWPO SIM z. 427 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-25-1), Opole 2015.

– v. 3: Критериальная оптимизация в производственных процессах, OWPO SIM z. 428 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-26-8), Opole 2015.

9. Manufacturing processes. Actual problems – 2016, Ed. by: M. Gajek, O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, T. Wolczański:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 453 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-66-4), Opole 2016.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 454 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-67-1), Opole 2016.

– v. 3: Safety engineering in production processes, OWPO SIM z. 455 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-68-8), Opole 2016.

10. Manufacturing processes. Actual problems – 2017, Ed. by: O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, T. Wolczański:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 472 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-93-0), Opole 2017.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 473 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-94-7), Opole 2017.

– v. 3: Safety engineering in production processes, OWPO SIM z. 474 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-65235-95-4), Opole 2017.

11. Manufacturing processes. Actual problems – 2018, Ed. by: O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, T. Wolczański:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 492 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-66033-22-1), Opole 2018.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 493 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-66033-23-8), Opole 2018.

– v. 3: Safety engineering in production processes, OWPO SIM z. 494 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-66033-24-5), Opole 2018.

12. Manufacturing processes. Actual problems – 2019, Ed. by: O. Hachkevych, A. Stanik-Besler, T. Wołczański:

– v. 1: Basic science applications in manufacturing processes, OWPO SIM z. 523 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-66033-60-3), Opole 2019.

– v. 2: Моделирование и оптимизация производственных процессов, OWPO SIM z. 524 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-66033-61-0), Opole 2019.

– v. 3: Safety engineering in production processes, OWPO SIM z. 531 (ISSN 1429-6063; ISBN 978-83-66033-70-2), Opole 2020.

Monografie te na ogół wydawane są w postaci trzech tomów poświęconych wyodrębnionym obszarom wiedzy.

Niniejsze tematy oraz zagadnienia omawiane na seminarium przedstawiają nowe rezultaty przeprowadzonych w latach 2019-2020 badań w tych tematycznych kierunkach (obszarach wiedzy) z uwzględnieniem ich wzajemnego oddziaływania i przenikania.

Pierwszy rozdział zakresu tematycznego przedstawia nowe rezultaty badań dotyczące dziedziny zastosowania metod i aplikacji nauk podstawowych przy rozwiązywaniu zagadnień stosujących się opracowania wybranych aspektów teoretycznych podstaw procesów wytwórczych (9 tematycznych referatów), powiązanych kolejno z: podejściami i metodami analitycznymi jak i numerycznymi rozwiązywania układów równań różniczkowych oraz zagadnie fizyki matematycznej, opisywanych takimi układami, powstających przy modelowaniu różnych fizyczno-mechanicznych procesów i zjawisk (4 referaty); opracowaniem fizyczno-matematycznych podstaw teorii i osobowości oddziaływania wzajemnego pól o różnej naturze fizycznej w tym elektromagnetycznych i kontynuuum materialnego w zależności od geometrii ciała, właściwości środowiska i charakterystyk rozważanych pól (3 referaty); statystycznymi aspektami w konkretnych zarządzaniach, występujących w procesach wytwórczych, i nauczaniem statystycznych przedmiotów w technicznych uczelniach w warunkach pandemii (2 referaty).

W drugim rozdziale zakresu tematycznego, dotyczącym modelowania matematycznego oraz optymalizacji przy opracowaniu procesów wytwórczych, w 10-ciu tematycznych referatach omówiane zostały zagadnienia kolejnie powiązane z opisem, wykorzystaniem i optymalizacją: szcążkowego stanu strukturalnego oraz sprężystego małowęglowych niskostopowych cienkich płyt przy wysokotemperaturowym nagrzewaniu przez ruchome rozłożone źródła ciepła oraz różnych aspektów, powiązanych z tą problematyką (6 referatów); termomechanicznego zachowania częściowo przezroczystych i nieprzezroczystych ciał oraz układów, posiadających takie ciała, przy oddziaływaniu promieniowania elektromagnetycznego w podczerwieni, w tym cieplnego (4 referaty).

W trzecim rozdziale zakresu tematycznego niniejszego seminarium przeanalizowano wybrane zagadnienia problematyki inżynierii bezpieczeństwa, higieny

i kultury pracy oraz czynników towarzyszących w różnych środowiskach wytwórczych (4 referaty) i dokonano próby opracowania sposobów: zarządzania realizowanymi procesami oraz ich prowadzenia w celu ograniczenia ryzyka na stanowisku pracy, zastosowania systemów informatycznych w procesach wytwórczych, opisu powiązania z czynnikami towarzyszącymi (7 referatów), a również polepszania procesów produkcyjnych (3 referaty).

Z przedstawionych referatów z zakresu tematycznego seminarium – które odbywa się corocznie ponad dziesięć lat – wynika, że charakterystyczną osobliwością obecnego etapu rozwoju procesów wytwórczych pozostaje konieczność rozwiązania wielu teoretycznych oraz praktycznych problemów wytwarzania wspólnie z występującymi jednocześnie towarzyszącymi zagadnieniami społecznymi, ekonomicznymi, ekologicznymi, inżynierii produkcji w tym bezpieczeństwa pracy i środowiska przebywania, logistycznymi, dydaktycznymi. Przy tym i nadal obserwuje się poszerzające przenikanie analitycznych, numerycznych i eksperymentalnych metod i modeli matematyki, fizyki i chemii, w szczególności, elementów szeroko rozumianego komputerowego inżynieringu, w różne aspekty czynników towarzyszących: technologicznych, społecznych, logistycznych, marketingowych oraz inżynierii bezpieczeństwa itp. Tak w omawianych referatach 2020 r. w pierwszym rozdziale zakresu tematycznego mieszczą się takie pytania w referatach o statystycznych aspektach technologii i czynnikach występujących w konkretnych procesach wytwórczych i o nauczaniu statystycznych przedmiotów w technicznych uczelniach w warunkach pandemii (6 referatów), a trzeci – w referatach, w których omawiane są problemy szeroko rozumianej inżynierii bezpieczeństwa przy uwzględnieniu logistycznych i odrębnych technologicznych czynników, podejść chemii i matematyki stosowanej, wykorzystywanych metod zarządzania i organizacji produkcji (7 referatów), a również powszechne stosowanie w prawie wszystkich referatach elementów komputerowego inżynieringu. Po naszym przekonaniu odznaczona tendencja w rozwinięciu rozważanych kierunków wytwarzania (produkcji) będzie pogłębiać się i w przyszłości.

Rozwiązywanie omawianych złożonych zagadnień wytwarzania powiązane jest z kompleksowością takich badań naukowych, prowadzenie ich przez szeroki zespół specjalistów z różnych dziedzin nauki i możliwe jest tylko w wyniku wszechstronnej ogólnopolskiej i międzynarodowej współpracy pomiędzy odpowiednimi jednostkami naukowymi. Podтверdzają to wyniki prowadzonych w ciągu ponad 20 lat wspólnych badań naukowców Politechniki Opolskiej w dziedzinach, powiązanych z opracowaniem różnych aspektów dotyczących procesów produkcyjnych, z polskimi i zagranicznymi ośrodkami naukowo-badawczymi: Politechniką Poznańską, Uniwersytetem Zielonogórskim, Polskim Towarzystwem Ergonomicznym w Warszawie, Państwowym Moskiewskim Uniwersytetem Technicznym STANKIN, Instytutem Problemów Stosowanych Mechaniki i Matematyki Narodowej Ukraińskiej Akademii Nauk i jego Centrum Modelowania Matematycznego, Narodowymi Uniwersytetami im. Iw. Franki i „Politechniką Lwowską” we Lwowie, Uniwersytetem Technicznym w Ostrawie oraz Uniwersytetem Technicznym w Koszycach. Podane w tematycznych

rozdziałach wydania 2020 r. materiały są wynikiem takich wspólnych badań odrębnych z przedstawionych wyżej kolektywów.

Materiały seminaryjne, jak również i inne z wydanego cyklu (streszczenia i materiały), przeznaczone są dla pracowników naukowych zajmujących się badaniem, projektowaniem i organizacją procesów wytwórczych. Mogą być wykorzystane przez inżynierów interesujących się aplikacjami nauk podstawowych, problemami modelowania i optymalizacji w procesach wytwórczych, a także szeroko rozumianej inżynierii bezpieczeństwa oraz innymi aspektami towarzyszącymi tym procesom, jak również przez studentów starszych lat kierunków: mechanicznych, elektrotechnicznych oraz budownictwa, inżynierii produkcji i logistyki, inżynierii bezpieczeństwa, zainteresowanych omawianymi problemami.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, R. IVAS'KO², S. MORYŃ¹, R. MUSII³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ National University "Lvivs'ka Politechnika" (Ukraine)

WYBRANE PROBLEMY MODELOWANIA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH Z UWZGLĘDNIENIEM INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA

Otoczające człowieka środowisko obecnie pozostaje powszechnie poddane oddziaływaniu pól elektromagnetycznych (PEM), spowodowanych naturalnymi jak i technicznymi czynnikami. Charakterystyki tych pól mogą być istotnie większymi od parametrów naturalnego fonowego promieniowania, przekształcając się obecnie w niebezpieczny ekologiczny jak i zdrowotny czynnik. Źródłem promieniowania elektromagnetycznego są generatory, linii prądu, anteny, bloki energetycznych urządzeń o różnym celowym przeznaczeniu i in. Wpływ PEM o różnych częstotliwościowych zakresach wzrasta przy zwiększeniu częstotliwości i wykazuje istotne oddziaływanie na organizm człowieka w zakresie wysokich i nadwysokich częstotliwości. W tych zakresach pracują wielu tele- i radiostacje, a również prawie wszystkie radioliniowe stacje oraz układy komórkowego związku telefonicznego w tym bezprzewodowego komputerowego również szereg urządzeń wytwarzające PEM w technologiach obróbki elektromagnetycznej.

Elementy obecnych konstrukcji i urządzeń w procesie produkcji i eksploatacji często poddane są oddziaływaniu niestacjonarnego, w szczególności impulsowego, PEM (stosowanego przy wytwarzaniu czynnika technologicznego również jak czynnika istniejącego w środowisku pracy). Przy tym elementy otrzymują pewne fizyczno-mechaniczne właściwości które konieczne są dla właściwego funkcyjnego przeznaczenia lub są niekorzystne. Te właściwości określone są przez parametry PEM które powinny odpowiadać również istniejącym standardom bezpieczeństwa pracy przy oddziaływaniu promieniowania elektromagnetycznego.

W wielu dziedzinach przy oddziaływaniu PEM o zakresie radiowym o częstościach $300 \text{ GHz} \div 60 \text{ kHz}$ w standardach bezpieczeństwa pracy przyjęte są takie dopuszczalne poziomy charakterystyk PEM na stanowisku pracy – E_d : od $E_d \leq 500$ do $E_d \leq 80 \text{ V/m}$; H_d : od $H_d \leq 50$ do $H_d \leq 0,3 \text{ A/m}$ (gdzie E_d i H_d – graniczne dopuszczalne wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego na stanowisku pracy personelu) przy koniecznych odpowiednich wartościach natężeń pola elektrycznego i magnetycznego w wyrobie dla przebiegu procesu technologicznego.

Dla oszacowania odpowiednich własności oraz granicznych względem bezpieczeństwa pracy wartości parametrów PEM, konieczne jest uogólnienie znanych matematycznych modeli opisu PEM w wyrobach i otaczającym środowisku, a również spowodowanego im termomechanicznego zachowania przy rozważanych obciążeniach.

Opracowany został wariant modelu matematycznego określający właściwości cieplne i mechaniczne przewodzących ciał przy oddziaływaniu zewnętrznych ustalonych, quasi-ustalonych, a również impulsowych PEM, które mają charakter stosowanych w praktyce inżynierskiej przebiegów z modulacją amplitudy o impulsowym sygnale modulującym. Ten wariant oparty jest na uwzględnieniu eksperymentalnie ustalonego w fizyce nadsilnych PEM i termomechanice dynamicznych układów adiabatycznego charakteru procesów nagrzewania oraz odkształcania przy takim oddziaływaniu, a również nieistotności wpływu ruchu środowiska na parametry PEM dla pól należących do klasy impulsowych “nieniszczących”.

Rozwinięta wielomianowo-aproksymacyjna metoda rozwiązywania sformułowanych składowych zagadnień elektromagnetotermomechaniki ciał przewodzących elektryczność o kanonicznej geometrii z wykorzystaniem aproksymacji wszystkich występujących kluczowych funkcji wielomianem trzeciego stopnia względem grubościowej współrzędnej. Uściślono wyniki przy oddziaływaniu dwóch szeroko wykorzystywanych w praktyce inżynierskiej typów PEM o modulacji amplitudy charakteryzujących się odpowiednio przebiegiem o impulsowym sygnale modulującym i przebiegiem sinusoidy tłumionej. Określono również istotne względem zastosowań takich pól kierunki badań w tej problematyce.

Zaproponowana metoda pozwala na powiązanie dopuszczalnych względem standardów bezpieczeństwa pracy wartości parametrów elektrycznych i magnetycznych w środowisku pracy z wartościami w wyrobach koniecznymi w technologiach obróbki elektromagnetycznej.

Wspomniany wyżej wariant modelu matematycznego może być wykorzystany również przy rozwiązywaniu wybranych problemów modelowania temperaturowo-siłowych przebiegów w połączeniu z zagadnieniami inżynierii bezpieczeństwa w implantatach przy oddziaływaniu promieniowania elektromagnetycznego zakresu radiowego.

W praktyce licowo-szczękowej chirurgii i ortopedii wykorzystywane są terazniejsze technologie połączenia urażonych części ciała (przy przełamach kości i in.) z pomocą implantatów odpowiedniej konfiguracji. Takie implantaty często są wyprodukowane z nieferromagnetycznych materiałów przewodzących elektryczność.

Przy obecności człowieka posiadającego odpowiedni implantat w warunkach oddziaływania zewnętrznych promieniowań elektromagnetycznych, takie implantaty w jego ciele zaznają oddziaływania PEM. Na skutek tego w implantatach indukowane są prądy przewodzenia, powodujące powstania w nich ciepła Joule’a i sił ponderomotorycznych. Wykazane czynniki przewodzą do powstania

temperaturowo-siłowych przebiegów funkcjonowania implantatów, które przy odpowiednich granicznych parametrach wpływają na samopoczucie człowieka tak i jego zdrowie.

Zaproponowany model matematyczny wyznaczania parametrów temperaturowo-siłowego przebiegu funkcjonowania implantatów tarczowej i walcowej konfiguracji przy oddziaływaniu PEM zakresu radiowego. Dany model posiada dwa etapy. W pierwszym etapie wyznaczane są w implantacie indukowane zewnętrznym promieniowaniem niestacjonarne PEM oraz spowodowane nim ciepło Joule'a i siły ponderomotoryczne oddziaływania wzajemnego zaindukowanych prądów i zewnętrznych PEM. W drugim etapie z równania przewodzenia cieplnego, w którym źródłem ciepła występuję ciepło Joule'a obecne w implantacie, znajdują się rozkłady temperatury spowodowane tym ciepłem. Maksymalna wartość wyznaczonej temperatury porównywana jest z wartością odpowiadającą progu bolowego wycucia człowieka (wiadomego z eksperymentalnych klinicznych badań).

Ustalono, że przy pewnych częstościach zewnętrznego promieniowania elektromagnetycznego, które odpowiadają własnym częstościom drgań mechanicznych implantata, oprócz wpływu temperaturowego czynnika na przebieg jego funkcjonowania istotny wpływ może mieć siłowe obciążenie (dodatkowy czynnik oddziaływania elektromagnetycznego – siła ponderomotoryczna).

Wyniki przeprowadzonych w oparciu o zaproponowany model matematyczny badań dla tarczowych i walcowych implantatów mogą być teoretyczną podstawą dla prognozy niezawodności ich funkcjonowania oraz zabezpieczenia komfortowych warunków dla człowieka posiadającego implantatowe włączenia.

Rozważmy również wybrane problemy bezpieczeństwa pracy i środowiska przy obróbce z wykorzystaniem PEM. Powyżej zauważono, że obecnie w procesach technologicznych powiązanych z obróbką mechaniczną istotna uwaga zwracana jest na problem zmniejszenia szkodliwego wpływu takiej obróbki i zjawisk towarzyszących na szeroko rozumianą inżynierię bezpieczeństwa – powiązany zespół: człowiek, produkcja (detali wytwarzanych maszyn), warunki pracy, ekologiczne charakterystyki otoczenia i in. Zwiększane są wymagania do zmniejszenia poziomów hałasu, wibracji, podwyższonych temperatur, zużycia i produkcji ciepła i in. Osobliwie znaczny ujemny wpływ na warunki pracy i czynniki towarzyszące wykazują procesy końcowej obróbki, w szczególności szlifowanie, toczenia, frezowanie. Warto zaznaczyć, że przy tym często osiąganym są korzystne właściwości: mała chropowatość powierzchni, ściskające naprężenia szczątkowe, stopień zużycia, mikrotwardość i in. przy niekorzystnych charakterystykach: znacznej produkcji ciepła i dodatkowej masy, złożonych warunkach pracy, bardzo dynamicznych przebiegach procesów i in.

W ciągu ostatnich lat wzrasta zainteresowanie zastosowaniami PEM w technologicznych procesach produkcji i obróbki wyrobów z tradycyjnych i nowych materiałów w różnych dziedzinach przemysłu. Takimi procesami, w szczególności są procesy hartowania, wyżarzania (ujednorodniającego, normalizującego, zmiększającego, odprężającego, odpuszczającego), spawania, wytwarzania próż-

ni w powłokowych układach, nanoszenia wzmacniających pokryć i stopów, odgazowania wyrobów itp, które obecnie schematycznie polegają w nagrzewaniu elementa z wykorzystaniem stosowanych (tradycyjnych) sposobów nagrzewania do odpowiedniej temperatury, wygrzania w tej temperaturze i studzenia do temperatury otoczenia.

Przy oddziaływaniu PEM w elementach przewodzących elektryczność indukowane są prądy elektryczne, których przyplýwowi towarzyszy powstanie w każdej podobjętości elementa produkcji cieplnej oraz sił i momentów ponderomotorycznych. Wynikiem działania tych czynników są powstające procesy ciepłne i mechaniczne, a również spowodowane nimi inne zjawiska i procesy o różnej przyrodzie fizycznej.

Przy zastosowaniu PEM w technologiach obróbki często niepowstaje konieczność w procesach końcowej obróbki, powiązanych z szlifowaniem, toczeniem, frezowaniem. Otrzymywane są w takiej obróbce również konieczne hartowalne parametry. Przy tym istotnie zmniejszają się wspomniane poprzednio czynniki szkodliwego wpływu obróbki. W ten sposób zastosowanie PEM przy różnego rodzaju obróbkach pozwala na sterowanie właściwościami materiału oraz charakterystykami powierzchniowej warstwy, w szczególności hartowalnymi, w zależności od wymogów eksploatacji detali maszyn i może być wykorzystane dla zmniejszenia stopnia zużycia materiału powierzchni przy minimalnym szkodliwym ciepłnym wpływie na środowisko otaczające.

A. METELSKI

Opole University of Technology (Poland)

DYDAKTYKA PRZEDMIOTU STATYSTYKA W TECHNICZNYCH UCZELNIACH W DOBIE PANDEMII COVID-19

Kryzys spowodowany pandemią COVID-19 dotknął wiele sfer życia społecznego w Polsce, również edukację na poziomie akademickim. W związku ze wzrostem ryzyka zakażenia wirusem SARS-CoV-2 oraz w celu ograniczenia czasowego prowadzenia zajęć i opóźnień w realizacji treści kształcenia, dopuszczono zastąpienie tradycyjnych form nauczania zajęciami prowadzonymi zdalnie – nawet jeżeli ten sposób prowadzenia zajęć nie został przewidziany w programie danego kształcenia. Tradycyjne zajęcia dydaktyczne zostały zawieszono, ale uczelnie nie zostały zamknięte. Rektorów zobligowano do zapewnienia ciągłości funkcjonowania swoich uczelni, w tym realizacji procesu kształcenia. Nauczyciele akademicy z terenu całego kraju w bardzo krótkim okresie czasu musieli dostosować metody dydaktyczne tak, aby były możliwe do osiągnięcia zamierzone w kartach opisu przedmiotów efekty kształcenia.

Politechnika Opolska w tym zawiesiła zajęcia dla studentów już od 11 marca 2020. W ramach działań prewencyjnych zalecono pracownikom korzystanie z poczty elektronicznej i telefonów zamiast kontaktu bezpośredniego, wstrzymano zakwaterowanie nowych studentów w akademikach oraz wprowadzono zakaz odwiedzin przez gości spoza Uczelni. Ograniczono również możliwość podróży służbowych. Rektor Politechniki Opolskiej polecił wszystkim pracownikom wykonywanie od dnia 16 marca 2020 do odwołania pracy zdalnej (pracy poza miejscem jej stałego wykonywania), z wyjątkiem osób, które otrzymały wyraźne polecenie do świadczenia pracy na terenie uczelni. Od 12 marca 2020 uruchomiono na szerszą skalę system elearningowy Moodle. W jego przygotowanie zaangażowali się wszyscy nauczyciele akademicy oraz pracownicy administracyjno-techniczni. Pracownicy mieli czas do 22 marca na przygotowanie materiałów dydaktycznych do prowadzonych przez siebie przedmiotów i zamieszczenie ich na stronach kursów. Zgodnie z przyjętym harmonogramem już od 25 marca 2020 r. uczelnia rozpoczęła prowadzenie zajęć w formie zdalnej dla wszystkich kierunków i form kształcenia. Z wykorzystaniem e-learningu zajęcia prowadziło wtedy 95% nauczycieli dla ponad 4500 zalogowanych studentów. W trybie zdalnego studiowania rozpoczęto realizację ponad 1700 przedmiotów. W przypadku około 10% zajęć uznano, że powinny odbyć się w tradycyjny sposób. Władze uczelni dnia 8 maja 2020 zaleciły, aby wszystkie zajęcia prowadzone z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość, do końca semestru letniego 2019/2020 były realizowane w tej samej formie. Ponadto zarekomendowano, aby wszystkie zaliczenia oraz egzaminy były przeprowadzone w sposób zdalny. W pierwszej połowie maja 2020 odbyły się pierwsze w historii uczelni

obrony online prac inżynierskich i magisterskich, a w czerwcu obroniono zdalnie pierwszy doktorat. Realizacja zajęć wymagających obecności studentów i nauczycieli akademickich na terenie uczelni została przeprowadzona w pierwszej połowie czerwca 2020 oraz od 1 do 20 września tego roku.

W dzisiejszych czasach, w dobie totalnej informatyzacji społeczeństwa, standardem jest wykorzystanie w procesie dydaktycznym materiałów cyfrowych w postaci prezentacji multimedialnych, filmów instruktażowych, czy też plików z notatkami, zamieszczanych na platformach elearningowych. Nigdy jednak w historii szkolnictwa nie odbywało się to na tak dużą skalę. Dlatego też ważne jest, aby poddać ten ‘ewenement’ różnorodnym analizom i zastanowić się nad dalszym kierunkiem rozwoju współczesnego szkolnictwa.

W niniejszym referacie przedstawiono studium przypadku – dydaktykę przedmiotu statystyka, prowadzonego dla studentów kierunku logistyka w Politechnice Opolskiej. Wybrano ten przykład po pierwsze z uwagi na jego uniwersalność – statystyka wpisuje się w podstawowy nurt kształcenia niemal wszystkich kierunków studiów. Po drugie, prowadzone od lat obserwacje pozyskiwania efektów uczenia się i badania nad wpływem wprowadzanych innowacji dydaktycznych w ramach realizacji tego przedmiotu, pozwalają na stosunkowo proste analizy porównawcze. Innym powodem jest to, że statystyka jest kluczowym elementem pracy realizowanej w ramach innych przedmiotów o charakterze laboratoryjnym, czy też pracy badawczej. Dlatego istotne jest, aby przedmiot ten był uczony dobrze, a jego dydaktyka przynajmniej co pewien czas była poddawana ewaluacji. Wydaje się to niezbędne w szczególności w przypadku tak dużych zmian jak przejście na całkowitą pracę zdalną, co miało miejsce w dobie pandemii COVID-19.

Na realizację przedmiotu STATYSTYKA przeznaczona jest 30 godzin wykładu i 30 godzin zajęć laboratoryjnych. Wykłady są tradycyjnie prowadzone w sposób tablicowy, natomiast zajęcia laboratoryjne realizuje się w pracowni komputerowej z wykorzystaniem pakietu STATISTICA. Moduł ten pozwala na zdobycie wiedzy jedynie z podstaw statystyki, niezbędnych do studiowania przedmiotów kierunkowych. Rozszerzenie treści nauczania odbywa się w ramach innych modułów prowadzonych na kolejnych semestrach studiów, w tym takich jak ‘Analiza danych wielowymiarowych w badaniach marketingowych’.

Ograniczymy się głównie do opisu realizacji zajęć laboratoryjnych ze statystyki na studiach stacjonarnych pierwszego stopnia. Wspomina się też w nieco mniejszym zakresie o ocenach końcowych i wynikach ankiet na studiach niestacjonarnych.

Zajęcia laboratoryjne na studiach stacjonarnych były prowadzone od 24 lutego do 10 marca 2020 r. Pozwoliło to na omówienie karty opisu przedmiotu, warunków zaliczenia oraz wprowadzenia podstawowych pojęć statystyki (pierwsza lista zadań). Jak wspomniano wcześniej, od 11 marca zajęcia zostały zawieszono, a od 25 marca obowiązkowo realizowano je w formie zdalnej. Słuchacze zapisali się na kurs na platformie Moodle oraz zainstalowali w domach program STATISTICA (uczelnia wykupiła licencje dla studentów). Na platformie elear-

ningowej, materiały dydaktyczne do laboratorium zostały pogrupowane tematycznie. Każdy blok zawierał quiz z treści teoretycznych, listę zadań, instrukcję do listy zadań, linki do filmów edukacyjnych z autorskiego kanału YouToube, quizy sprawdzające realizację zadań z listy oraz po realizacji danej partii materiału odpowiedni sprawdzian.

Ogólnie realizacji pracy zdalnej towarzyszyła pozytywna atmosfera. Znalazło to odzwierciedlenie w tym, że chętnie wykonywano nie tylko zadania obowiązkowe, ale też te dodatkowe. Prawie wszyscy uczestnicy kursu systematycznie logowali się i regularnie korzystali z zamieszczonych materiałów bez specjalnej zachęty ze strony prowadzącego.

Duża część słuchaczy korzystała z kontaktu mailowego z prowadzącym. Nie wykorzystano natomiast potencjału dostępnych forów i czatów. Niewielka liczba studentów korzystała też z konsultacji online. Nie wypracowano więc w ramach prowadzonego kursu przestrzeni i czasu na dzielenie się swoimi koncepcjami i spostrzeżeniami. Przełożyło się to ogólnie na brak bezpośredniej interakcji oraz deficyt poczucia przynależności do społeczności uczestników kursu. Wspomniane braki były rekompensowane poza prowadzonym kursem przy wykorzystaniu różnorodnych komunikatorów i stron internetowych, ale były to działania 'na własną rękę'.

W ten sposób pandemia spowodowana przez COVID-19 wywołała zmiany w wielu obszarach życia społecznego. W niniejszym referacie ograniczono się do tematu wpływu pandemii na edukację. Technologia cyfrowa i praca na odległość przestały być dodatkowymi narzędziami w procesie dydaktycznym, ale stały się niezbędnym rozwiązaniem, zapewniającym ciągłość kształcenia.

Przymusowe przejście na tryb pracy zdalnej zaskoczył z pewnością wszystkich nauczycieli akademickich. Skutkowało to często niezbyt przemyślanym doborem środków dydaktycznych, czy też niezbyt wymiernym sposobem weryfikacji osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia. Ewaluacja podjętych w pierwszych miesiącach pandemii działań, pozwala na wykorzystanie w przyszłości jeszcze bardziej skutecznych metod nauczania oraz na wprowadzenie bardziej miarodajnych sposobów sprawdzania wiedzy. Nauczyciele w dzisiejszych czasach muszą umieć wykorzystywać efektywnie nowoczesne technologie cyfrowe. Konieczne więc wydaje się przeprowadzenie szeroko zakrojonych szkoleń w celu podniesienia umiejętności korzystania z odpowiedniego oprogramowania. Nie mniej ważne jest podjęcie działań mających związanych z kształtowaniem kompetencji pozwalających na skuteczną komunikację między nauczycielem, a studentami.

Wpływ pandemii COVID-19 na edukację oraz samo przejście na pracę zdalną powinny być przedmiotem dalszych badań i dyskusji. Należy przyjrzeć się uważnie roli jaką powinien pełnić nauczyciel w procesach zachodzących podczas pracy na odległość. Niezbędny jest też rozwój różnego rodzaju narzędzi informatycznych wspierających ten proces. Pewne jest, że rozwiązanie problemów, które stawia dzisiaj przed edukacją życie, będzie wymagało współpracy specjalistów z wielu różnych obszarów nauki.

I. NAUKI PODSTAWOWE W PROCESACH WYTWÓRCZYCH



D. PĄCZKO

Opole University of Technology (Poland)

**LYAPUNOV FUNCTION WITH VARIABLE SIGN TO THE STUDY OF
THE REGULARITY OF A DYNAMICAL SYSTEM**

The purpose of these materials is to apply the Lyapunov function with variable sign to the study of the regularity of a dynamical system, i.e. with the problem of the existence of Green's function. This problem is related to the exponential dichotomy of the linear system of differential equations.

In this direction, a number of definitions and theorems were formulated, and typical examples were considered.

**FUNKCJE LAPUNOWA O ZMIENNYM ZNAKU DO BADANIA REGULARNOŚCI
UKŁADU DYNAMICZNEGO**

Referat ma na celu zastosowanie funkcji Lapunowa o zmiennym znaku do badania regularności układu dynamicznego w teorii liniowych rozszerzeń, a więc z zagadnieniem powiązaniem z istnieniem funkcji Greena. Problem ten związany jest z eksponencyjną dychotomicznością linowego układu równań różniczkowych.

W tym kierunku sformułowano szereg definicji i twierdzeń, a również rozważane są charakterystyczne przykłady.

H. ŚCIEGOSZ

Opole University of Technology (Poland)

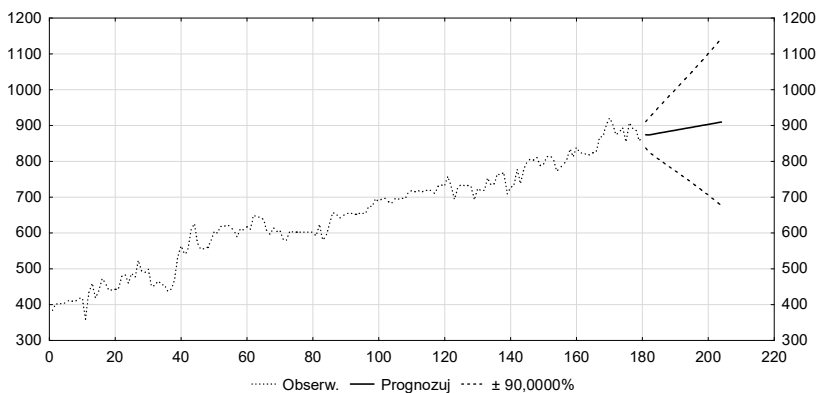
ANALIZA SZEREGÓW CZASOWYCH – STUDIUM PRZYPADKU

Analiza szeregów czasowych ma dwa główne cele: wykrywanie natury zjawiska reprezentowanego przez sekwencję obserwacji oraz prognozowanie, czyli przewidywanie przyszłych wartości szeregu czasowego. W działalności przedsiębiorstwa są one bardzo istotne. Oba cele wymagają zidentyfikowania i opisanie, w sposób mniej lub bardziej formalny, elementów szeregu czasowego. Raz ustalony wzorzec może zostać zastosowany do innych danych niż użyto do zbudowania modelu. Niezależnie od trafności teoretycznego uzasadnienia postaci modelu, zawsze możliwe jest przewidywanie przyszłych wartości szeregu czasowego na drodze ekstrapolacji. Obliczenia związane z analizą wspomnianych szeregów czasowych przeprowadzono przy użyciu pakietu STATISTICA. Szczegółowe rozważania na temat opisanych metod znajdują się w pracach: Andersona [1], Kendalla i Orda [2], Montgomery'ego, Johnsona i Gardinera [3]. Wiele cennych wskazówek, dotyczących interpretacji wyników znajduje się w książce Zielińskiego [4]. Analiza szeregów czasowych była przez autora tego rozdziału wielokrotnie przeprowadzana w odniesieniu do rejestrów potencjałowych reakcji w układach chemicznych [5 – 7].

Strukturę większości szeregów czasowych można opisać przy pomocy dwóch podstawowych klas składników: trendu i sezonowości. Pierwsza reprezentuje ogólny składnik liniowy lub nieliniowy, który opisuje ogólny kierunek rozwoju zjawiska i nie powtarza się lub przynajmniej nie powtarza się w odcinku czasu, z którego pochodzą dane. Na przykład okres stabilizacji, po którym następuje wzrost wykładniczy. Druga może formalnie mieć podobną naturę, jednak powtarza się w systematycznych odcinkach czasu. Te dwie ogólne klasy składników szeregu czasowego mogą współwystępować w danych rzeczywistych. Na przykład, obroty przedsiębiorstwa, liczba zatrudnionych czy odprowadzane składki na ubezpieczenie społeczne mogą szybko rosnąć w kolejnych latach, ale mogą jednocześnie zawierać element sezonowości.

W przedstawionej pracy przeprowadzono szczegółową analizę szeregu czasowego, dotyczącego pewnej firmy, opisującego wysokość składek na ubezpieczenie społeczne przypadającą na jednego zatrudnionego w okresie od stycznia 2005 do grudnia 2019. Analiza ta obejmowała wiele aspektów. Poprzez obliczenie współczynnika korelacji Pearsona, przeprowadzenie testu t-Studenta istotności dla współczynnika korelacji, skonstruowanie funkcji regresji oraz wykresu rozrzutu ustalono związek pomiędzy ilością zatrudnionych, a wysokością składki. Przeprowadzono dekompozycję wspomnianego szeregu czasowego na trend i sezonowość. Stosując metodę wygładzania przy pomocy średniej ruchomej, skonstruowano dwa modele trendu, liniowy i wykładniczy,

pozwalające na predykcję na dowolny żądany okres czasu. Zbudowano również model ARIMA, służący do jak najlepszego przewidywania przyszłych wartości omawianej cechy w oparciu o jej wartości dotychczasowe (rys. 1). Wydaje się, że model ten jest najbardziej wiarygodny. Pozwala z dużą dozą pewności (90%) odczytać wysokość średnich składek na ubezpieczenie społeczne w odniesieniu do jednego pracownika w kolejnych miesiącach lat 2020 i 2021.



Rys.1. Obserwacja i prognoza dla wysokości średnich składek US z 90 procentowym przedziałem ufności uzyskana z modelu ARIMA.

Dla ustalenia parametrów tego modelu użyto funkcji autokorelacji i autokorelacji cząstkowej. Z kolei do badania sezonowości zastosowano analizę widmową szeregu czasowego reszt powstałych z wygładzenia wykładniczego, której rezultatem była dekompozycja na główne harmoniki.

LITERATURA

- [1] Anderson, O. D., Time series analysis and forecasting, Butterworths, London (1976).
- [2] Kendall, M., & Ord, J. K., Time series (3rd ed.), Griffin, London (1990).
- [3] Montgomery, D. C., Johnson, L. A., & Gardiner, J. S., Forecasting and time series analysis (2nd ed.), McGraw-Hill, New York (1990).
- [4] Zieliński, T., Jak pokochać statystykę czyli STATISTICA do poduszki, StatSoft Polska, Kraków (1999).
- [5] Ściegosz, H., Pokrzywnicki, S., Acta Chem. Scandinavica Vol.43, No 10, 1989, pp. 926-931.
- [6] Sciegosz, H.: Frequency and Correlation Characteristic of the Hopf Bifurcation Chemical Oscillatory Patterns, J. Chem. and Chem. Eng. 6, 2012, p. 284-291.
- [7] Ściegosz, H., "Analiza szeregów czasowych - rekonstrukcja atraktora", Międzynarodowe seminarium naukowe "Optymalizacja Struktur Procesów Wytwórczych, Proceedings, Politechnika Opolska, Opole 2018, s. 22- 25.

B. BOZHENKO^{1,2}, L. ONYSHKO³, O. ONYSHKO⁴, M. SAVRUK³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Center for Mathematical Modelling within Pidstryhach Institute
for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

³ Karpenko Physico-Mechanical Institute NASU (Ukraine)

⁴ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

USING FINITE DIFFERENCES METHOD WITH RESPECT TO TIME TO SOLVING OF NON-AXISYMMETRIC DYNAMIC PROBLEMS OF MECHANICS FOR THE RING AREA

Methodology of solving of elasticity dynamic problems for ring areas by method of finite differences with respect to the time and Fourier series with respect to spatial variables is proposed. The elasticity problem for endless plate with circular hole under non-axisymmetric loading is solved. Calculations of stresses for distributed loading applied on the hole edge with respect to time for different Poisson's ratios are made. The analysis of its influence on the maximum stress values at the hole edge is done. It is found that at initial moment of time the dynamic effect – circular stresses surge, which magnitude depends on Poisson's ratio and given loading.

WYKORZYSTANIE METODY RÓŻNIC SKOŃCZONYCH WZGLĘDEM CZASU PRZY ROZWIĄZYWANIU NIEOSIOWOSYMETRYCZNYCH ZAGADNIĘ DYNAMICZNYCH MECHANIKI DLA OBSZARÓW PIERŚCIENIOWYCH

Zaproponowana zastała metodologia rozwiązywania wybranych dynamicznych zagadnień mechaniki dla obszarów pierścieniowych, występujących w teorii sprężystości, metodami różnic skończonych względem czasu i szeregów Fouriera względem zmiennych przestrzennych. Rozwiązano zagadnienie dla płyty nieskończonej z otworem okrągłym przy siłowym obciążeniu nieosiowosymetrycznym. Zbadano naprężenia rozłożone po brzegu otworu w zależności od czasu dla różnych wartości współczynnika Poissona. Ustalono, że w początkowym momencie czasu postrzegany jest efekt dynamiczny – skok naprężeń kołowych, wartość którego istotnie zależy od współczynnika Poissona oraz zadanych obciążeń.

B. BOZHENKO^{1,2}, L. ONYSHKO³, O. ONYSHKO⁴, A. STANIK-BESLER¹

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Center for Mathematical Modelling within Pidstryhach Institute
for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

³ Karpenko Physico-Mechanical Institute NASU (Ukraine)

⁴ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

DETERMINATION OF STRESSES IN HOLLOW CYLINDRICAL CONSTRUCTIVE ELEMENT SUBJECTED TO IMPULS LOADING ON ITS SURFACES

The problem about rectangular impulses action on the hollow cylindrical constructive element is solved by method of finite differences with respect to time. Calculation results for distributions of circular stresses on the inner and outer surfaces of cylinders of various thicknesses under action of two or three rectangular impulses.

WYZNACZANIE NAPRĘŻEŃ W WYDROŻONYM WALCOWYM KONSTRUKCYJNYM ELEMENCIE PRZY IMPULSOWYM SIŁOWYM ODDZIAŁYWANIU NA JEGO POWIERZCHNIACH

Zagadnienie dla wydrożonego walcowego konstrukcyjnego elementu przy oddziaływaniu siłowym o prostokątnych impulsach rozwiązano z wykorzystaniem metody różnic skończonych względem czasu. Wyniki obliczeń przedstawione są dla rozkładu naprężeń kołowych na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchniach walców o różnej grubości przy obecności dwóch jak i trzech impulsów.

B. KUSHKA¹, R. MUSII¹, V. SHINDER¹, A. STANIK-BESLER²

¹ National University “Lviv’ska Politechnika” (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

**ELECTROMAGNETIC, THERMAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF AN ELECTRICALLY CONDUCTIVE TWO-LAYER
HOLLOW CYLINDER SUBJECTED TO HOMOGENEOUS NON-
STATIONARY ELECTROMAGNETIC FIELD**

A mathematical model is proposed for describing the thermomechanical behavior, load-bearing capacity, and properties of the contact connection of an electrically conductive two-layer cylinder under the influence of a uniform non-stationary electromagnetic field. A technique has been developed for solving the formulated constituent problems of electrodynamics, thermal conductivity, and dynamic thermoelasticity of the considered problem of thermomechanics, based on the use of a quadratic approximation of the distribution of the required functions (axial component of the magnetic field strength vector, temperature, and radial component of the displacement vector) with respect to the radial variable in each component layer of the cylinder and the Laplace transform in time.

**ELEKTROMAGNETYCZNE, CIEPLNE ORAZ MECHANICZNE WŁAŚCIWOŚCI
PREWODZĄCEGO ELEKTRYCZNOŚĆ WYDROŻONEGO
DWUWARSTWOWEGO WALCA PRZY ODDZIAŁYWANIU JEDNORODNEGO
NIESTACJONARNEGO POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO**

Zaprezentowano fizyczno-mechaniczne podstawy opisu ilościowego właściwości elektromagnetycznych, cieplnych i mechanicznych oraz nosności i właściwości połączenia kontaktowego przewodzącego elektryczność dwuwarstwowego wydrożonego walca przy oddziaływaniu jednorodnego niestacjonarnego pola elektromagnetycznego. Zaproponowano metodę rozwiązywania składowych podzagadnień sformułowanego kompleksowego zagadnienia dynamicznego, oparte na aproksymacji rozważanych kluczowych funkcji (składowej osiowej wektora natężenia pola magnetycznego, temperatury i składowej promieniowej wektora przemieszczenia) względem grubościowej (promieniowej) współrzędnej przy pomocy wielomianu drugiego stopnia w każdej ze składowych warstw oraz przekształcenia Fouriera względem czasu.

O. BILYK¹, H. DROHOMYRETSKA¹, K. GHAZARYAN², N. MELNYK¹

¹National University “Lvivs’ka Politechnika” (Ukraine)

²Institute of Mechanics NAS of Armenia (Armenia)

**THERMOMECHANICAL BEHAVIOUR AND LOAD-BEARING
CAPACITY OF HOLLOW ELECTRICALLY CONDUCTIVE
BIMETALLIC CYLINDER SUBJECTED TO ELECTROMAGNETIC
FIELD IN THE REGIME WITH IMPULSE MODULATING SIGNAL**

On the basis of the known mathematical model and methodology for solving the problem of thermomechanics for a long hollow electrically conductive bimetallic cylinder under homogeneous electromagnetic action its solution under electromagnetic action in a regime with a impulse modulating signal is written. The thermally stressed state and the load-bearing capacity of the cylinder under consideration are analyzed numerically, depending on the amplitude-frequency parameters of this electromagnetic action.

**TERMOMECHANICZNE ZACHOWANIE ORAZ GRANICZNA NOSNOŚĆ
BIMETALICZNEGO WYDROŻONEGO PRZEWODZĄCEGO ELEKTRYCZNOŚĆ
WALCA PRZY ODDZIAŁYWANIU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W
PRZEBIEGU O IMPULSOWYM SYGNALE MODULUJĄCYM**

Na podstawie znanych podzagadnień fizyki matematycznej i metodyki ich rozwiązywania, dla walca bimetalicznego wydrożonego przewodzącego elektryczność przy oddziaływaniu jednorodnego pola elektromagnetycznego, otrzymano rozwiązanie dla oddziaływania w przebiegu o impulsowym sygnale modulującym. Stan sprężysty i nośność rozpatrywanego walca są analizowane numerycznie w zależności od parametrów amplitudowo-częstotliwościowych tego pola oraz występujących charakterystyk materiałowych.

V. DMYTRUK^{1,2}, R. IVAS'KO³, O. KAMINSKA¹, N. MELNYK¹

¹ National University “Lviv’ska Politechnika” (Ukraine)

² Center for Mathematical Modelling within Pidstryhach Institute
for Applied Problems of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

³ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

**THERMOMECHANICAL BEHAVIOUR AND LOAD-BEARING
CAPACITY OF HOLLOW ELECTRICALLY CONDUCTIVE
BIMETALLIC CYLINDER SUBJECTED TO A SINGLE
ELECTROMAGNETIC PULSE**

On the basis of the known mathematical model and methodology for solving the problem of thermomechanics for a long hollow electrically conductive bimetallic cylinder under homogeneous electromagnetic action its solution under electromagnetic action in a regime with a single electromagnetic pulse action is written. A numerical analysis of the obtained solutions is carried out depending on the pulse duration and the maximum value of the magnetic field strength generated by it. New regularities of the thermoelastic behavior of the given cylinder under such action are established. The boundary values of the pulse parameters are found at which the hollow bimetallic cylinder, the composite layers of which are made of stainless steel and copper, loses its load-bearing capacity and properties of contact connection.

**TERMOMECHANICZNE ZACHOWANIE ORAZ GRANICZNA NOSNOŚĆ
BIMETALICZNEGO WYDROŻONEGO PRZEWODZĄCEGO ELEKTRYCZNOŚĆ
WALCA PRZY ODDZIAŁYWANIU JEDNOSTKOWEGO IMPULSA
ELEKTROMAGNETYCZNEGO**

Na podstawie znanych podzagadnień fizyki matematycznej i metodyki ich rozwiązywania dla walca bimetalicznego wydrożonego przewodzącego elektryczność przy oddziaływaniu jednorodnego pola elektromagnetycznego, otrzymano rozwiązanie przy oddziaływaniu jednostkowego impulsu elektromagnetycznego. Stan sprężysty i nośność rozpatrywanego walca oraz właściwości połączenia kontaktowego są analizowane numerycznie w zależności od czasu trwania impulsu i maksymalnej wartości osiąganego natężenia pola magnetycznego. Otrzymano graniczne wartości parametrów impulsu przy składowych warstwach walca ze stali nierdzewnej i miedzi.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, R. IVAS'KO², A. STANIK-BESLER¹,
D. TARLAKOVSKII³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace Technologies),
Institute of Mechanics Lomonosov Moscow State University (Russia)

**ELECTROMAGNETIC, THERMAL AND MECHANICAL
PROPERTIES FOR MAGNETIZABLE ELECTRICALLY
CONDUCTING BODIES SUBJECT TO QUASISTEADY
ELECTROMAGNETIC FIELDS**

To construct the rational regimes of heating and thermal processing of electroconductive ferromagnetic bodies with the help of electromagnetic fields it is of great importance to investigate interconnected processes of electroconduction, heat conduction and deformation in such solids.

However, in the literature there are no effective mathematical models of quantitative description of processes in ferromagnetic bodies tacking into account the nonlinear such dependens between the magnetic field induction and strength of electroconductive ferromagnetic bodies possessing the hysteretic dependence between the magnetic induction and strength vectors (magnetically hard bodies).

A version of mathematical model of thermomechanics for quantitative description of thermal and mechanical properties, caused by technological action of external electromagnetic field at high-temperature target-oriented treatment, in electroconducting nonpolarizable, magnetizable bodies is offered.

The interconnection of electromagnetic, temperature and mechanical fields is taken into account by the Joule heating and connected with the remagnetization, ponderomotive forces of the electromagnetic field influence on the conduction currents and molecular currents by the thermoelastic energy dissipation. The calculated schem of the problems is constructed in two stages. On the first stage the magnetic and electric strengths are determined from the electrodynamics equations in the harmonic approximation on the basis of the given analytic approximation of the hysteretic dependence between the induction and strength of the magnetic field.

Then the corresponding expressions are written for heating and ponderomotive forces.

In the second stage the dynamic thermoelastisity problem is solved in which the heating and ponderomotive forces, found in the first stage are the heat sources and volume forces in the initial equations.

**ELEKTROMAGNETYCZNE, CIEPLNE ORAZ MECHANICZNE WŁAŚCIWOŚCI
MAGNESUJĄCYCH SIĘ PRZEWODZĄCYCH ELEKTRYCZNOŚĆ CIAŁ PRZY
ODDZIAŁYWANIU QUASI-USTALONYCH PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH**

Zaproponowany został wariant modelu dla ilościowego opisu, powstających przy technologicznym oddziaływaniu zewnętrznego quasi-ustalonego pola elektromagnetycznego, cieplnych oraz mechanicznych właściwości niepolaryzujących się namagnesowywanych ciał przewodzących elektryczność, obecnych w procesach wytwórczych przy wysokotemperaturowej celowej obróbce.

R. IVAS'KO¹, R. KUSHNIR¹, R. MUSII², V. VIESTIAK³

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² National University "Lvivs'ka Politechnika" (Ukraine)

³ Moscow Aviation Institute (State University of Aerospace Technologies),
Institute of Mechanics Lomonosov Moscow State University (Russia)

PHYSICO-MATHEMATICAL FUNDAMENTALS OF THERMOMECHANICS FOR CONDUCTIVE PLATES UNDER THE ACTION OF ELECTROMAGNETIC PULSES

Mathematical model of electromagnetic, thermal and mechanical properties for non-ferromagnetic conductive planar layer under the action of pulsed electromagnetic fields is describes. A technique of approximate solution to the formulated problem, that applies a cubic polynomial approximation of all key functions' distributions with respect to a thickness coordinate, has been proposed. The solution to the problem under consideration in case of homogeneous electromagnetic pulse has been found and discussed. The thermo-mechanical behavior and load-carrying capacity of non-ferromagnetic conductive plates under the action of electromagnetic pulses has been investigated.

FIZYCZNO-MATEMATYCZNE PODSTAWY TERMOMECHANIKI NIEPOLARYZUJĄCEJ SIĘ NIEMAGNESUJĄCEJ SIĘ TARCZY PRZEWODZĄCEJ ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY ODDZIAŁYWANIU ELEKTROMAGNETYCZNYCH IMPULSÓW

Zaproponowany został model matematyczny opisujący elektromagnetyczne, cieplne oraz mechaniczne właściwości niepolaryzującej się niemagnesującej się tarczy przewodzącej elektryczność przy oddziaływaniu impulsów elektromagnetycznych. Przy tym uwzględnia się adiabaticzny oraz dynamiczny charakter procesu nagrzewania i odkształcania tarczy. Opracowano metodykę przybliżonego rozwiązywania sformułowanych podzagadnień schematu obliczeniowego dla rozważanej tarczy, opartej na aproksymacji rozkładów występujących funkcji kluczowych względem grubościowej współrzędnej przy pomocy wielomiana trzeciego stopnia. Otrzymano i numerycznie przeanalizowano rozwiązania przy jednorodnym impulsie elektromagnetycznym. Zbadano osobliwości rozpatrywanych właściwości oraz graniczną nośność tarczy przy różnych parametrach impulsów.

A. KOZIARSKA, M. ZBADYŃSKI

Opole University of Technology (Poland)

**WPLYW WIEKU KIEROWCY NA PRZEKROCZENIA
DOZWOLONÝCH PRĘDKOŚCI W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM W
LATACH 2014-2018**

Celem pracy było sprawdzenie wpływu wieku kierowcy na popełnianie wykroczenia drogowe (przekroczenia prędkości) w województwie opolskim w latach 2014–2018. W pracy badano związek między wiekiem kierowcy i wielkością przekroczenia prędkości. Do realizacji celu pracy wykorzystano dane zarejestrowane przez stacjonarne urzędnia rejestrujące (fotoradary) umiejscowione w województwie opolskim. W analizie wykorzystano metody statystyki opisowej i statystyki matematycznej. Obliczenia wykonano w programie STATISTICA. Zastosowano kategoryzację wieku kierowcy przedstawioną w poniższej tabeli.

Kategoria	Przedział wieku
młody kierowca	< 29
dojrzały kierowca	29 - 59
starszy kierowca	59 – 74
podeszły kierowca	> 75

Przeprowadzona analiza statystyczna wskazuje na to, że wiek kierowcy wpływa na wielkość przekroczeń prędkości. Kierowcy młodzi przekraczają prędkość o średnio więcej aniżeli kierowcy dojrzały, podeszły lub starsi. Młodzi kierowcy ponadto mają większe odchylenie standardowe, co świadczy o większym rozproszeniu przekroczeń prędkości i w tej grupie odnotowano największe maksymalne przekroczenie prędkości. Na poziomie istotności 0,05, pokazano, że rozkład wielkości przekroczenia prędkości wśród młodych kierowców różni się istotnie od rozkładu w pozostałych grupach wiekowych. Młodzi kierowcy tworzą jednoelementową grupę jednorodną, natomiast kierowcy dojrzały, starsi i w podeszłym wieku stanowią drugą grupę jednorodną.

Literatura:

- [1] Krok ku szybszej kolei z Wrocławia do Kluczborka. <https://www.plk-sa.pl/biuro-prasowe/informacje-prasowe/krok-ku-szybszej-kolei-z-wroclawia-do-kluczborka-3600/> [02.01.2019]
- [2] Nowe tory i perony na linii Kluczbork – Ostrzeszów. [02.01.2019] <https://www.plk-sa.pl/biuro-prasowe/informacje-prasowe/nowe-tory-i-perony-na-linii-kluczbork-ostreszow-2377/>
- [3] PLK Poprawia stan odcinka Kluczbork – Bierutów przed modernizacją. [02.01.2019] <https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/plk-poprawia-stan-odcinka-kluczborkbierutow-przed-modernizacja-88284.html>
- [4] Douglas C. Montgomery, George C. Runger: Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley & Sons, Inc., New York 2003.

II. MODELOWANIE I OPTYMALIZACJA PROCESÓW WYTWÓRCZYCH



T. WOŁCZAŃSKI¹, O. HACHKEVYCH^{1,2}, T. KOZAKEVYCH²,
V. KUKAREKO³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ State Scientific Institution «United Institute of Mechanical Engineering
of the National Academy of Sciences of Belarus» (Belarus)

MODELING AND OPTIMIZATION OF RESIDUAL STRUCTURAL AND STRESS STATES OF STEEL SOLIDS SUBJECTED TO TECHNOLOGICAL HEATING

Selected problems arising in the simulation of residual structural and stress states of steel bodies during technological heating are discussed, related to the properties, structure and specific volumes of phase components, types of heat treatments and processes occurring during them.

The approaches to the quantitative description of the quantities characterizing the physical and materials science processes are considered.

MODELOWANIE I OPTYMALIZACJA SZCZĄTKOWEGO STANU STRUKTURALNEGO ORAZ SPRĘŻYSTEGO CIAŁ STALOWYCH PRZY NAGRZEWANIU TECHNOLOGICZNYM

Omówione zostały wybrane problemy powstające przy modelowaniu i optymalizacji szczątkowego stanu strukturalnego oraz sprężystego ciał stalowych przy nagrzewaniu technologicznym. Problemy te odnoszą się do właściwości, struktury i właściwych objętości fazowych składowych, typów termoobróbek i procesów, zachodzących przy nich.

Rozważano podejścia do ilościowego opisu wielkości, charakteryzujących występujące przy tym fizyczne i materiałoznawcze procesy.

T. WOŁCZAŃSKI¹, O. HACHKEVYCH^{1,2}, T. KOZAKEVYCH²,
A. STANIK-BESLER¹

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

**SZCZĄTKOWY STAN STRUKTURALNY ORAZ SPRĘŻYSTY
MAŁOWĘGŁOWEJ NISKOSTOPOWEJ CIENKIEJ STALOWEJ
PŁYTY PRZY NAGRZEWANIU PRZEZ RUCHOME ROZŁOŻONE
ŹRÓDŁA CIEPŁA**

Zaprezentowano podalsze rozwinięcie przedstawień modelowych przy opisie i optymalizacji stanu fazowego i sprężystego małowęgłowych niskostopowych cienkich stalowych płyt przy lokalnym technologicznym nagrzewaniu do podwyższonych temperatur (zpełnej austenizacji stali w pewnych podobszarach) przez układy ruchomych rozłożonych źródeł ciepła i kolejnym monotonicznym chłodzeniu.

Przedstawienia modelowe oparte są na adaptowanemu do rozważanej klasy zagadnień znanemu modelowi opisu składu fazowego i spowodowanych przez niego naprężeń szątkowych w niskostopowych małowęgłowych ciałach stalowych przy nagrzewaniu i monotonicznym chłodzeniu (z wysokotemperaturowego stanu przy obecności strefy zupełnej austenizacji).

R. IVAS'KO¹, T. KOZAKEVYCH¹, A. KOZIARSKA²,
A. RAWSKA-SKOTNICZNY²

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

TEMPERATURE FIELD IN STEEL PLATES AT DETERMINING AND OPTIMIZATION OF RESIDUAL STRUCTURAL AND STRESS STATES DURING HEATING BY MOVING DISTRIBUTED HEAT SOURCES

The problems of formulation and development of the heat problem for steel plates when simulating and optimization the residual structural and stress state when heated by movable distributed heat sources arising in the first stage of the scheme used are discussed.

POLE TEMPERATUR W PŁYTACH STALOWYCH PRZY WYZNACZANIU I OPTYMALIZACJI STANU STRUKTURALNEGO ORAZ SPRĘŻYSTEGO PRZY NAGRZEWANIU PRZEZ RUCHOME ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA

Omówiono problemy formułowania i rozwinięcia zagadnienia cieplnego dla płyty stalowej przy modelowaniu i optymalizacji szczałkowego stanu strukturalnego oraz sprężystego przy nagrzewaniu przez ruchome normalnie rozłożone źródła ciepła, powstające w pierwszym etapie stosowanego schematu obliczeniowego.

Rozważano różne przybliżenia zagadnienia, spowodowane przez osobliwości przewodzenia ciepła.

V. ASTASHKIN¹, T. KOZAKEVYCH¹, R. KUSHNIR¹, A. STANIK-BESLER²

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

RESIDUAL STRESS STATE OF STEEL PLATES DURING TECHNOLOGICAL HEATING BY MOVING DISTRIBUTED HEAT SOURCES

The problems of the formulation and development of the procedure of determining the residual stresses in steel plates when simulating the residual structural and stress states during technological heating by moving distributed heat sources, arising in the fourth stage of the calculation scheme used for the initial complex problem of thermomechanics with taking into account phase transformations, are discussed.

SZCZĄTKOWY STAN SPRĘŻYSTY PŁYT STALOWYCH PRZY NAGRZEWANIU TECHNOLOGICZNYM PRZEZ RUCHOME ROZŁOŻONE ŹRÓDŁA CIEPŁA

Omówione zostały problemy formułowania i rozwinięcia zagadnienia o wyznaczaniu naprężeń szczątkowych w stalowych płytach przy modelowaniu szczątkowego stanu strukturalnego oraz sprężystego przy nagrzewaniu przez ruchome rozłożone źródła ciepła. Problemy te powstają w czwartym etapie wykorzystywanego schematu obliczeniowego kompleksowego zagadnienia termomechaniki przy uwzględnieniu przekształceń fazowych.

Rozważono różne modelowe podejścia uproszczające przy teoretycznym określeniu stanu sprężystego.

T. WOŁCZAŃSKI¹, O. HACHKEYVYCH^{1,2}, T. KOZAKEVYCH²,
A. TORS'KYI³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ Center of Mathematical Modeling Pidstryhach Institute for Applied Problems
of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

TO ESTABLISHING SPECIFIC VOLUMES OF PHASE COMPONENTS IN STEEL PLATES WHEN MODELING RESIDUAL STRUCTURAL AND STRESS STATES

A variant of the methodology for establishing the values of the specific volumes of phase components in thin low-carbon low-alloy steel plates at high-temperature heating and subsequent cooling is considered. Such specific volumes are used in modeling and optimization, based on the complex problem of thermomechanics, taking into account phase transformations, residual structural and stress states when steel plates are heated by mobile distributed heat sources.

DO USTALANIA OBJĘTOŚCI WŁAŚCIWYCH FAZOWYCH SKŁADOWYCH W STAŁOWYCH PŁYTACH PRZY MODELOWANIU I OPTYMALIZACJI SZCZĄTKOWEGO STANU STRUKTURALNEGO ORAZ SPRĘŻYSTEGO

Rozważono wariant metodyki ustalania wartości objętości właściwych składowych fazowych w cienkich płytach ze stali małowęgłowej niskostopowej przy nagrzewaniu wysokotemperaturowym i kolejnym chłodzeniu. Takie objętości właściwe występują przy modelowaniu i optymalizacji, opartych na kompleksowym zagadnieniu termomechaniki uwzględniającym przemiany fazowe, szczątkowego stanu strukturalnego oraz sprężystego przy nagrzewaniu płyt przez ruchome rozłożone źródła ciepła.

B. BOZHENKO^{1,2}, O. HACHKEYVYCH^{1,3}, T. KOZAKEVYCH³,
V. MOZHAROVSKYI⁴

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Center of Mathematical Modeling Pidstryhach Institute for Applied Problems
of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

³ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

⁴ Gomel State University (Belarus)

**TO DETERMINATION OF STRUCTURAL DEFORMATIONS IN
STEEL PLATES DURING MODELING AND OPTIMIZATION OF
RESIDUAL PHASE AND STRESS STATES AT HIGH-TEMPERATURE
HEATING AND SUBSEQUENT COOLING**

The issues related to the determination of residual structural deformations in thin low-carbon low-alloy steel plates during high-temperature technological heating and subsequent cooling are discussed. Such deformations are one of the main factors in modeling and optimization, using the complex problem of thermomechanics, taking into account phase transformations, residual structural and stress states when steel plates are heated by moving distributed heat sources.

**DO OKREŚLENIA STRUKTURALNEJ DEFORMACJI W STALOWYCH PŁYTACH
PRZY MODELOWANIU I OPTYMALIZACJI STANU FAZOWEGO ORAZ
SPRĘŻYSTEGO PRZY WYSOKOTEMPERATUROWYM NAGRZEWANIU I
NASTĘPNYM CHŁODZENIU**

Omówiono problem występujący przy wyznaczaniu szczytkowych deformacji strukturalnych w cienkich małowęglowych niskostopowych stalowych płytach przy wysokotemperaturowym nagrzewaniu technologicznym i następnym chłodzeniu. Takie deformacje są jednym z wyznaczalnych czynników przy modelowaniu i optymalizacji, z wykorzystaniem kompleksowego zagadnienia termomechaniki przy uwzględnieniu przekształceń fazowych, szczytkowego stanu strukturalnego oraz sprężystego przy nagrzewaniu płyt przez ruchome rozłożone źródła ciepła.

O. HACHKEVYCH^{1,2}, O. HUMENCHUK², S. MORYŃ¹, R. TERLETS'KYI²

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

**MATHEMATICAL MODEL FOR DESCRIPTION OF TEMPERATURE
FIELDS AND STRESSES IN SOLIDS OF LOW ELECTRICAL
CONDUCTIVITY SUBJECTED TO INFRARED ELECTROMAGNETIC
RADIATION**

A variant of the mathematical model for describing the quasi-static thermomechanical behavior of bodies with low electrical conductivity, caused by the influence of electromagnetic radiation in the infrared frequency range, is proposed. The effect of radiation is taken into account by heat release due to absorption and emission of energy by the material, as well as by the ponderomotive forces of the action of the field of this radiation on the body.

**MODEL MATEMATYCZNY DLA OPISU PÓL TEMPERATURY I NAPRĘŻEŃ W
CIAŁACH O NISKIM PRZEWODZENIU ELEKTRYCZNYM PRZY
ODDZIAŁYWANIU PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W
PODCZERWIENI**

Zaproponowany został wariant modelu matematycznego opisu quasi-statycznego termomechanicznego zachowania ciał o niskiej przewodności elektrycznej, spowodowanego oddziaływaniem zewnętrznego promieniowania elektromagnetycznego zakresu podczerwieni. Wpływ promieniowania uwzględniany jest przez produkcję ciepłą na skutek pochłaniania i emisji materiałem energii, a również siłami ponderomotorycznymi oddziaływania pola tego promieniowania na środowisko.

O. HACHKEYVYCH^{1,2}, O. HUMENCHUK², R. IVAS'KO²,
A. MARYNOWICZ¹

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

**SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC INFRARED RADIATION IN
THERMOMECHANICS OF LOW ELECTRICAL CONDUCTIVITY
SOLIDS SUBJECTED TO EXTERNAL IRRADIATION**

The results of mathematical modeling of electromagnetic infrared radiation in solids of low electrical conductivity caused by the effect of radiation generated by external sources are presented. To describe the radiation field, a phenomenological theory based on the Planck and Bouguer laws is used, which makes it possible to significantly simplify the determination of the influencing factors of the radiation field on the material continuum.

**MODELOWANIE PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W
CIAŁACH O NISKIEJ PRZEWODNOŚCI ELEKTRYCZNEJ PRZY
NAPROMIENIOWANIU ZEWNĘTRZNYM W PODCZERWIENI**

Podane są wyniki modelowania matematycznego promieniowania elektromagnetycznego w podczerwieni w ciałach o niskiej przewodności elektrycznej, wytwarzanego przez zewnętrzne emitatory. Przy opisie pola promieniowania wykorzystywana jest podstawowa teoria, oparta na prawach Plancka i Bougera, istotnie zmniejszająca złożoność procedury ustalenia czynników oddziaływania pola promieniowania na continuum materialny – wyjściowych wielkości w stosowanym modelu termomechaniki ciał o niskiej przewodności elektrycznej przy napromieniowaniu elektromagnetycznym.

L. HAYEVS'KA¹, O. HUMENCHUK¹, V. MISHCHENKO¹,
A. STANIK-BESLER², R. TERLETS'KYI¹

¹ Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

² Opole University of Technology (Poland)

ELECTROMAGNETIC RADIATION FLOWS IN ELECTRICALLY CONDUCTING SOLIDS SUBJECTED TO EXTERNAL INFRARED IRRADIATION

The results of mathematical modeling of electromagnetic radiation fluxes (incident, absorbed, reflected and intrinsic – local and total along the spectrum), which are used in the problems of determining the radiation field in specific technical systems, are presented.

A variant of the diffuse properties of the surface and the approximation of a non-radiating material are considered.

The streams are specified for both opaque and partially transparent solids for infrared radiation.

The results obtained are taken into account in the calculation scheme for solving the problems of thermomechanics of solids irradiated by the electromagnetic method.

STRUMIENI PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W CIAŁACH PRZEWODZĄCYCH ELEKTRYCZNOŚĆ PRZY ZEWNĘTRZNYM NAPROMIENIOWANIU W PODCZERWIENI

Podane są wyniki modelowania matematycznego strumieni promieniowania elektromagnetycznego zakresu podczerwieni (padającego, pochłanianego, odbijanego i własnego) lokalnego i sumarycznego względem widma. Strumieni te występują w zagadnieniach wyznaczenia pola promieniowania w konkretnych układach technicznych.

Rozważany jest wariant powierzchni o dyfuzyjnych właściwościach względem promieniowania oraz przybliżenie niewypromieniującego materiału. Strumieni konkretyzowane są dla nieprzezroczystych ciał jak i dla częściowo przezroczystych względem zakresu podczerwieni.

Otrzymane wyniki uwzględniono przy uściśleniu schematu obliczeniowego przy rozwiązywaniu zagadnienia termomechaniki ciał przy zewnętrznym napromieniowaniu elektromagnetycznym.

V. BOYCHUK¹, O. HACHKEVYCH^{1,2}, O. HUMENCHUK², L. KIT³

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
NASU (Ukraine)

³ Center of Mathematical Modeling Pidstryhach Institute for Applied Problems
of Mechanics and Mathematics NASU (Ukraine)

MODELING THE BEHAVIOR OF A SYSTEM OF SOLIDS, OPAQUE FOR ELECTROMAGNETIC INFRARED RADIATION, SUBJECTED TO EXTERNAL IRRADIATION

The case is considered when the solids in the system are opaque for electromagnetic radiation of the infrared range (in particular, metal ones) and between them such radiation is exchanged (including due to the different temperatures of these solids) through the external medium transparent for radiation. A mathematical model for describing the thermo-stressed state of such solids, the results of a research of the effect of heat exchange by radiation on temperature fields and stresses in a cylindrical system, as well as a calculation scheme for high-temperature heating of electric conductive solids using an electromagnetic field of a radio frequency range are presented.

MODELOWANIE ZACHOWANIA UKŁADU CIAŁ NIEPRZEZROCZYSTYCH DLA PROMIENIOWANIA W PODCZERWIENI PRZY NAPROMIENIOWANIU ZEWNĘTRZNYM

Rozważany jest przypadek napromieniowania w podczerwieni układu, składowe ciała którego rozdzielone są przez środowisko przezroczyste dla takiego widmowego zakresu.

Stosowany model matematyczny opisu stanu termosprężystego oraz otrzymane na jego podstawie wyniki modelowania i badania wpływu wymiany ciepłem przez promieniowanie na pola temperatury i naprężeń wykorzystano dla układu walcowego. Rozważany również wariant modelu obliczeniowego przy wysokotemperaturowym nagrzewaniu ciał przewodzących elektryczność z wykorzystaniem pola elektromagnetycznego zakresu radiowego.

III. INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA W PROCESACH WYTWÓRCZYCH



J. TREMBACZ, S. MORYŃ, D. SZEFER

Opole University of Technology (Poland)

**BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY W WPRZEDSIĘBIORSTWIE
PRODUKUJĄCYM MIESZANKI PASZOWE**

Scharakteryzowano wytwórnę mieszanek paszowych, a następnie przeprowadzono badania terenowe oraz pomiary wybranych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

Następnie przedstawiono potencjalne konsekwencje naruszania przepisów podczas wykonywania pracy. Wykonano analizę funkcjonowania wytwórni i określono poszczególne czynniki zagrożeń zawodowych.

Dokonano kontrole w zakresie stosowania środków ochrony indywidualnej i zbiorowej oraz wykonano ocenę ryzyka zawodowego.

J. TREMBACZ, T. WOŁCZAŃSKI, E. TROMSA

Opole University of Technology (Poland)

**IDENTYFIKACJA I ANALIZA ZAGROŻEŃ WYBRANYCH
STANOWISK PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM
BRANŻY REKLAMOWEJ**

W pracy opisano i scharakteryzowano przedsiębiorstwo produkcyjne. Następnie wykonano klasyfikację i analizę zagrożeń dla życia lub zdrowia pracowników występujących w środowisku trzech wybranych stanowisk pracy: operatora prasy podciśnieniowej, operatora maszyn sterowanych numerycznie i ślusarza operującego maszyny stacjonarne.

Przedstawiono również informacje dotyczące wypadkowości z ostatnich lat w przedsiębiorstwie i wyniki pomiarów środowiska pracy.

J. TREMBACZ, M. SPALIK, M. GLOMBIK

Opole University of Technology (Poland)

OCENA RYZYKA ZAWODOWEGO NA PODSTAWIE ZAKŁADU X

Przedstawiono stan BHP w analizowanym Zakładzie X, w którym produkowane są wyroby betonowe (np. kosze betonowe, donice betonowe, stojaki na rowery) i elementy małej architektury miejskiej. Omówiono również charakterystykę stanowisk betoniarza i ślusarza, opisano rodzaj wykonywanej pracy fizycznej ciężkiej oraz warunki środowiska pracy fizycznej średnio ciężkiej.

Ponadto dokonano identyfikacji zagrożenia oraz wymieniono: źródła, skutki i środki ochrony przed zagrożeniami na analizowanych stanowiskach pracy.

Przeprowadzono również ocenę ryzyka zawodowego metodą Risk Score, dla której uzyskano wartość oceny ryzyka wynoszącą 63 punkty (ryzyko jest małe, w pełni akceptowalne). Istotne jest to, że ocena ryzyka zawodowego jest środkiem, który prowadzi do ustalenia działań zmierzających do zagwarantowania bezpiecznych warunków pracy.

A. ROTKEGEL^{1,2}, Z. ZIOBROWSKI²

¹ Opole University of Technology (Poland)

² Institute of Chemical Engineering, Polish Academy of Sciences (Poland)

MEMBRANY SILMS JAKO BEZPIECZNA ALTERNATYWA USUWANIA CO₂ Z GAZÓW

W konwencjonalnych metodach usuwania CO₂ z gazów na ogół stosuje się pochłanianie gazowego CO₂ w kolumnach wypełnionych, zraszanych roztworami amin. Jako alternatywne rozwiązanie może być stosowana separacja gazów na membranach w połączeniu z cieczami jonowymi (ILs). Połączenie takie zwane membranami ciekłymi na podłożu ceramicznym z cieczą jonową (ang. Supported Ionic Liquid Membrane, SILM) jest atrakcyjne ze względu na energooszczędność, kompaktową budowę oraz przyjazny dla środowiska charakter.

W pracy przedstawiono wyniki doświadczalne separacji dwutlenku węgla i azotu na membranach ceramicznych impregnowanych cieczą jonową 1-etylo-3-metyloimidazolową ([Emim][Ac]). Rodzaj podłoża ceramicznego zastosowanego w membranach SILM, jest bardzo ważny dla stabilności membrany. Do przygotowania membran wykorzystano rurki ceramiczne o średnicy zewnętrznej 10 mm i długości 250 mm, wykonane z Al₂O₃, które impregnowano cieczą jonową.

Wydajność przygotowanych membran SILM mocno zależy od metody impregnacji podłoża ceramicznego. Gruba warstwa cieczy jonowej (IL) zmniejsza przepuszczalność membrany, jednakże zbyt cienka jej warstwa może obniżyć wydajność i stabilność membrany. Zastosowano dwie metody impregnacji: nanoszenie (coating) i zanurzanie (soaking). Badania prowadzono w temperaturze 20° C i przy różnicy ciśnień od 1 do 7 bar. Zmierzone strumienie masowe dwutlenku węgla i azotu oraz idealne selektywności dla badanych membran SILM, które przedstawiono na wykresach.

Otrzymane membrany SILM charakteryzują się stosunkowo małymi strumieniami masowymi przechodzącego przez membranę CO₂ i N₂ a także niską selektywnością idealną CO₂/N₂.

M. BARTOSZUK¹, J. RUT¹, I. HUREJ²

¹ Opole University of Technology (Poland)

² National University “Lvivs’ka Politechnika” (Ukraine)

ZARZĄDZANIE PRODUKCJĄ Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU SCADA W OBRÓBCE SKRAWANIEM

Obecnie zarządzanie procesami produkcyjnymi w przedsiębiorstwach jest bardzo złożonym zagadnieniem. Spowodowane jest to między innymi mnogością strumieni dóbr (surowców, części, półfabrykatów, wyrobów gotowych itp.) i strumieni informacyjnych, które się wzajemnie krzyżują i uzupełniają. Potężne przemiany gospodarcze w obecnej rzeczywistości rodzą konieczność poszukiwania coraz to nowszych rozwiązań w zakresie zarządzania szeroko rozumianymi procesami produkcyjnymi. Właściwa organizacja procesów produkcyjnych, wykorzystanie możliwości tkwiących w systemach usprawniających proces zarządzania produkcją oraz możliwość przystosowania się do ciągłych zmian w środowisku biznesowym zapewniają przewagę konkurencyjną przedsiębiorstw. Zaznaczyć należy, że efektywne funkcjonowanie przedsiębiorstw jest możliwe dzięki optymalizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych. Obróbka skrawaniem jest specyficzną gałęzią przemysłu. Z wielkimi oporami poddaje się nowoczesnym metodom zarządzania i sterowania produkcją. Jest to obszar bardzo złożony. W obecnych czasach sprawne wdrożenie i prowadzenie procesu wytwarzania wymaga zastosowania zaawansowanych procesów planowania i harmonogramowania produkcji jak również planowanie technologicznego obszaru procesu wytwarzania oraz monitorowanie statusu obróbki skrawaniem. Współczesne systemy wspomagania produkcji oferują szereg narzędzi do wspierania planowania zarządzania i przygotowania zleceń produkcyjnych. Takimi systemami są systemy SCADA, które umożliwiają prostą wizualizację zleceń i nie wymagają tworzenia dokumentów papierowych, ponieważ wszelkie niezbędne dokumenty są tworzone elektronicznie i dostępne w wersji cyfrowej. Wszelkie pozyskane dane w trakcie przygotowania produkcji i realizacji procesu obróbkowego wykorzystywane są do monitorowania zarówno samej maszyny jak i procesu wytwarzania. System SCADA w procesie obróbki skrawaniem dostarcza on-line wielu cennych informacji na temat samego procesu obróbki skrawaniem/produkcyjnego w przejrzysty i zrozumiały sposób. Ponadto pozwala uzyskać wielowymiarowy wgląd w pracę maszyn, sprawdzać stany magazynowe, śledzić przepływ materiałów oraz przebieg procesów produkcyjnych i technologicznych. Ułatwia także podejmowanie decyzji, prezentując w sposób czytelny i syntetyczny aktualny przebieg procesów produkcyjnych i technologicznych.

J. RUT, T. WOŁCZAŃSKI

Opole University of Technology (Poland)

SYSTEMY INFORMATYCZNE W PROCESACH PRODUKCYJNYCH

We współczesnej gospodarce przedsiębiorstwa produkcyjne, chcąc przetrwać na konkurencyjnym rynku i zapewnić sobie efektywny rozwój, powinny zwrócić szczególną uwagę na bardzo istotne działania, bez których prawidłowe funkcjonowanie organizacji nie może się obejść. Działania te, to między innymi sprawne i efektywne realizowanie procesów wytwórczych, sprawne i efektywne realizowanie procesów współpracy z dostawcami i klientami, szybkie analizowanie zgromadzonych w bazie danych i na ich podstawie podejmowanie decyzji, dostosowanie swojej działalności gospodarczej do zmieniających się warunków otoczenia i wymagań rynku.

Obecnie wiele przedsiębiorstw produkcyjnych swoje zainteresowanie skupia na usprawnieniu procesów produkcyjnych wykorzystując zaawansowane technologie informatyczne w obszarze procesów produkcyjnych, automatyki magazynowej, dystrybucji, wykorzystanie sterowników PLC, czy wprowadzenie czytników RFID. Jednym z najważniejszych i chyba najbardziej istotnych powodów wdrażania przez przedsiębiorstwa systemów zarządzania produkcją jest uzyskanie szeregu korzyści jak np. kontrola nad wytwarzanymi produktami, zwiększenie produkcji, monitorowanie przepływu surowców i produktów, zwiększenie wydajności pracowników, jak również usprawnienie procesów przepływu informacji. Dzięki zastosowaniu innowacyjnych, zaawansowanych systemów informatycznych eliminowane są występujące wąskie gardła, które mają ogromny wpływ na prawidłową funkcjonalność przedsiębiorstwa.

Systemy informatyczne w procesach produkcyjnych przyczyniają się do redukcji liczby przestoju i niedoborów zasobów, które mają ogromny wpływ na efekt końcowy wyrobu. Należy zaznaczyć, że dzięki systemom informatycznym wykorzystywanym w przedsiębiorstwach, opisane powyżej czynniki sprawiają, że wydajność przedsiębiorstwa wzrasta, a czas realizacji zleceń skraca się, w efekcie daje to możliwość planowania kolejnych etapów produkcji. Ponadto informatyczne systemy w procesach produkcyjnych i w procesach zarządzania produkcją wspomagają podejmowanie decyzji, funkcjonowania przedsiębiorstwa oraz optymalizacji wielu bardzo istotnych działań.

J. RUT

Opole University of Technology (Poland)

PLANOWANIE PRODUKCJI I ZARZĄDZANIE REALIZACJĄ ZADAŃ PRODUKCYJNYCH

W dzisiejszych czasach przedsiębiorstwa produkcyjne stają w obliczu różnorodnych a zarazem trudnych wyzwań. Rosnąca konkurencja globalna, szybki postęp technologiczny, malejące zasoby zarządzania przedsiębiorstwem czy terminowość produkowanych wyrobów implikuje w przedsiębiorstwach dobór różnorodnych koncepcji, narzędzi, metod czy technik organizacji i zarządzania. Obecnie zarządzanie procesami produkcyjnymi w przedsiębiorstwach jest bardzo złożonym zagadnieniem.

Zarządzanie jest procesem dynamicznym, realizowanym w sposób ciągły w miarę upływu czasu. Sprawne zarządzanie realizacją zadań produkcyjnych jest kluczowym czynnikiem, pozwalającym na przetrwanie i rozwój przedsiębiorstwa na konkurencyjnym, zglobalizowanym rynku. Aby sprawnie realizowane były zadania produkcyjne ważnym elementem jest planowanie.

Planowanie produkcji jest niezwykle ważnym etapem w całym procesie produkcji. Planowanie jest jednym z najważniejszych etapów procesu zarządzania tj. wychodząc z definicji zarządzania, planowanie jest pierwszą funkcją, od której zaczyna się cały proces produkcji. Jest podstawą do podejmowania decyzji wpływających na działalność przedsiębiorstwa na wszystkich jego szczeblach. Rezultatem planowania są ustalone do realizacji zadania produkcyjne sparametryzowane w trzech przekrojach dotyczących: przedmiotu planowania, podmiotu wykonawczego i czasu.

W obszarze produkcji i realizacji zadań produkcyjnych najważniejsze jest zastosowanie reguł planowania, implementacja metod i dobrych praktyk jak również wykorzystania rozwiązań informatycznych. Należy zaznaczyć, że w procesie planowania występuje wiele problemów, które przekładają się na późniejszą realizację produkcji i terminowość dostaw do klientów. Planowanie produkcji i zarządzanie realizacją zadań produkcyjnych stanowi ważny element w prawidłowym funkcjonowaniu przedsiębiorstwa.

P. JANUS, R. ŁUSZCZYNA

Opole University of Technology (Poland)

IDENTYFIKACJA ZAGROZEŃ NA WYBRANYCH STANOWISKACH PRACY DZIAŁU BADAWCZO-ROZWOJOWEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO

W każdym przedsiębiorstwie niezależnie od charakteru prowadzonej działalności, wyróżnić można szereg czynników zagrażających zdrowiu jak i życiu pracowników. W przypadku przedsiębiorstw chemicznych istnieje duże ryzyko związane z użytkowaniem substancji chemicznych. Ważna jest więc prawidłowa ocena ryzyka wszystkich stanowisk jak i ocena ryzyka w narażeniu na czynniki chemiczne, która pozwoli zminimalizować wysoki poziom zagrożenia i jednocześnie zapewnić bezpieczne i higieniczne warunki pracy. Zasadniczym dokumentem zobowiązującym pracodawców do jej przeprowadzenia jest Dyrektywa 98/24/WE. Ocena tego typu jest podstawą do prawidłowego funkcjonowania środowiska pracy oraz zapewnienia wszystkim pracującym pełnego poczucia bezpieczeństwa.

Bardzo ważną sprawą jest wskazanie (określenie), które zagrożenia i substancje mogą powodować powstanie wypadku przy pracy oraz zwiększają narażenie pracownika na niebezpieczeństwo.

W pracy podjęto problematykę dotyczącą identyfikacji zagrożeń w środowisku chemicznym oraz związaną z tym ocenę ryzyka zawodowego na poszczególnych stanowiskach pracy. Ze względu na ograniczoną objętość opracowania nie przedstawiono w nim przeprowadzonej oceny ryzyka zawodowego związanego z substancjami chemicznymi oraz analizy danych statystycznych GUS'u dot. wypadkowości w sektorze produkcji chemikaliów i wyrobów chemicznych w latach 2010-2017, której założeniem było określenie zależności przyczynowo-skutkowych.

We wnioskach końcowych, które przedstawiono w podsumowaniu uwzględniono wyniki danych analiz w nawiązaniu do wybranych stanowisk pracy działu B&R.

J. TREMBACZ, A. WRÓBEL, A. NOSOL

Opole University of Technology (Poland)

ERGONOMICZNE PROJEKTOWANIE STANOWISKA PRACY W ZAKŁADZIE PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO

Mimo postępującej automatyzacji, ręczna lub ręczno-mechaniczna obróbka metalu wykonywana przez ślusarza, wciąż odgrywa ważną rolę w procesie wytwarzania części maszyn.

Praca ślusarza ma charakter umysłowo-fizyczny, cechuje się indywidualnością oraz powtarzalnością wykonywanych czynności i zaliczyć ją można do prac bardzo uciążliwych dla organizmu. Związane to jest z negatywnym wpływem materialnych warunków pracy na zdrowie człowieka, do których zaliczamy hałas, drgania, oświetlenie, mikroklimat oraz organiczne i nieorganiczne związki chemiczne (np. gazy techniczne, pyły). Warunki te mogą prowadzić do pogorszenia kondycji psychicznej i fizycznej pracownika, co w konsekwencji może doprowadzić do pogorszenia jakości wykonywanej pracy.

Poprzez prawidłową identyfikację zagrożeń i ich źródeł można już na etapie projektowania stanowiska pracy doprowadzić do wyeliminowania konkretnego zagrożenia lub przynajmniej jego częściowego ograniczenia.

Ergonomiczne projektowanie stanowiska pracy powinno opierać się na relacjach zachodzących pomiędzy pracownikiem, rodzajem wykonywanych czynności a strukturą techniczną przedsiębiorstwa.

J. TREMBACZ, A. NOSOL, K. PAKOCA

Opole University of Technology (Poland)

BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE HANDLOWO-SPEDYCYJNYM

W pracy wykonano analizę systemu bezpieczeństwa i higieny pracy w przedsiębiorstwie handlowo – spedycyjnym za pomocą metody RISK SCORE dla wybranych stanowisk pracy. Opisano tę metodę oraz przedstawiono charakterystykę przedsiębiorstwa handlowo-spedycyjnego i wybrane, analizowane stanowiska pracy (spawalnia, lakiernia, warsztat mechaniczny i tokarnia).

W dalszej części wykonano badania stanu bhp dla poszczególnych stanowiskach pracy. Wykorzystano analizę ryzyka zawodowego metodą RISK SCORE oraz wykonano pomiary parametrów środowiska pracy (hałas, temperatura i oświetlenie).

Dodatkowo omówiono wyniki analizy ankiety badawczej. Miała ona na celu sprawdzenie wiadomości pracowników na temat bezpieczeństwa oraz świadomości ciężących na nich obowiązków i przywilejów z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy w firmie.

J. TREMBACZ, S. MORYŃ, I. TRZYNA

Opole University of Technology (Poland)

**WPLYW WDROŻENIA NOWYCH TECHNOLOGII NA POPRAWĘ
BEZPIECZEŃSTWA KIEROWCY W WYBRANYM
PRZEDSIĘBIORSTWIE**

W pracy wykonano analizę wpływu wdrożenia nowych zastosowań na bezpieczeństwo pracowników floty (kierowców) w przedsiębiorstwie handlowym. Nowe technologie powinny ułatwić pracodawcom kontrolę nad kierowcami prowadzącymi samochody służbowe w terenie, poprzez analizę generowanych raportów. Analiza raportów powinna przyczynić się do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy i usprawnienie efektywności działań pracowników. Uzyskane wyniki, po dokonanych analizach, są podstawą do zaprezentowania możliwych działań zapobiegawczych związanych z poprawą bezpieczeństwa.

Następnie opisano czynniki stwarzające zagrożenie w zawodzie kierowcy oraz podstawowe wymogi stawiane kierowcom. Istotnym czynnikiem jest wpływ stresu i monotonii jazdy na bezpieczeństwo pracy kierowcy, a także stosowane metody zapobiegawcze.

Opisano zastosowaną technologię i przedstawiono funkcjonalność wprowadzonego urządzenia: m.in. ułatwienie analizy danych, generowanie raportów. Raporty usprawniają podejmowane działania, mające na celu poprawę poziomu bezpieczeństwa i ograniczenie zbędnych kosztów w przedsiębiorstwie, a także zwiększenie efektywności pracy kierowcy.

J. RUT

Opole University of Technology (Poland)

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM OPERACYJNYM W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRODUKCYJNYCH

Ryzyko operacyjne stanowi nieodłączny element działalności każdej organizacji. Ryzyko operacyjne wiąże się ze stratami i rzutuje na prawidłowe funkcjonowanie wszelkiego rodzaju przedsiębiorstw. Ryzyko operacyjne to bardzo trudny obszar badawczy, ponieważ jest nieodłącznym elementem procesów produkcyjnych, może wystąpić w każdej chwili i narastać w bardzo szybkim tempie. Bardzo trudną kwestią szacowania ryzyka operacyjnego jest brak podstaw empirycznych i teoretycznych jak również problemy związane z prawidłowym rozumieniem i analizowaniem omawianych zjawisk, które występują w ryzyku operacyjnym.

Wystąpienie ryzyka w przedsiębiorstwach produkcyjnych jest bardzo duże, dlatego stanowi znaczący problemem obszaru zarządzania. Proces zarządzania ryzykiem operacyjnym obejmuje szereg kwestii między innymi identyfikację ryzyka i jego analizę, segmentację zaistniałego ryzyka, programowanie działań i środków zapobiegawczych, reakcję na wystąpienie ryzyka, minimalizację zaistniałego ryzyka oraz działania reagujące na wystąpienie ryzyka.

Wiele przedsiębiorstw opracowuje metody zapewniające niezawodność działania maszyn i urządzeń oraz linii produkcyjnych czy układów technologicznych. Jednak nie da się wyeliminować całkowicie ryzyka operacyjnego. Dlatego przedsiębiorstwa poszukują i wdrażają coraz bardziej wyrafinowane (często skrojone na miarę) rozwiązania organizacji pracy, procesów wytwarzania oraz świadczenia usług. Wdrażają rozwiązania obejmujące monitorowanie i zmniejszanie wystąpienia ryzyka.

Przedsiębiorstwa produkcyjne obecnie są świadome, że wdrożenie procedur obejmujących monitorowanie obszarów ryzyka operacyjnego stanowią kluczowe narzędzie zarządzania każdej nowoczesnej organizacji. Zaznaczyć należy, że umiejętne stosowanie mechanizmów zarządzania ryzykiem operacyjnym pozwala przedsiębiorstwom w pełni wykorzystać ich potencjał, podejmować optymalne decyzje oraz trwale budować przewagę konkurencyjną na rynku.

J. RUT, T. WOŁCZAŃSKI

Opole University of Technology (Poland)

ZNAKOWANIE PRODUKTÓW Z WYKORZYSTANIEM TECHNOLOGII RFID

Powszechnie stosowanym sposobem zdalnej identyfikacji obiektu jest technologia RFID (ang. Radio Frequency IDentification). Kwestią szczególnie istotną w realizacji procesów produkcyjnych jest możliwość identyfikacji obiektów, które biorą udział w procesie produkcyjnym. Technologia RFID to obecnie jedna z najszybciej rozwijających się technik automatycznej identyfikacji i ewidencji zasobów w przedsiębiorstwach. Technologia ta znajduje szerokie zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu.

Technologia RFID ma bardzo szerokie spektrum zastosowania a jej potencjał zwiększa rozwój przedsiębiorstw. RFID tworzy wiele możliwości uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorstw. Technologia RFID rejestruje wszystkie istotne dane dotyczące zasobów takich jak produkty, wymianę informacji ze wszystkimi uczestnikami w procesie produkcyjnym, usprawnia proces produkcyjny pozyskując informacje o lokalizacji i ilości danych zasobów czy lokalizacji w czasie. Ponadto umożliwia lepsze planowanie produkcji i bardziej efektywne domawianie materiałów potrzebnych do produkcji danych elementów.

Technologia RFID daje ogromne możliwości usprawnień organizacyjnych i technicznych przedsiębiorstwom. Dzięki identyfikacji obiektów w procesie produkcyjnym RFID umożliwia śledzenie i dokumentowanie każdego ruchu obiektu w procesie, a także gdy potrzebna jest pewność, że produkt przeszedł przez określone etapy produkcyjne w określonej kolejności i został skontrolowany na wszystkich tych etapach. Wymagania dotyczące jakości produktów i krótszych terminów realizacji dostaw wymuszają na przedsiębiorstwach wprowadzenie rozwiązań zwiększających tzw. dostępność linii produkcyjnej przez zapobieganie nieplanowanym przestojom, czy precyzyjniejsze planowanie remontów okresowych.

Technologia RFID w sposób automatyczny i zbliżeniowy programuje i jednocześnie odczytuje informację zapisane w znacznikach (chipach, nośnikach danych, etykietach RFID) przymocowanych do wyprodukowanych produktów lub do ich opakowań. Wykorzystanie technologii RFID może znacznie skrócić czas potrzebny na przeprowadzenie wielu istotnych procesów produkcyjnych związanych z przepływem towarów. Zdalna identyfikacja poprzez znakowanie produktów przyczynia się do optymalizacji procesów produkcyjnych, umożliwia identyfikację obiektów, czy pozyskiwanie za pośrednictwem kontrolera dodatkowych informacji o procesie.

Rozwiązania wykorzystujące technologię RFID świadczą o jej niezawodności i wszechstronnym zastosowaniu. RFID zapewnia natychmiastowe i precyzyjne śledzenie informacji na każdym etapie, ewidencję zasobów, eliminuje straty czasowe i związane z tym koszty. Technologia RFID ma bardzo szerokie spektrum zastosowania a jej potencjał zwiększa rozwój przedsiębiorstw.

T. WOŁCZAŃSKI¹, A. HACHKEYVYCH², K. KUSHNEROVA²

¹ Opole University of Technology (Poland)

² National University “Lvivs’ka Politechnika” (Ukraine)

ANTI-TRAFFICKING PUBLIC INFORMATION CAMPAIGN

Information campaigns are powerful tools for changing public opinion and influencing the behavior of the population. They are conducted for commercial and non-commercial purposes, in particular to prevent socially undesirable phenomena.

The analysis of two 2018 actions as components of anti-trafficking information campaign was based on such criteria as purpose and objectives, target audience, duration, location, partners, communication channels, quality of a message, readiness of the audience, special methods and techniques. Successful information campaign is considered to be conducted in case of meeting certain parameters. To achieve its goal one should prepare it thoroughly and manage effectively. Key features of public information campaign are expected results, planned events and social support.

KAMPANIĄ INFORMACYJNĄ PRZECIWKO HANDLOWI LUDŹMI

Kampanie informacyjne są potężnymi narzędziami do zmiany opinii publicznej i wpływu na zachowanie ludności. Prowadzone są w celach komercyjnych i niekomercyjnych, w szczególności dla zapobiegania niepożądanym społecznie zjawiskom. Badanie poświęcone jest tematyce publicznych kampanii informacyjnych przeciwko handlowi ludźmi. Autorzy obserwują kampanię z roku 2018, prowadzoną z inicjatywy rządu Ukrainy. Przeanalizowano dwa skoordynowane działania podjęte w ramach tej kampanii. Podkreślono cechy charakterystyczne odpowiednich kampanii, określające ich skuteczność.